

**USULAN CARA MEMINIMASI WASTE DOMINAN DI USAHA  
KONVEKSI DENGAN PENDEKATAN *LEAN ERGONOMIC*  
*SIX SIGMA***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



**THERESIA CONNY LAMBERTHA PUTRI**

**13 06 07309**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir berjudul

**USULAN CARA MEMINIMASI WASTE DOMINAN DI USAHA KONVEKSI  
DENGAN PENDEKATAN *LEAN ERGONOMIC SIX SIGMA* (LESS)**

yang disusun oleh

**Theresia Conny Lambertha Putri**

13 06 07309

Dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 23 Oktober 2017

Dosen Pembimbing 1,



Luciana Triani Dewi, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing 2,



Brillianta Budi Nugraha, S.T.,M.T.

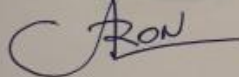
Tim Penguji,

Penguji 1,



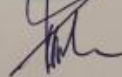
Luciana Triani Dewi, S.T.,M.T.

Penguji 2,



V. Ariyono, S.T., M.T.

Penguji 3,



Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

Yogyakarta, 23 Oktober 2017

Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,



Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

### PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Theresia Conny Lambertha Putri

NPM : 130607309

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Minimasi Waste Dominan Yang Ditemukan Pada Proses Sablon di Konveksi X Dengan Menggunakan Metode *Lean Ergonomic Six Sigma (Less)*" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2016/2017 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 16 Oktober 2017

Yang menyatakan,



Theresia Conny Lambertha Putri

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*“If you ever feel distressed during your day, call upon our lady, just say this simple prayer : ‘Mary, Mother of Jesus, please be a mother to me now.’ I must admit – this prayer has never failed me.”*

***-Blessed Mother Teresa-***

*“Success is the result of perfection, hardwork, learning from failure, loyalty & persistence.”*

***-Colin Powell-***

**Tugas Akhir Ini Saya Persembahkan Teristimewa Untuk  
Kedua Orang Tua Saya**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat, dan karunianya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk mencapai derajat Sarjana Teknik Industri.

Dalam melakukan penelitian hingga penulisan Laporan Tugas Akhir, tidak terlepas dari bantuan pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak V. Ariyono, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Luciana Triani Dewi, S.T., M.T. dan Bapak Brilliant Budi Nugraha, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memberikan kritik dan saran dari awal hingga akhir penulisan Tugas Akhir.
4. Mas Yohanes selaku manajer konveksi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu proses pengambilan data demi kelengkapan Tugas Akhir.
5. Keluarga penulis : kedua orangtua dan Tyas selalu memberikan dukungan, semangat, dan senantiasa mendoakan penulis agar dapat mengerjakan Tugas Akhir dengan baik dan lancar.
6. Stephen Pratama Sanjaya yang selalu memberikan motivasi, hiburan, doa dan bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan hingga menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Teman-teman 7 icons (Patrick, Dira, Elsi, Surya, Yesa) yang telah memberikan dukungan, semangat, dan persahabatan yang kuat selama proses perkuliahan dan teman-teman Kerja Praktek Coca-Cola Amatil Bali (Indri, Latri, Prana) yang memberikan semangat serta motivasi untuk penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman SMA Stella Duce 1 (Dewi, Alin, Besya, Sese, Brena, Cumi, Lia) yang memberikan hiburan serta motivasi selama proses perkuliahan hingga penulisan Tugas Akhir.

9. Teman-teman TI UAJY 2013 yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini : Maharani, Doni, Galih, Wulan, Agung dan teman TI UAJY 2013 lainnya.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan tambahan pengetahuan dan bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 10 Oktober 2017

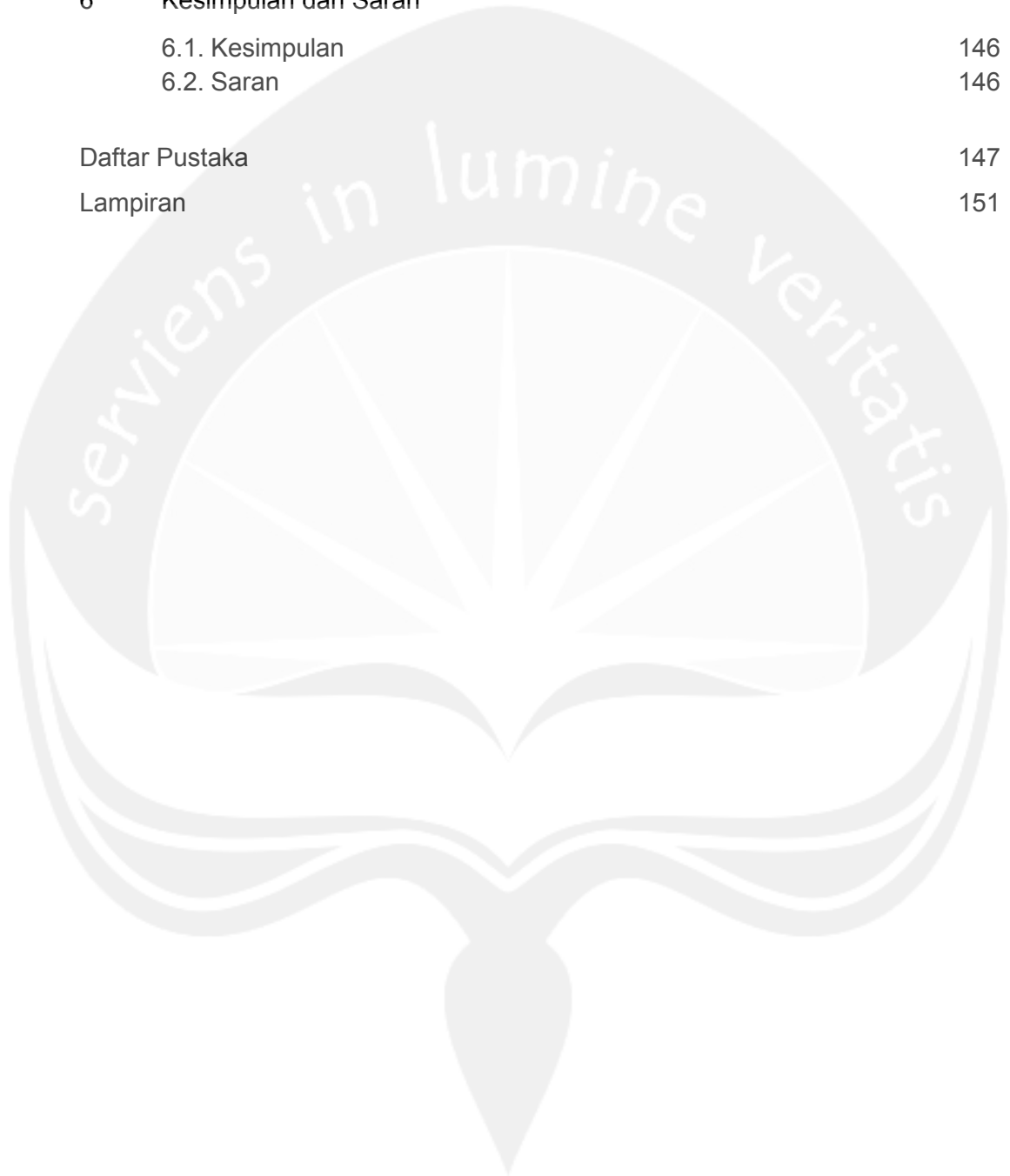
Penulis



## DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Halaman Originalitas	iii
	Halaman Persembahan	iv
	Kata Pengantar	v
	Daftar Isi	vii
	Daftar Tabel	ix
	Daftar Gambar	xiii
	Intisari	xvi
1	Pendahuluan	
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Rumusan Masalah	2
	1.3. Tujuan Penelitian	2
	1.4. Batasan Masalah	2
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	
	2.1. Tinjauan Pustaka	3
	2.2. Dasar Teori	9
3	Metodologi Penelitian	
	3.1. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian	46
	3.2. Tahap Pengolahan dan Analisis Data	46
	3.3. Kesimpulan	49
4	Data dan Pengolahan Data	
	4.1. Profil Perusahaan	52
	4.2. Proses Bisnis	52
	4.3. Proses Produksi dan Fasilitas Produksi	55
	4.4. Data	60
5	Pembahasan	

5.1. Analisis WRM ( <i>Waste Relationship Matrix</i> )	75
5.2. Pembuatan VSM ( <i>Value Stream Mapping</i> )	79
5.3. Analisis <i>Waste</i> dengan Tahap DMAIC	95
6 Kesimpulan dan Saran	
6.1. Kesimpulan	146
6.2. Saran	146
Daftar Pustaka	147
Lampiran	151





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ringkasan Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.1.	Ringkasan Penelitian Terdahulu (lanjutan)	8
Tabel 2.2.	Daftar pertanyaan untuk analisis WRM	14
Tabel 2.3.	<i>Waste Relationship Matrix</i>	16
Tabel 2.4.	Konversi Skor Keterkaitan antar <i>Waste</i>	16
Tabel 2.5.	Konversi <i>Symbol</i>	16
Tabel 2.5.	Konversi <i>Symbol</i> (lanjutan)	17
Tabel 2.6.	Penyesuaian menurut Westinghouse	19
Tabel 2.6.	Penyesuaian menurut Westinghouse (lanjutan)	20
Tabel 2.7.	Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh	22
Tabel 2.7.	Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh (lanjutan)	23
Tabel 2.8.	Lambang-lambang dalam VSM	26
Tabel 2.8.	Lambang-lambang dalam VSM (lanjutan)	27
Tabel 2.9.	<i>Rating For Severity</i>	43
Tabel 2.10.	<i>Rating For Occurence</i>	43
Tabel 2.11.	<i>Rating For Detection</i>	44
Tabel 4.1.	Proses dan Elemen Kegiatan	59
Tabel 4.1.	Proses dan Elemen Kegiatan (lanjutan)	60
Tabel 4.2.	<i>Waste Relationship Questionnaire</i> Responden 1	61
Tabel 4.2.	<i>Waste Relationship Questionnaire</i> Responden 1 (lanjutan)	62
Tabel 4.3.	<i>Waste Relationship Questionnaire</i> Responden 2	63
Tabel 4.3.	<i>Waste Relationship Questionnaire</i> Responden 2 (lanjutan)	64

Tabel 4.4.	<i>Waste Relationship Questionnaire</i> Responden 3	65
Tabel 4.4.	<i>Waste Relationship Questionnaire</i> Responden 3 (lanjutan)	66
Tabel 4.5.	Waktu Siklus di setiap proses produksi	67
Tabel 4.6.	<i>Uptime</i> Pada Setiap Proses	68
Tabel 4.7.	Keterangan Simbol Pada Analisis Data	68
Tabel 4.7.	Keterangan Simbol Pada Analisis Data (lanjutan)	69
Tabel 4.8.	Data Demografi Operator	69
Tabel 4.9.	Data keluhan yang dirasakan operator selama 12 bulan dan 7 hari terakhir	69
Tabel 4.9.	Data keluhan yang dirasakan operator selama 12 bulan dan 7 hari terakhir (lanjutan)	70
Tabel 4.10.	Data Keluhan yang dirasakan Operator Selama 12 Bulan Terakhir Sehingga Menghalangi Aktivitas Normal	70
Tabel 4.11.	Data penilaian rasa sakit pada bagian tubuh operator di proses sablon	71
Tabel 4.12.	Data operator yang menemui dokter/terapis	71
Tabel 5.1.	<i>Waste Relationship Matrix</i> dari Responden 1	75
Tabel 5.2.	<i>Waste Relationship Matrix</i> dari Responden 2	76
Tabel 5.3.	<i>Waste Relationship Matrix</i> dari Responden 3	76
Tabel 5.4.	Bobot <i>Matrix Value</i>	77
Tabel 5.5.	Pembobotan <i>Waste Relations</i> dari Responden 1	77
Tabel 5.6.	Pembobotan <i>Waste Relations</i> dari Responden 2	77
Tabel 5.7.	Pembobotan <i>Waste Relations</i> dari Responden 3	78
Tabel 5.8.	Skor total <i>matrix value</i>	78
Tabel 5.9.	Rata-rata tiap <i>Subgroup</i>	80
Tabel 5.10.	Hasil Uji Keseragaman Data Waktu Proses Sablon	81
Tabel 5.11.	Waktu Siklus Proses Sablon	82

Tabel 5.12.	Faktor Penyesuaian pada Proses Sablon dengan menggunakan cara <i>Westinghouse</i>	82
Tabel 5.12.	Faktor Penyesuaian pada Proses Sablon dengan menggunakan cara <i>Westinghouse</i> (lanjutan)	83
Tabel 5.13.	<i>Allowance</i> Operator Proses Sablon	83
Tabel 5.13.	<i>Allowance</i> Operator Proses Sablon (lanjutan)	84
Tabel 5.14.	Hasil Uji Keseragaman Data, Uji Kecukupan Data, dan Perhitungan Waktu standar/Waktu Standar tiap Proses	84
Tabel 5.15.	Pengelompokan VA, NVA dan NNVA	88
Tabel 5.15.	Pengelompokan VA, NVA dan NNVA (lanjutan)	89
Tabel 5.16.	Perbandingan <i>Cycle Time</i> dan <i>Takt Time</i>	92
Tabel 5.17.	<i>Waste Motions</i> yang terjadi pada proses sablon	96
Tabel 5.18.	Keterangan level nyeri/sakit	98
Tabel 5.18.	Keterangan level nyeri/sakit	99
Tabel 5.19.	Persyaratan Pelanggan & Persyaratan <i>output</i>	101
Tabel 5.20.	Jenis Cacat Proses Sablon	103
Tabel 5.21.	Analisis Proses Merentangkan Kain 1 Sebelum Perbaikan	108
Tabel 5.21.	Analisis Proses Merentangkan Kain 1 Sebelum Perbaikan	109
Tabel 5.22.	Ringkasan REBA Seluruh Elemen Kegiatan di Proses Sablon	110
Tabel 5.23.	Nilai DPMO & Nilai <i>Sigma</i>	111
Tabel 5.24.	MSA Jenis Cacat Y3	112
Tabel 5.24.	MSA Jenis Cacat Y3 (lanjutan)	113
Tabel 5.25.	Rangkuman MSA keseluruhan	116
Tabel 5.26.	Analisis Penyebab Terjadinya <i>Waste Motions</i>	124
Tabel 5.27.	Nilai <i>Severity Waste Motions</i>	125
Tabel 5.28.	Nilai <i>Occurence Waste Motions</i>	126

Tabel 5.29.	Nilai <i>Detection Waste Motions</i>	127
Tabel 5.30	Nilai RPN <i>Waste Motions</i>	128
Tabel 5.31.	Pengurutan Nilai RPN	128
Tabel 5.31.	Pengurutan Nilai RPN (lanjutan)	129
Tabel 5.32.	Analisis Penyebab Terjadinya <i>Waste Defect</i>	131
Tabel 5.33.	Nilai <i>Severity Waste Defect</i>	132
Tabel 5.34.	Nilai <i>Occurrence Waste Defect</i>	132
Tabel 5.34	Nilai <i>Occurrence Waste Defect</i> (lanjutan)	133
Tabel 5.35.	Nilai <i>Detection Waste Defect</i>	134
Tabel 5.36.	Nilai RPN <i>Waste Defect</i>	134
Tabel 5.36.	Nilai RPN <i>Waste Defect</i> (lanjutan)	135
Tabel 5.37.	Pengurutan Nilai RPN	136
Tabel 5.38.	Rencana Perbaikan <i>Waste Motions</i>	136
Tabel 5.38.	Rencana Perbaikan <i>Waste Motions</i>	137
Tabel 5.39.	Rencana Perbaikan <i>Waste Defect</i>	137
Tabel 5.39.	Rencana Perbaikan <i>Waste Defect</i> (lanjutan)	138
Tabel 5.40.	Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan	139
Tabel 5.40.	Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan (lanjutan)	140
Tabel 5.40.	Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan (lanjutan)	141
Tabel 5.40.	Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan (lanjutan)	142
Tabel 5.41.	<i>Control</i> yang dilakukan	143
Tabel 5.41.	<i>Control</i> yang dilakukan (lanjutan)	144
Tabel 5.41.	<i>Control</i> yang dilakukan (lanjutan)	145

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Keterkaitan antar <i>Waste</i>	14
Gambar 2.2.	Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola	28
Gambar 2.3.	Kerangka Integrasi antara Ergonomi dan <i>Lean Six Sigma</i>	30
Gambar 2.4.	Kuesioner SNQ	32
Gambar 2.4.	Kuesioner SNQ (lanjutan)	33
Gambar 2.5.	REBA <i>Worksheet</i>	36
Gambar 2.6.	Kriteria Skor Postur leher	37
Gambar 2.7.	Kriteria Skor Postur Batang Tubuh	37
Gambar 2.8.	Kriteria Skor Postur Kaki	37
Gambar 2.9.	Kriteria Skor Postur Lengan Atas	38
Gambar 2.10.	Kriteria Skor Postur Lengan Bawah	38
Gambar 2.11.	Kriteria Skor Postur Pergelangan Tangan	38
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	50
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (lanjutan)	51
Gambar 4.1.	Logo Konveksi X	57
Gambar 4.2.	Proses Bisnis Konveksi X	54
Gambar 4.3.	Mesin jahit yang ada di proses jahit	56
Gambar 4.4.	meja sablon	57
Gambar 4.5.	Alat penyemprot air	57
Gambar 4.6.	<i>Hairdryer</i>	57
Gambar 4.7.	Mesin <i>Heatpress</i>	58
Gambar 4.8.	Alat untuk afdruk <i>screen</i>	58
Gambar 4.9.	<i>Screen</i>	59
Gambar 4.10.	Diagram pertanyaan 1 dalam VOC	72

Gambar 4.11.	Diagram pertanyaan 2 dalam VOC	72
Gambar 4.12.	Ringkasan hasil pertanyaan 3 dalam VOC	73
Gambar 4.13.	Ringkasan hasil pertanyaan 4 dalam VOC	74
Gambar 5.1.	Peta <i>Door-to-door Flow</i> Proses Sablon dan Proses Jahit	85
Gambar 5.2.	<i>Current State Map</i> Konveksi X	86
Gambar 5.3.	Diagram Perbandingan Aktivitas VA, NVA & NNVA Sepanjang Proses Produksi Kaos Sablon	90
Gambar 5.4.	Perbandingan Persentase Keluhan 12 Bulan dan 7 Hari Terakhir Tiap Bagian Tubuh Operator Proses X3 (Sablon)	97
Gambar 5.5.	Persentase Keluhan Bagian A (leher) pada Proses X3 (Sablon)	97
Gambar 5.6.	Penilaian Level Nyeri/Sakit pada Bagian Tubuh A (Leher)	99
Gambar 5.7.	Penilaian Level Nyeri/Sakit pada Bagian Tubuh E (Punggung Bawah)	100
Gambar 5.8.	Persentase Operator yang Menemui Dokter/Terapis	100
Gambar 5.9.	<i>CTQ tree</i>	102
Gambar 5.10.	Jenis Cacat Sablon Y3 (Sablon Lengket)	104
Gambar 5.11.	Jenis Cacat Sablon Y4 (Sablon retak-retak)	105
Gambar 5.12.	Jenis Cacat Sablon Y5 (Sablon tergores)	105
Gambar 5.13.	Jenis Cacat Sablon Y6 (Terdapat bercak/bintik cat sablon)	105
Gambar 5.14.	Jenis Cacat Sablon Y7 (Cat sablon tidak rata)	106
Gambar 5.15.	Diagram SIPOC Konveksi X	107
Gambar 5.16.	Proses Merentangkan Kain 1 Sebelum Perbaikan	108
Gambar 5.17.	Hasil Analisis Kapabilitas Analisis	118

Gambar 5.18.	Diagram Pareto Jenis Cacat Potensial	121
Gambar 5.19.	<i>Cause Effect Diagram Waste Motions</i>	123
Gambar 5.20.	<i>Cause Effect Diagram Waste Defect</i>	130



## INTISARI

Seiring dengan berkembangnya zaman, semakin berkembang pula industri manufaktur di Indonesia terutama di kota Yogyakarta, semakin banyak berkembang usaha konveksi kaos sablon baik untuk skala besar atau pun menengah kebawah. Berbagai cara dilakukan oleh setiap perusahaan untuk meningkatkan produktivitas eksternal ataupun produktivitas internal perusahaan agar dapat menghasilkan produk yang memuaskan dengan menekan pemborosan-pemborosan yang terjadi di perusahaan.

Hal ini juga terjadi pada Konveksi X, dimana pada konveksi ini masih teridentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi. Pada penelitian yang dilakukan ini, tujuannya adalah mengetahui cara untuk meminimasi *waste* dominan yang teridentifikasi pada proses sablon. Konsep yang digunakan dalam menyelesaikan *waste* dominan tersebut adalah *Lean Ergonomic Six Sigma*. Penelitian akan dilakukan dengan melakukan identifikasi *waste* yang terjadi di seluruh proses produksi terlebih dahulu dengan menggunakan konsep *lean*, kemudian *waste* dominan yang teridentifikasi akan diselesaikan dengan menggunakan konsep *Six Sigma* DMAIC. Dalam penelitian ini, tidak hanya berfokus pada perbaikan produktivitas eksternal di konveksi melainkan juga perbaikan pada produktivitas internal (kinerja operator) pada konveksi.

Kata Kunci: *Waste*, *Lean Ergonomic Six Sigma*, *Six Sigma* DMAIC, produktivitas eksternal, produktivitas internal.



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Salah satu cara untuk menjaga eksistensi di industri manufaktur adalah dengan melakukan perbaikan produktivitas perusahaan secara terus menerus dalam segala aspek. Perbaikan produktivitas perusahaan bisa dilakukan, salah satunya dengan cara mengurangi pemborosan (*waste*) yang terjadi di proses produksi. Pengurangan pemborosan yang terjadi merupakan suatu perbaikan produktivitas eksternal dalam perusahaan, dan yang menjadi masalah disini adalah terkadang perusahaan hanya berfokus pada peningkatan produktivitas eksternal sehingga mengesampingkan peningkatan produktivitas internal. Produktivitas internal di perusahaan adalah kemampuan pekerja dalam menghasilkan output tanpa ada resiko kerja dan *error* yang terjadi. Produktivitas eksternal berbanding lurus dengan produktivitas internal, dimana ketika produktivitas internal suatu perusahaan meningkat maka secara otomatis produktivitas eksternal juga akan meningkat. Permasalahannya adalah ketika perusahaan hanya fokus untuk meningkatkan produktivitas eksternal, maka produktivitas internal belum tentu akan ikut meningkat.

Salah satu industri yang ada di Yogyakarta adalah konveksi X yang hanya memproduksi kaos sablon. Kelebihan dari konveksi ini adalah konsumen dapat melakukan order kaos sablon sesuai dengan desain yang diinginkan. Proses produksi pada konveksi memiliki beberapa proses kerja diantaranya : proses potong kain, persiapan proses sablon, proses sablon, proses jahit dan proses *packaging*.

Konveksi X dalam proses produksinya masih terdapat beberapa masalah pemborosan (*waste*) yang di hadapi. Pemborosan yang terjadi pada proses produksi diantaranya adalah timbulnya produk cacat dan terdapat keluhan nyeri/sakit dibagian tubuh operator. *Waste* tersebut adalah *waste* yang didapatkan dari hasil wawancara dengan supervisor produksi.

Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, maka akan dilakukan suatu penelitian untuk mengurangi *waste* dominan dan juga untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya pengaruh dari jenis *waste* lainnya pada proses produksi di

konveksi dengan menggunakan metode *Lean Ergonomic Six Sigma*, sehingga dapat disimpulkan usulan cara meminimasi *waste* dominan yang teridentifikasi.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Rumusan permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana cara untuk mengurangi *waste* dominan yang teridentifikasi pada proses sablon di konveksi.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

Mengetahui cara untuk meminimasi *waste* dominan yang teridentifikasi pada proses sablon di Konveksi X.

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, ruang lingkup masalah akan di batasi pada :

- a. *Waste* yang diteliti adalah *waste* dominan yang terjadi pada proses sablon di Konveksi X.
- b. Pengurangan *waste* dominan yang terjadi pada stasiun kerja sablon pada Konveksi X dilakukan dengan menggunakan metode *Lean Ergonomic Six Sigma* (LESS).
- c. Output dari penelitian ini berupa saran dan rekomendasi perbaikan pada proses sablon di konveksi.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada sub bab tinjauan pustaka yang akan dibahas adalah beberapa penelitian terdahulu berkaitan dengan minimasi waste yang terjadi.

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Jonny & Christyanti (2012) melakukan penelitian tentang kualitas seng pada sebuah perusahaan manufaktur. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan yaitu terdapat keluhan mengenai kualitas seng asbes tipe MHN14. Penyelesaian masalah tersebut digunakan metode *six sigma* DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). Pada tahap *define* dilakukan pengumpulan dan pengidentifikasian produk cacat yang terjadi. Kemudian data cacat tersebut dianalisis lagi dengan menggunakan *pareto chart* untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan terjadi. Hasil yang didapatkan dari tahap *define* ini adalah cacat yang paling sering terjadi yaitu jenis cacat adanya permukaan seng yang datar. Lalu ditahap selanjutnya yaitu tahap *measure*, dilakukan perhitungan nilai DPMO. Sedangkan ditahap *alyze* akar penyebab masalah utama diidentifikasi menggunakan *fishbone diagram* dan dengan menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect & Analysis*) untuk mengetahui urutan prioritas akar penyebab masalah utama yang terjadi. Ditahap *improve*, dilakukan rencana perbaikan untuk melakukan pengaturan pada kecepatan produksi dengan membuat perancangan eksperimen (pengaturan suhu & lama waktu produksi). Pada tahap terakhir yaitu tahap *control*, tahap dimana dilakukan tindakan pengendalian untuk perbaikan yang dilakukan dengan membuat SOP (*Standard Operational Procedure*). Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah perbaikan yang dilakukan diperusahaan berhasil dibuktikan dari adanya peningkatan nilai *sigma* setelah penerapan perbaikan pada perusahaan.

Cabrita, Domingues dan Requeijo (2015) melakukan penelitian pada perusahaan yang memproduksi *Portuguese bolts manufacture*. Berdasarkan *Voice Of Customer*, didapatkan hasil bahwa *customer* menginginkan pengurangan atau penurunan biaya produksi untuk *portuguese bolts manufacture*. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut perusahaan menerapkan metode *lean six sigma* dimana *tools* yang

digunakan adalah DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) methodology. Pada tahap *define* dilakukan identifikasi *Critical To Quality Characteristics* dengan menggunakan *Voice Of Customers* (VOC), lalu pada tahap *measure* dilakukan pembuatan *Value Stream Mapping* untuk melihat aliran proses produksi dari awal hingga akhir dan untuk melihat permasalahan dominan terjadi dan didapatkan hasil bahwa permasalahan tjbanyak terjadi karena *downtime machine* yang terjadi selama berjam-jam di perusahaan. Selanjutnya masuk ke tahap *analyze*, *tools* yang digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya permasalahan yang teridentifikasi ditahap sebelumnya adalah FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Untuk di tahap *improve*, digunakan sistem kanban dalam proses produksinya dan di tahap akhir yaitu *control* dilakukan dengan menggunakan SPC *chart* untuk menganalisis *downtime machine*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah penerapan dari metode ini memberikan hasil yang baik dimana dapat mereduksi tumpukan *stock* produksi dalam proses produksi dan mampu meningkatkan kapasitas produksi serta mengurangi biaya produksi.

Indrawati & Ridwansyah (2015) melakukan penelitian tentang perbaikan manufaktur menggunakan metode *lean six sigma*. Pengolahan data perusahaan dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah DMAI (*Define-Measure-Analyze-Improve*). Pada tahap *define* dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi diperusahaan dengan menggunakan *qualitative assessment* (penilaian kualitatif). Pada tahap *measure* digunakan diagram pareto untuk mengetahui *waste* dominan yang terjadi diperusahaan dan dilakukan perhitungan DPMO. Selanjutnya ditahap *analyze* dilakukan identifikasi akar penyebab terjadinya *waste* dan cacat dominan pada perusahaan dengan menggunakan FMEA. Lalu pada tahap terakhir yang digunakan yaitu tahap *Improve* diberikan rekomendasi alternatif perbaikan untuk permasalahan yang terjadi di perusahaan untuk mengurangi cacat produk dan meningkatkan kinerja produksi. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa proses produksi pengeringan bijih besi tidak optimal, dimana efisiensi produksi dan nilai *sigma* masih rendah.

Yusuff & Abdullah (2016) melakukan penelitian tentang *motion* dan postur tubuh operator yang tidak baik ketika bekerja di perusahaan manufaktur dengan menggunakan pendekatan *ergonomic* sebagai *tools lean manufacturing*. Penelitian

ini berfokus pada perpindahan dan postur kerja dari operator. Pengumpulan data pada perusahaan dilakukan dengan menggunakan kuesioner, wawancara dengan operator, dan *motion study*. Kuesioner yang dibagikan berisi pertanyaan keluhan atau resiko kerja yang pernah dialami oleh operator. lalu langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mengambil data operator berupa foto atau video untuk dilakukan analisis RULA pada seluruh postur tubuh operator ketika bekerja, sedangkan untuk *motion study* dilakukan untuk mengidentifikasi kegiatan *non value added* yang terjadi selama proses produksi. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah sudah dapat mengidentifikasi bagian tubuh operator yang paling beresiko terkena keluhan atau gangguan selama proses produksi serta dapat disimpulkan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk perusahaan manufaktur tersebut. Hasil lain dari penelitian ini berupa konsep ergonomi dapat digunakan sebagai *tools* dalam *lean manufacturing* untuk mereduksi *waste* yang terjadi.

Nunes (2015) melakukan suatu penelitian mengenai keterkaitan hubungan antara ergonomi dengan *lean six sigma*. *Lean Six Sigma* (LSS) merupakan suatu metode yang sangat dibutuhkan suatu perusahaan untuk melakukan perbaikan yang berkelanjutan. Metode *lean* fokus pada eliminasi pemborosan atau *waste* yang terjadi di perusahaan, *six sigma* berfokus pada penurunan variasi proses yang terjadi di perusahaan, sedangkan ergonomi berfokus pada peningkatan kemampuan manusia dalam bekerja untuk menghasilkan output dengan menekan terjadinya resiko kerja di lapangan. Ergonomi dapat menambahkan *value* untuk strategi bisnis perusahaan untuk mencapai tujuan atau *goals* perusahaan dengan cara meminimasi biaya, meningkatkan kualitas produktivitas pekerja, memenuhi permintaan konsumen dan juga fleksibilitas. Dengan paradigma ergonomi tersebut menggeser pendekatan ergonomi yang awalnya identik dengan kesehatan ataupun kondisi kerja menjadi pendekatan bisnis yang berorientasi ergonomi. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa LSS secara garis besar hanya berfokus pada peningkatan produktivitas eksternal yaitu produktivitas perusahaan, sedangkan untuk produktivitas internal kurang diperhatikan. Produktivitas internal yang dimaksud adalah faktor manusia, dimana produktivitas internal mencakup tentang kemampuan manusia dalam menghasilkan lebih banyak output tanpa adanya resiko kerja atau *error* yang terjadi. Jadi hasil yang didapatkan dari penelitian ini mengenai integrasi antara LSS

dan *ergonomic* adalah untuk memaksimalkan performansi perusahaan dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan peningkatan kemampuan produktivitas internal dikeseluruhan *goals* yang ingin dicapai dalam peningkatan produktivitas eksternal sebagai suatu strategi bisnis.

Berikut adalah ringkasan penelitian terdahulu mengenai minimasi *waste*, mengenai penyelesaian masalah ergonomi dan mengenai peningkatan kualitas :



**Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu**

No	Judul	Penulis (Tahun)	Permasalahan	Metode	Hasil
1	<i>Improving The Quality of Asbestos Roofing at PT BBI Using Six Sigma Methodology</i>	Jonny & Christyanti (2012)	Kualitas asbes tipe MHN14 yang kurang baik.	<i>Six Sigma</i> (DMAIC)	Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah perbaikan yang dilakukan diperusahaan berhasil dibuktikan dari adanya peningkatan nilai <i>sigma</i> setelah penerapan perbaikan pada perusahaan.
2	<i>Application of Lean Six-Sigma methodology to reducing production costs: case study of a Portuguese bolts manufacturer</i>	Cabrita, Domingues dan Requeijo (2015)	Tingginya biaya produksi untuk produk <i>Portuguese bolts manufacturer</i> dan proses produksi yang belum stabil (fluktuatif).	<i>Lean Six Sigma</i> (DMAIC)	Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah penerapan dari metode ini memberikan hasil yang baik dimana dapat mereduksi tumpukan <i>stock</i> produksi dalam proses produksi dan mampu meningkatkan kapasitas produksi serta mengurangi biaya produksi.
3	<i>Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application</i>	Indrawati & Ridwansyah (2015)	Proses pengeringan bijih besi tidak sempurna sehingga masih didapatkan produk cacat akibat pengeringan yang tidak sempurna tersebut.	<i>Lean six sigma</i> (DMAI)	Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa proses produksi pengeringan bijih besi tidak optimal, dimana efisiensi produksi dan nilai <i>sigma</i> masih rendah.

**Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu (lanjutan)**

No	Judul	Penulis (Tahun)	Permasalahan	Metode	Hasil
4	<i>Ergonomics As a Lean Manufacturing Tool For Improvements In a Manufacturing Company</i>	Yusuff & Abdullah (2016)	Terjadinya pergerakan yang tidak perlu dan juga postur tubuh operator yang kurang baik sehingga banyak terjadi keluhan bagian tubuh pada operator	<i>Questionnaire analysis, RULA, Motion study</i>	Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah sudah dapat mengidentifikasi bagian tubuh operator yang paling beresiko terkena keluhan atau gangguan selama proses produksi serta dapat disimpulkan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk perusahaan manufaktur tersebut. Hasil lain dari penelitian ini berupa konsep ergonomi dapat digunakan sebagai <i>tools</i> dalam <i>lean manufacturing</i> untuk mereduksi <i>waste</i> yang terjadi.
5	<i>Integration of Ergonomic and Lean Six Sigma. A Model Proposal</i>	Nunes (2015)	<i>Lean Six Sigma</i> (LSS) selama ini hanya berfokus pada peningkatan produktivitas internal sehingga kurang memperhatikan kualitas dan perbaikan untuk produktivitas internal (faktor manusia)	<i>Ergonomics and LSS Integration Framework.</i>	Analisis integrasi atau hubungan antara LSS dan <i>ergonomic</i> adalah menjadikan LSS dan <i>ergonomic</i> menjadi satu-kesatuan strategi bisnis dalam perusahaan dengan cara memperhatikan peningkatan produktivitas internal (faktor manusia) untuk mendapatkan perbaikan produktivitas eksternal yang maksimal.



### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Penelitian sekarang yang akan dilakukan adalah penelitian mengenai “Pengurangan waste dominan yang ditemukan pada proses sablon di konveksi X dengan menggunakan metode *Lean Ergonomic Six Sigma* (LESS)”. Konveksi ini dalam proses produksinya memiliki beberapa proses yaitu proses pemotongan kain, proses persiapan sablon, proses sablon, proses jahit, dan proses *packaging*. Penelitian ini berfokus pada waste dominan yang ditemukan di rantai produksi yang diidentifikasi menggunakan metode *lean*. Setelah waste dominan teridentifikasi maka masing-masing waste akan dianalisis sesuai dengan jenis waste. Waste dominan tersebut akan dianalisis lebih lanjut menggunakan tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Namun pada tahap *improve* akan direkomendasikan usulan perbaikan pada konveksi terutama yang mengarah ke peningkatan produktivitas manusianya, sebagai bentuk dari peningkatan produktivitas internal konveksi. Penelitian ini mempunyai konsep yang hampir sama dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai integrasi atau hubungan keterkaitan antara ergonomi dengan *lean six sigma* yang telah dibahas pada tahap sebelumnya, dimana tujuan yang akan dicapai pada penelitian sekarang adalah meminimasi waste yang terjadi dengan cara meningkatkan kualitas produktivitas internal (manusia) pada proses sablon untuk mendapatkan performansi produktivitas eksternal yang maksimal.

## **2.2. Dasar Teori**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai pengertian *ergonomi, lean manufacturing, six sigma, lean six sigma, dan lean ergonomi six sigma*.

### **2.2.1. Ergonomi**

#### **A. Pengertian ergonomi**

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Latin, yaitu *Ergon* (kerja) dan juga *Nomos* (hukumalam), sehingga ergonomi dapat diartikan sebagai studi mengenai aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan untuk mendapatkan suasana kerja yang sesuai dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai “*Human Factors*”. Pembahasan tentang ergonomi membutuhkan studi tentang

sistem manusia, di mana manusia, lingkungan, dan fasilitas kerja saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Selain itu, ergonomi dapat berperan sebagai desain pekerjaan pada suatu organisasi, desain perangkat lunak, meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, serta desain dan evaluasi produk (Nurmianto, 2003).

Menurut Tarwaka, Bakri & Sudiajeng (2004) setiap aktivitas yang tidak dilakukan secara ergonomis akan mengakibatkan terjadinya ketidaknyamanan, kecelakaan kerja, biaya meningkat dan penyakit akibat intensitas bekerja meningkat. Dengan demikian, penerapan ergonomi di semua bidang adalah suatu keharusan.

#### B. Postur kerja

Postur kerja merupakan titik penentu dalam menganalisa keefektifan dari suatu pekerjaan. Apabila postur kerja operator dalam melakukan pekerjaan sudah baik dan ergonomis maka hasil pekerjaan yang dilakukan operator tersebut akan baik. Tetapi jika postur kerja operator tersebut tidak ergonomis maka akibatnya adalah operator tersebut akan mudah kelelahan dan hasil pekerjaan yang dilakukan operator tersebut juga akan mengalami penurunan dan tidak sesuai yang diharapkan (Susihono, 2012).

#### C. Keluhan Muskuloskeletal

Keluhan muskuloskeletal adalah serangkaian sakit pada otot, tendon dan saraf. Aktivitas dengan tingkat pengulangan tinggi dapat menyebabkan terjadinya kelelahan pada otot, merusak jaringan hingga kesakitan dan ketidaknyamanan dalam bekerja (OHSCO, 2007).

Penyebab terjadinya keluhan muskuloskeletal menurut Peter Vi (2004) adalah :

##### a. Peregangan otot yang berlebih (*over exertion*)

Peregangan otot yang berlebihan pada umumnya dikeluhkan oleh pekerja yang aktivitas kerjanya menuntut pengerahan besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, menahan beban yang berat.

##### b. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang adalah aktivitas yang dilakukan secara terus-menerus dengan posisi dan gerakan yang sama.

c. Sikap kerja yang tidak alamiah

Sikap kerja yang tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah misalnya gerakan punggung yang terlalu membungkuk.

Studi tentang keluhan muskuloskeletal pada berbagai jenis industri menunjukkan hasil bahwa bagian otot yang paling sering dikeluhkan adalah otot rangka yang terdiri dari otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah (Tarwaka, Bakri, & Sudiajeng, 2004).

### 2.2.2. *Lean Manufacturing*

#### A. Pengertian *Lean Manufacturing*

*Lean manufacturing* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah suatu produk agar memberikan nilai tambah kepada konsumen. Tujuan *lean manufacturing* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (Gaspersz, 2006).

*Lean manufacturing* adalah suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya dalam berbagai aktivitas perusahaan. *Lean manufacturing* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa), dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan (APICS Dictionary, 2005).

Dalam menganalisis proses *lean* terdapat *tools* yang dapat digunakan diantaranya yaitu *process mapping*, *value stream mapping*, *kanban*, *poka yoke*, dan 5S.

*Tools* tidak harus digunakan seluruhnya, melainkan dipilih berdasarkan kondisi permasalahan yang terjadi.

#### B. Prinsip *Lean Manufacturing*

Menurut Gaspersz (2002) terdapat lima prinsip dasar *Lean* :

- a. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas superior dengan harga yang kompetitif dan penyerahan tepat waktu.

- b. Mengidentifikasi *Value Stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk.
- c. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*.
- d. Mengorganisasikan material, informasi, dan produk mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
- e. Terus menerus mencari berbagai tehnik dan alat peningkatan untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

### C. Tipe Pemborosan *Lean Manufacturing*

Menurut Ohno terdapat tujuh tipe pemborosan (*waste*) yaitu sebagai berikut :

#### a. *Overproduction*

*Overproduction* merupakan sumber utama dari keenam jenis pemborosan lainnya. Pengertian *overproduction* sendiri adalah produksi produk dengan jumlah lebih banyak dari permintaan konsumen atau melebihi jumlah yang dibutuhkan. Hal ini menyebabkan bertambahnya biaya material dan upah pekerja.

#### b. *Waiting*

*Waiting* meliputi seluruh waktu yang membuat proses produksi terhenti. Hal ini bisa disebabkan karena pekerja tidak melakukan pekerjaannya karena suatu alasan. Bisa terjadi dalam bentuk *short-term waiting* disebabkan karena pekerja menganggur karena terjadi ketidakseimbangan lini, bisa juga dalam bentuk *long-term waiting* karena kehabisan *stock* barang atau kerusakan mesin.

#### c. *Transportation*

*Transportation* merupakan pergerakan barang, baik material, *work in process* (WIP), atau barang jadi yang memiliki resiko kerusakan, kehilangan, penundaan, dan faktor penghambat lainnya.

#### d. *Overprocessing*

*Overprocessing* meliputi seluruh aktivitas atau kegiatan yang dilakukan berlebihan. *Overprocessing* umumnya terjadi jika peralatan produksi tidak terawat, kurang siap pakai, ataupun kurang baik (misalnya tingkat akurasi, fleksibilitas) sehingga operator harus mengeluarkan usaha lebih banyak.

e. *Motion*

*Motions* berupa gerakan manusia yang berlebihan, tidak efektif, dan tidak memberikan nilai tambah untuk kegiatan proses produksi misalnya kegiatan mencari dan mengambil material yang terletak di area lain.

f. *Inventory*

*Inventory* dapat terjadi ketika produk tidak terjual langsung dan disimpan didalam gudang.

g. *Defects*

*Defects* merupakan produk-produk yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. *Defects* membuat terjadinya tambahan waktu, usaha, dan energi menjadi terbuang.

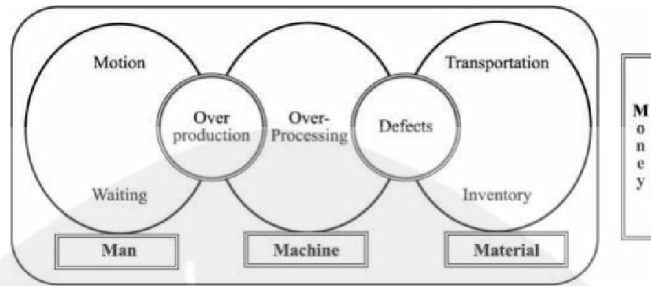
D. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

WRM merupakan suatu *matrix* yang digunakan untuk menganalisa kriteria hubungan antar *waste*, metode ini diadopsi dari kerangka kerja yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Berikut langkah-langkah dalam pembuatan WRM :

a. Proses *benchmarking*

Bentuk *benchmarking* yang akan dilakukan adalah *internal benchmarking* yaitu dengan membandingkan operasi suatu bagian dengan bagian internal lainnya dalam suatu organisasi (Dale, 1994).

Pada penelitian ini proses *benchmarking* dilakukan dengan menggunakan kuesioner pembobotan dan diskusi secara langsung dengan responden dari perusahaan. Diskusi yang dilakukan bertujuan untuk memberikan pemahaman terhadap *waste* dan keterkaitan antar *waste* yang terdapat pada kuesioner. Kuisisioner yang dibagikan menggunakan kriteria pembobotan yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Menurut Rawabdeh (2005), semua jenis dari *waste* adalah saling mempengaruhi dalam artian selain memberi pengaruh terhadap jenis *waste* lainnya, ia juga secara simultan dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Berikut adalah model dasar kategori dan keterkaitan antar *waste* :



**Gambar 2.1. Keterkaitan antar Waste (Gaspersz, 2012)**

Untuk masing-masing hubungan keterkaitan antar waste diajukan enam pertanyaan pada kuesioner dan dilengkapi dengan jumlah skoring pada masing-masing jawaban.

**Tabel 2.2. Daftar pertanyaan untuk analisis WRM (Rawabdeh, 2005)**

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apa i menghasilkan j	a. selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara i dan j	a. jika i naik, maka j naik	2
		b. Jika i naik, maka j tetap	1
		c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3	Dampak terhadap j karena i	a. tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk muncul	2
		c. Tidak sering muncul	0
4	Menghilangkan dampak i terhadap j dapat dicapai dengan cara	a. metode engineering	2
		b. Sederhana & langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak i terhadap j terutama mempengaruhi	a. kualitas produksi	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. <i>Lead time</i>	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas & <i>leadtime</i>	2
		f. Produktivitas & <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas dan <i>leadtime</i>	4
6	Sebesar apapun dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>leadtime</i>	a. sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

b. Perhitungan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

WRM terdiri dari baris dan kolom, dimana pada setiap baris menunjukkan pengaruh suatu *waste* tertentu terhadap keenam *waste* yang lain. Sedangkan untuk kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* yang lainnya. Berikut adalah tabel WRM yang akan digunakan :

**Table 2.3. *Waste Relationship Matrix* (Rawabdeh, 2005)**

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O							
I							
D							
M							
T							
P							
W							

Tabel diatas diisi dengan menggunakan jawaban dari kuesioner enam pertanyaan yang sudah dijabarkan sebelumnya. Skor yang diperoleh dari enam pertanyaan tersebut kemudian ditotal untuk mendapatkan nilai total tiap hubungan *waste*. Kemudian nilai total tersebut dikonversikan menjadi simbol A, I, U, E, O dan X. Berikut keterangan dari masing-masing simbol tersebut :

**Tabel 2.4. Konversi Skor Keterkaitan antar *Waste* (Rawabdeh, 2005)**

<i>Range</i>	<i>Type of Relationship</i>	<i>Symbol</i>
17 - 20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13 - 16	<i>Especially Important</i>	E
9 - 12	<i>Important</i>	I
5 - 8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1 - 4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

Setelah hasil kuesioner dikonversikan dalam bentuk simbol, langkah selanjutnya yaitu simbol tersebut kembali dikonversikan kedalam angka dengan ketentuan :

**Tabel 2.5. Konversi *Symbol* (Rawabdeh, 2005)**

<i>Symbol</i>	<i>Skor</i>
A	10

**Tabel 2.5. Konversi *Symbol* (Rawabdeh, 2005) (lanjutan)**

<i>Symbol</i>	<i>Skor</i>
E	8
I	6
O	4
U	2
X	0

Skor total dari masing-masing *waste* yang didapatkan bisa diubah ke dalam bentuk persentase sehingga didapatkan *waste matrix value* untuk menentukan *waste* mana yang paling sering terjadi dan memiliki persentase terbesar.

E. *Value Stream Mapping* (VSM)

a. Pengertian *Value Stream Mapping* (VSM)

Menurut Mike & John (2003), VSM adalah suatu metode untuk pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk, tidak hanya pada masing-masing area kerja tetapi pada tingkat total produksi.

Tujuan dengan dilakukan penyusunan atau pemetaan keadaan saat ini adalah untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang terjadi disepanjang proses produksi dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan atau *waste* yang terjadi. Dalam VSM, terdapat dua jenis pemetaan yaitu sebagai berikut :

i. *Current state map*

Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan keadaan kondisi rantai produksi saat ini, dimana segala informasi yang terdapat dalam setiap proses dicantumkan dalam pemetaan termasuk *waste* yang teridentifikasi.

ii. *Future state map*

*Future state map* adalah pemetaan kondisi perusahaan setelah dilakukan perbaikan pada *waste* yang teridentifikasi pada *current state map*.

b. Pengolahan data yang dibutuhkan dalam *Value Stream Mapping* (VSM)

Untuk mengidentifikasi aktivitas VA, NVA, dan NNVA maka akan dilakukan pengolahan data waktu standar dari awal bahan material masuk hingga menjadi



produk jadi terlebih dahulu. Tahap perhitungan data yang dibutuhkan dalam VSM yaitu sebagai berikut :

i. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data adalah suatu pengujian yang berguna untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berasal dari sistem yang sama (Sutalaksana, 2006). Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam uji keseragaman data :

1. Menentukan jumlah *subgroup*

$$k = 1 + 3,3, \log N \quad (2.1)$$

2. Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_i}{n_i} \quad (2.2)$$

3. Menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata tiap *subgroup*

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} \quad (2.3)$$

4. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}{N-1}} \quad (2.4)$$

5. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

6. Menghitung BKA dan BKB

$$BKA = \bar{\bar{x}} + K \sigma_{\bar{x}} \quad (2.6)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - K \sigma_{\bar{x}} \quad (2.7)$$

**Keterangan :**

k = Jumlah *subgroup*

K = Harga indeks yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan

N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk *sampling* kerja

$X_i$  = Menunjukkan data ke- $i$

$\sum xi$  = Jumlah keseluruhan data

$\bar{x}_i$  = Nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

$\bar{\bar{x}}$  = Nilai rata-rata dari rata-rata *subgroup*

$n_i$  = Jumlah pengamatan yang dilakukan pada hari ke- $i$

$n$  = besarnya *subgroup*

$\sigma$  = Standar deviasi

$\sigma_{\bar{x}}$  = Standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

ii. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data waktu proses yang dikumpulkan selama pengamatan sudah cukup atau belum (Sutalaksana, 2006). Berikut tahap uji kecukupan data yang akan dilakukan :

1. Menghitung nilai  $\sum Xi^2$ , yaitu total hasil kuadrat masing-masing data
2. Menghitung nilai  $\sum Xi$ , yaitu total data dan nilai  $(\sum Xi)^2$ , yaitu hasil kuadrat total data
3. Menghitung jumlah pengukuran yang diperlukan :

$$N' = \left( \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \quad (2.8)$$

**Keterangan :**

$N$  = Jumlah data awal

$N'$  = Jumlah data minimal yang diperlukan

$s$  = tingkat kepercayaan

$k$  = tingkat ketelitian

$\sum xi$  = Jumlah keseluruhan data

iii. Perhitungan Waktu Standar ( $Ws$ )

Perhitungan waktu standar dibutuhkan untuk pembuatan peta pada setiap kategori proses dalam *value stream*. Nantinya hasil dari waktu standar akan dibandingkan dengan *takt time*, jika waktu standar yang didapatkan berada

dibawah *takt time* hal tersebut menunjukkan bahwa proses yang terjadi berjalan lebih cepat dan dapat memenuhi permintaan dari konsumen. Namun jika waktu standar berada di atas *takt time* hal tersebut menunjukkan bahwa proses yang terjadi berjalan lebih lambat dari yang seharusnya. Langkah-langkah dalam perhitungan waktu standar tiap proses secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Menghitung waktu siklus rata-rata (Sutalaksana, 2006)

Menghitung waktu siklus rata-rata dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Waktu siklus rata-rata} = \left( \frac{\sum X_i}{N} \right) \quad (2.9)$$

2. Menghitung faktor penyesuaian dengan cara Westinghouse

Perhitungan faktor penyesuaian dengan menggunakan cara ini maka pemberian nilai penyesuaian dilakukan berdasarkan pada empat faktor yaitu : keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi.

Usaha didefinisikan sebagai kesungguhan yang ditunjukkan operator ketika bekerja. Namun usaha masih terbagi kedalam kelas-kelas tertentu dengan ciri masing-masing.

Keterampilan didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Keterampilan seiring berjalannya waktu dapat menurun karena faktor-faktor tertentu seperti kesehatan terganggu, rasa *fatigue* yang berlebihan, dan sebagainya.

Kondisi kerja seperti pencahayaan, temperatur, dan kebisingan ruangan juga mempengaruhi dalam penentuan penyesuaian yang akan dilakukan.

Lalu konsistensi yang didefinisikan sebagai kenyataan bahwa setiap hasil pengukuran waktu menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Berikut ini adalah penyesuaian menurut Westinghouse :

**Tabel 2.6. Penyesuaian menurut Westinghouse (Sutalaksana, 2006)**

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Ketrampilan (Skill)	<i>Superskill</i>	A1	0,15
		A2	0,13

**Tabel 2.6. Penyesuaian menurut Westinghouse (Sutalaksana, 2006)  
(lanjutan)**

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
	<i>Excellent</i>	B1	0,11
		B2	0,08
	<i>Good</i>	C1	0,06
		C2	0,03
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E1	-0,05
		E2	-0,1
	<i>Poor</i>	F1	-0,16
		F2	-0,22
Usaha (Effort)	<i>Excessive</i>	A1	0,13
		A2	0,12
	<i>Excellent</i>	B1	0,1
		B2	0,08
	<i>Good</i>	C1	0,05
		C2	0,02
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E1	-0,04
		E2	-0,08
	<i>Poor</i>	F1	-0,12
F2		-0,17	
Kondisi Kerja (Condition)	<i>Ideal</i>	A	0,06
	<i>Excellenty</i>	B	0,04
	<i>Good</i>	C	0,02
Kondisi Kerja (Condition)	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E	-0,03
	<i>Poor</i>	F	-0,07
Konsistensi (Consistency)	<i>Perfect</i>	A	0,04
	<i>Excellent</i>	B	0,03
	<i>Good</i>	C	0,01
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E	-0,03
	<i>Poor</i>	F	-0,07

Setelah keempat faktor tersebut dinilai berdasarkan tabel diatas, selanjutnya perhitungan penyesuaian dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$P = 1 - (\text{Keterampilan} + \text{usaha} + \text{kondisi kerja} + \text{konsistensi}) \quad (2.10)$$

3. Menghitung waktu normal ( $W_n$ )

Waktu normal adalah waktu yang diperlukan untuk seorang operator terlatih dan memiliki keterampilan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dibawah kondisi dan tempokerja normal (Wingjosoebroto, 2003). Berikut adalah rumus perhitungan waktu normal :

$$W_n = W_s \times P \quad (2.11)$$

4. Menghitung *allowance* pada operator

*Allowance* adalah waktu yang dipergunakan untuk kebutuhan waktu di luar pekerjaan seperti untuk ke kamar kecil, menghilangkan rasa *fatigue* dan kebutuhan-kebutuhan lainnya yang tidak dapat dihindari (Sutalaksana, 1979). *Allowance time* nantinya akan ditambahkan kedalam waktu normal untuk mengantisipasi kegiatan-kegiatan yang telah disebutkan diatas seperti ke kamar kecil, menghlangkan rasa *fatigue* dan kebutuhan-kebutuhan pribadi lainnya. Berikut adalah tabel *Allowance* yang digunakan sebagai acuan:

Tabel 2.7. Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor Yang Berpengaruh (Sutalaksana, 2006)

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
			Pria	Wanita
<b>A. Tenaga yang dikeluarkan</b>				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	tanpa beban	0,00-6,0	0,00-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18,00-27,00	19,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	diatas 50 kg		
<b>B. Sikap kerja</b>				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00-1,0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0-2,5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat control		2,5-4,0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2,5-4,0	
5. Membungkuk	Badan dibukukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0-10,0	
<b>C. Gerakan kerja</b>				
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0-5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0-5	
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit		10-15	
<b>D. Kelelahan mata *)</b>			<u>Pencapaian baik</u>	<u>Buruk</u>
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur		0,0-6,0	0,0-6,0
2. Pandangan yang hamper terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6,0-7,5	6,0-7,5
3. Pandangan yang terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		7,5-12,0	7,5-16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain		12,0-19,0	16,0-30,0
5. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap			19,0-30,0	
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah			30,0-50,0	
<b>E. Keadaan suhu tempat kerja **)</b>			<u>Kelelahan normal</u>	<u>Berlebihan</u>
1. Beku		Suhu (°C) dibawah 0	diatas 10	diatas 12
2. Rendah		0-13	10-0	12-5
3. Sedang		13-22	5-0	8-0
4. Normal		22-28	0-5	0-8

Tabel 2.7. Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor Yang Berpengaruh (Sutalaksana, 2006) (lanjutan)

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
5. Tinggi		28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi		dias 38	dias 40	dias 100
<b>F. Keadaan atmosfer ***)</b>				
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)		0-5	
3. Kurang baik	Adanya debu-debuan beracun atau tidak beracun tetapi banyak		5-10	
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat pernapasan		10-20	
<b>G. Keadaan lingkungan yang baik</b>				
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah			0	
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik			0-1	
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik			1-3	
4. Sangat bising			0-5	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0-5	
6. Terasa adanya getaran lantai			5-10	
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)			5-15	

\*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

\*\*) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

\*\*\*) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap: Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0-2,5%

Wanita = 2-5%

#### 5. Menghitung waktu baku (Wb)

Waktu baku adalah waktu normal dalam menyelesaikan pekerjaan ditambahkan dengan *allowance*. Waktu baku inilah yang digunakan sebagai waktu standar sebuah pekerjaan. Perhitungan waktu baku akan dilakukan menggunakan rumus berikut ini :

$$W_s = W_n \times \left( \frac{100}{100 - Allowance} \right) \quad (2.12)$$

Keterangan :

$W_n$  = Waktu normal

$W_s$  = Waktu siklus

$P$  = penyesuaian

$N$  = Jumlah data

#### iv. *Takt time*

*Takt time* adalah standar waktu yang ditetapkan untuk membuat satu unit produk tertentu. *Takt time* juga menunjukkan seberapa sering seharusnya suatu produk untuk di produksi dalam sehari, sehingga dapat memenuhi permintaan pelanggan. Perhitungan *takt time* dilakukan pada masing-masing proses produksi yang nantinya akan dibandingkan dengan waktu standar masing-masing proses produksi tersebut. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung *takt time* :

$$Takt\ time = \left( \frac{Time\ Available}{Demand} \right) \quad (2.13)$$

*Takt time* didapatkan dari pembagian *time available* dibagi dengan *demand* atau permintaan. *Time available* adalah waktu bersih yang tersedia khusus untuk bekerja, *time available* ini sudah dikurangi dengan waktu istirahat.

#### c. Pembuatan *Current State Map*

Tahap pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut :

##### i. Identifikasi produk sejenis

Menurut *Womack, et al (1996)*, langkah pertama dalam memetakan kondisi saat ini adalah mengidentifikasi famili produk atau produk yang sejenis. Famili



produk merupakan sekumpulan produk yang memiliki tahapan dan menggunakan mesin yang sama dalam proses. Mengidentifikasi famili produk dapat dilakukan dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Penentuan famili produk ini nantinya akan dijadikan *model line* sebagai target perbaikan.

ii. Penentuan *value stream manager*

*Value stream manager* adalah orang yang memahami keseluruhan proses dalam *value-stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* proses produksi.

iii. Pembuatan peta untuk setiap kategori proses (*door to door flow*)

Pembuatan peta untuk setiap kategori proses terdiri dari seluruh informasi kritis seperti *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *defect*, *uptime*, jumlah operator, dan waktu kerja bersih seluruhnya dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses. Berikut ini adalah penjelasan ukuran-ukuran yang diperlukan dalam pembuatan *data box* disetiap kategori proses:

1. *Lead time* (L/T)

*Leadtime* adalah waktu yang dibutuhkan untuk keseluruhan proses mulai dari awal hingga akhir proses

2. *Cycle Time* (C/T)

*Cycle Time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk dapat menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya.

3. *Change-over Time* (C/O)

*Change-over Time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengubah posisi dari pengolahan satu jenis produk menjadi produk lainnya.

4. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan suatu proses. Kapasitas suatu mesin bersifat *on-demand machine uptime* yang berarti informasi mesin ini tetap.

5. Jumlah operator

Menyatakan pekerja atau karyawan yang berkerja pada satu proses.

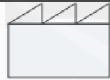
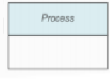
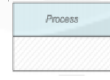
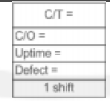


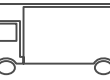

6. Waktu kerja

Waktu kerja adalah waktu yang sudah dikurangi dengan waktu istirahat, waktu untuk kebutuhan pribadi, waktu untuk persiapan, dan waktu untuk membersihkan area kerja.





d. Lambang yang digunakan dalam pembuatan VSM

Dalam pembuatan *Value Stream Mapping* (VSM) menggunakan lambang-lambang tertentu untuk menggambarkan proses dari awal hingga akhir, berikut adalah lambang-lambang tersebut menurut Chiarini (2013) :

**Tabel 2.8. Lambang-lambang dalam VSM (Chiarini, 2013)**

No	Lambang	Nama Lambang	Fungsi
1		<i>Customer/Supplier</i>	Lambang ini untuk menandakan pabrik, <i>supplier</i> , dan pelanggan
2		<i>Dedicate Process</i>	Melambangkan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya.
3		<i>Shared Process</i>	Melambangkan operasi proses dengan famili-famili yang saling berhubungan dalam <i>value-stream</i> .
4		<i>Data Box</i>	<i>Data Box</i> berisi informasi seperti <i>cycle time</i> , <i>change overtime</i> , dan <i>uptime</i> yang dibutuhkan dalam analisis.
5		Operator	Melambangkan jumlah operator dalam suatu proses.
6		<i>Inventory</i>	Menunjukkan keberadaan suatu tumpukan produk yang terjadi diantara dua proses.
7		<i>External Shipments</i>	Melambangkan transportasi yang terjadi selama proses produksi yaitu seperti pengiriman material dari <i>supplier</i> ke perusahaan atau dari perusahaan ke konsumen.
8		<i>Shipments</i>	Melambangkan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju ke tangan konsumen.

**Tabel 2.8. Lambang-lambang dalam VSM (lanjutan) (Chiarini, 2013)**

No	Lambang	Nama Lambang	Fungsi
9		<i>Push Arrows</i>	Melambangkan pergerakan material yang diproses dari satu proses ke proses berikutnya. <i>Push</i> memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
10		<i>Manual Info</i>	Melambangkan aliran informasi yang dilakukan secara manual misalnya melalui catatan, laporan atau percakapan.
11		<i>Electronic Info</i>	Melambangkan aliran informasi elektronik yang dapat dilakukan dengan menggunakan <i>email</i> , telepon dan alat elektronik lainnya.
12		<i>Timeline</i>	Melambangkan waktu yang memberi nilai tambah seperti <i>cycle time</i> dan waktu menunggu.

e. Pengelompokan aktivitas *Value Added*, *Non-Value Added* dan juga *Non Necessary Value Added*

Didalam konteks manufaktur, terdapat tiga jenis operasi yang dilakukan selama proses produksi berlangsung yaitu *Value Added*, *Non-Value Added* dan juga *Non Necessary Value Added*. Aktivitas tersebut dapat dirumuskan setelah dilakukan pengolahan data yang dibutuhkan dalam VSM, dilakukan pembuatan peta *door-to-door Flow* dan setelah pembuatan *current map*.

i. *Non value added (NVA)*

NVA adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk yang dihasilkan dan harus segera dihilangkan (Gaspersz, 2011). Contoh aktivitas NVA yaitu waktu tunggu, waktu untuk *rework* produk.

ii. *Necessary but non value added (NNVA)*

NNVA merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi diperlukan untuk kelancaran proses produksi. NNVA walaupun tidak harus segera namun sebisa mungkin untuk dikurangi atau dihilangkan (Gaspersz, 2011). Contoh aktivitas NNVA yaitu membongkar pengiriman, memindahkan produk WIP dari proses satu ke proses lainnya.

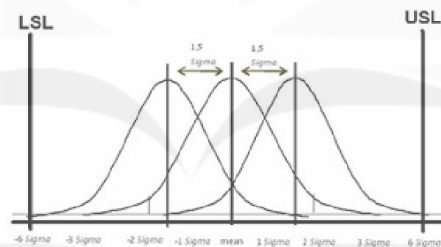
iii. *Value added (VA)*

VA adalah aktivitas yang memiliki nilai tambah terhadap produk yang akan dihasilkan. Contoh aktivitas VA yaitu penempatan material, pencampuran bahan cat sablon.

**2.2.3. Six Sigma**

*Six sigma* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas baik barang maupun jasa dengan cara mengurangi jumlah kegagalan yang mungkin timbul. *Six sigma* dapat digunakan untuk mengurangi variasi proses sehingga tingkat kecacatan dapat berkurang yaitu lebih kecil dari 3,4 per satu juta proses, peluang ataupun jasa (Urdhwareshe, 2011).

Sedangkan menurut Gaspersz (2002) definisi lain dari six sigma adalah sebuah proses yang mengaplikasikan alat-alat statistik dan teknik meredusi cacat sampai didefinisikan tidak lebih dari 3,4 cacat dari satu juta kesempatan untuk mencapai kepuasan untuk mencapai kepuasan pelanggan secara total.



**Gambar 2.2. Konsep Six Sigma Motorola (Gaspersz, 2002)**

Gambar 2.2. diatas merupakan kurva pendekatan 6-sigma Motorola (*Motorola's six sigma process control*). Pada *Six sigma Motorola* mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5 sigma. Ini yang menjadi perbedaan antara *Six sigma Motorola* dengan konsep *six sigma* dalam distribusi normal (*Six sigma statistika*) yang tidak mengizinkan adanya pergeseran dalam nilai rata-rata dari proses.

Pergeseran 1,5 *sigma* pada konsep *six sigma Motorola* didapatkan dari hasil penelitian Motorola atas proses dalam sistem industri. Hasil penelitian dari Motorola menyebutkan bahwa sebagus-bagusnya proses produksi tidak akan berada 100% di

satu titik target, melainkan akan ada pergeseran rata-rata sebesar 1,5-*sigma* dari nilai tersebut sehingga dapat menghasilkan tingkat ketidaksesuaian sebesar 3,4 DPMO dan memiliki persentase untuk memenuhi standar spesifikasi sebesar 99,99966%.

#### **2.2.4. Lean Ergonomic Six Sigma (LESS)**

*Lean Ergonomic Six Sigma* (LESS) terdiri dari dua konsep gabungan yaitu *lean six sigma* (LSS) dan *Ergonomic*. Konsep ergonomi merupakan suatu konsep yang secara garis besar mempelajari aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerja, dimana manusia dan lingkungan kerja saling berinteraksi. Ergonomi berfokus pada peningkatan performa manusia dalam bekerja untuk menghasilkan *output* tanpa terjadi resiko apapun. Namun ergonomi juga dapat menjadi nilai tambah untuk suatu bisnis jika diterapkan secara tepat, karena dengan memperhatikan aspek ergonomi akan memberikan dampak yang baik seperti minimasi biaya dan meningkatkan produktivitas pekerja. Jadi dengan paradigma tersebut, dapat mengubah pandangan terhadap pendekatan ergonomi yang semula hanya identik dengan kesehatan ataupun lingkungan kerja menjadi pendekatan yang memberikan nilai tambah jika diterapkan pada strategi bisnis suatu perusahaan.

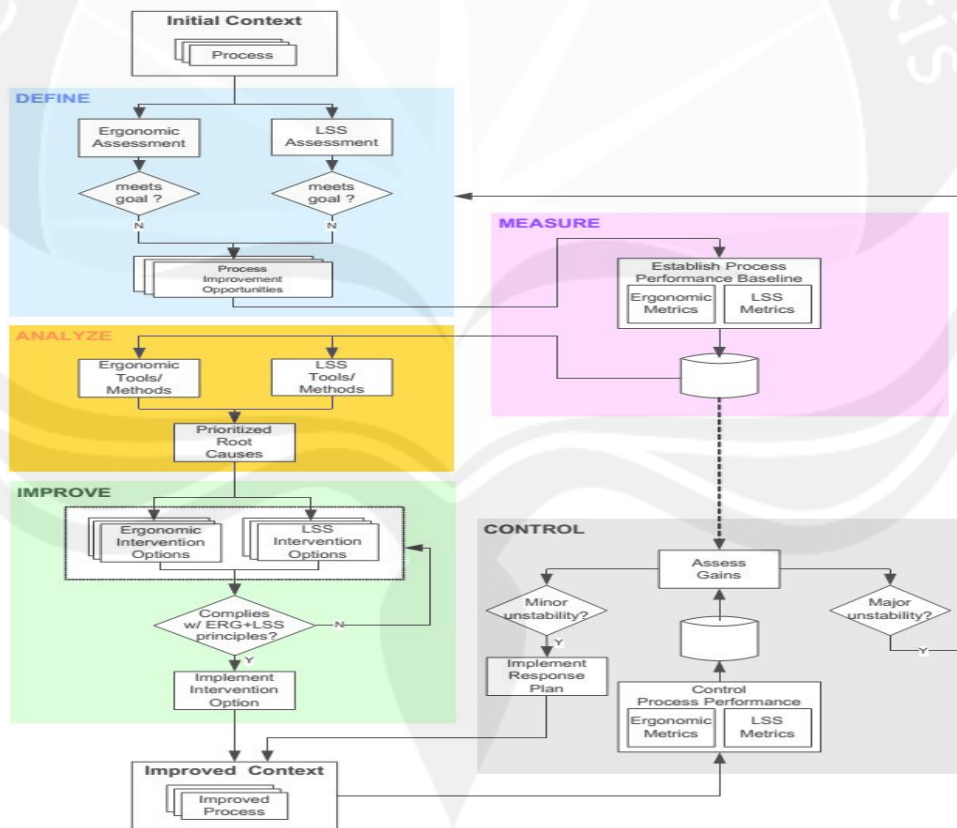
Sedangkan *Lean six sigma* juga merupakan metode gabungan dari konsep *lean* dan konsep *six sigma*. Penggabungan antara dua konsep tersebut dilakukan dengan cara mengintegrasikan konsep *lean* pada *tools six sigma* DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). *Goals* utama dari *lean* adalah mengurangi kompleksitas dan mereduksi pemborosan yang terjadi disepanjang proses *value stream*, sedangkan *goals* dari *six sigma* adalah meningkatkan kapabilitas proses dan mencapai kualitas superior yaitu *zero defects* dengan cara menghilangkan variasi-variasi proses yang terjadi. Jadi konsep *lean six sigma* dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, yaitu suatu pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan atau aktivitas *Non Value Added* melalui peningkatan yang dilakukan terus-menerus untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma (Gaspersz, 2006). *Lean six sigma* lebih fokus pada perbaikan proses dengan menggunakan data yang diperoleh sehingga dapat diketahui letak permasalahan pada sistem kerja perusahaan dan dapat diidentifikasi penyebab dari permasalahan tersebut untuk dilakukan perbaikan. Namun kekurangan dari metode LSS adalah

metode ini hanya berfokus pada produktivitas eksternal perusahaan, dan kurang memperhatikan produktivitas internalnya.

Jadi, metode *Lean Ergonomic Six Sigma* (LESS) merupakan suatu metode yang digunakan untuk memaksimalkan produktivitas eksternal perusahaan untuk menghilangkan pemborosan atau *waste* yang terjadi dengan cara melakukan peningkatan atau perbaikan produktivitas internal perusahaan untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma.

### 2.2.5. Metodologi *Lean Ergonomic Six Sigma* (LESS)

Metodologi *Lean Ergonomic Six Sigma* yang digunakan adalah dengan menggunakan tahapan DMAIC. Menurut Nunes (2015) keterkaitan atau integrasi antara ergonomi dan *Lean Six Sigma* ditunjukkan pada *framework integration* berikut ini :



**Gambar 2.3. Kerangka Integrasi antara Ergonomi dan *Lean Six Sigma* (Nunes, 2015)**

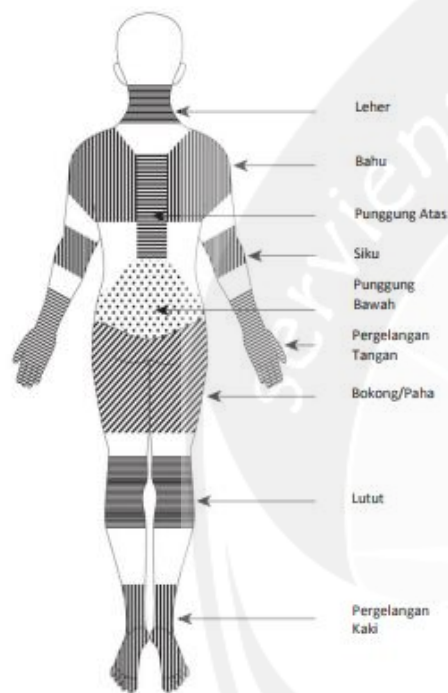
Pada Gambar 2.3. diatas menggambarkan tentang integrasi diantara kedua konsep yaitu *six sigma* dan ergonomi. Pada tahap DMAIC pertama yaitu tahap *define* dilakukan pengidentifikasian permasalahan yang terjadi di perusahaan dengan pendekatan ergonomi dan juga dengan pendekatan *lean six sigma* (LSS), jika pada masing-masing pendekatan tidak didapatkan hasil maka dibagian akhir dari tahap *define* akan dilihat apakah ada peluang perbaikan dari pengidentifikasian secara ergonomi dan LSS. Lanjut ke tahap kedua yaitu *measure*, dimana akan dilakukan proses pembentukan *baseline* kinerja masing-masing pendekatan (ergonomi dan LSS) disesuaikan dengan permasalahan yang teridentifikasi pada masing-masing pendekatan. Pada tahap ketiga yaitu tahap *analyze* akan dilakukan analisis akar penyebab dari permasalahan ergonomi dan LSS yang terjadi. Lalu masuk ke tahap *improve* diberikan rekomendasi perbaikan dan akan disesuaikan dengan prinsip ERG (*Enterprise Risk Governance*) (tata kelola resiko) dan LSS, setelah itu dilakukan implementasi perbaikan jika rekomendasi perbaikan yang diberikan belum sesuai dengan prinsip ERG dan LSS maka akan dilakukan analisis ulang mengenai pilihan *intervention* pada masing-masing pendekatan. Ditahap akhir yaitu tahap *control* akan dilakukan pengawasan dan penilaian terhadap kinerja dari proses perbaikan yang dilakukan pada permasalahan ergonomi dan LSS yang terjadi. Jika hasil yang didapatkan buruk (proses tidak stabil) akan dilakukan pengidentifikasian ulang dari tahap *define*, sedangkan jika hasil yang didapatkan cukup baik (*minor unstability*) proses perbaikan akan terus dilanjutkan. Berdasarkan pada *framework integration* pada Gambar 2.3. tersebut, maka langkah-langkah DMAIC untuk metode LESS yang akan dilakukan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

a. *Define*

Tahap ini merupakan tahap pengidentifikasian permasalahan yang terjadi di perusahaan. CTQ atau *Critical To Quality* sangat mempengaruhi tahap *define* karena CTQ digunakan sebagai dasar identifikasi yang akan dilakukan. Pada tahap *define* ini, *tools* yang akan digunakan yaitu kuesioner SNQ, VOC, CTQ *tree* dan diagram SIPOC.

i. Kuesioner SNQ (*Standard Nordic Questionnaire*)

Kuesioner SNQ adalah *tools* yang digunakan untuk mengetahui gangguan otot-rangka yang mempengaruhi operator dalam bekerja.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
<b>LEHER</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
<b>BAHU</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
<b>PUNGGUNG ATAS</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
<b>SIKU</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
<b>PUNGGUNG BAWAH</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
<b>PERGELANGAN TANGAN</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
<b>BOKONG/PAHA</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
<b>LUTUT</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
<b>PERGELANGAN KAKI</b>	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Gambar 2.4. Kuesioner SNQ ([www.pei.or.id](http://www.pei.or.id))



Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/ nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/ terapis?
LEHER	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BOKONG/PAHA	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
LUTUT	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN KAKI	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya

Gambar 2.4. Kuesioner SNQ (lanjutan) ([www.pei.or.id](http://www.pei.or.id))

ii. VOC (*Voice Of Customer*)

*Voice Of Customer* adalah pendapat atau suara dari pelanggan untuk mengetahui dan mendeskripsikan kebutuhan atau keinginan pelanggan dari suatu produk atau jasa tertentu. VOC berguna untuk : memutuskan produk atau layanan yang akan diberikan, mengidentifikasi *future* kritis dan spesifikasi yang wajib ada, memutuskan fokus usaha perbaikan yang akan dilakukan, dan mengidentifikasi faktor yang bisa memberikan kepuasan kepada pelanggan. VOC dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan kuesioner tertulis dan dengan menggunakan kuesioner *online*. Hasil dari VOC kemudian menjadi dasar penentuan CTQ *tree* ditahap berikutnya.

iii. CTQ *tree*

*Critical To Quality* atau CTQ *tree* merupakan karakteristik kualitas dari suatu produk yang sangat berpengaruh untuk menentukan kepuasan pelanggan. Berikut langkah pembuatan CTQ *tree* :

1. Mengidentifikasi produk atau jasa yang akan diteliti
2. Mengidentifikasi persyaratan pelanggan terkait dengan produk atau jasa yang diteliti. Contohnya dengan menggunakan *Voice Of Customer* atau dapat dilakukan dengan cara lain seperti wawancara, *survey* dan *brainstorming*.
3. Menerjemahkan bahasa atau suara pelanggan menjadi kebutuhan pelanggan.

iv. Diagram SIPOC

SIPOC yang terdiri dari *Supplier-Input-Process-Output-Customer* adalah suatu diagram yang menggambarkan seluruh elemen-elemen yang terlibat dalam suatu proses bisnis (Evans & Lindsay, 2007). Berikut penjelasan masing-masing elemen yang terlibat dalam proses bisnis :

1. *Supplier*, merupakan orang atau kelompok yang menyediakan informasi, material atau sumber daya lainnya untuk memenuhi kebutuhan.
2. *Input* adalah segala sesuatu seperti layanan, material dan informasi yang dibutuhkan untuk membuat barang/jasa untuk dijual.
3. *Process* adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk memproses *input* menjadi *output* yang akan dijual ke konsumen.
4. *Output* adalah keluaran atau hasil akhir dari proses.
5. *Customers* adalah pihak yang menerima *output*.

## b. *Measure*

*Measure* merupakan tahap kedua dalam *Six Sigma* dimana pada tahap ini akan dilakukan pengukuran tingkat resiko dalam bekerja dengan menggunakan analisis REBA, pengukuran pada tingkat *output* yaitu dengan cara menghitung nilai sigma, melakukan validasi pada sistem pengukuran dengan menggunakan *Attribute Measurement System Analysis*, melakukan pengukuran kapabilitas proses produksi dengan menggunakan *capability analysis*, dan mengidentifikasi cacat potensial yang terjadi dengan menggunakan *pareto chart*.

### i. Analisis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

REBA adalah metode untuk menilai postur tubuh seseorang akan resiko sikap tubuh seseorang ketika melakukan pekerjaan (Web, 2002). Kelebihan dari analisis REBA antara lain :

1. REBA merupakan metode cepat untuk menganalisis postur tubuh yang dapat menyebabkan resiko ergonomi.
2. Dapat digunakan untuk menganalisis postur tubuh yang stabil dan tidak stabil
3. Metode yang peka terhadap resiko kerangka otot dalam pekerjaan
4. Fasilitas kerja dan metode kerja yang lebih baik dapat ditinjau dari analisis yang telah dilakukan
5. Skor akhir dari metode dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yaitu untuk menentukan prioritas perbaikan dan perubahan yang perlu dilakukan.

Berikut akan dijelaskan langkah-langkah dalam melakukan analisis REBA :

1. Pengambilan data postur tubuh ketika melakukan pekerjaan untuk setiap langkah dengan menggunakan foto atau video.
2. Menentukan sudut-sudut dari postur tubuh pekerja.
3. Melakukan penilaian dan perhitungan skor REBA.

## REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000): 201-205

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**

**Step 1a: Adjust...**  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**

**Step 2a: Adjust...**  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +2

**Step 3: Legs**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

**Step 7a: Adjust...**  
 If shoulder is twisted: -1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

**Step 9: Locate Wrist Position:**

**Step 9a: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline or rotated: Add -1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling: acceptable with another body part: fair: +1  
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Table C Score	+	Activity Score
Final REBA Score		

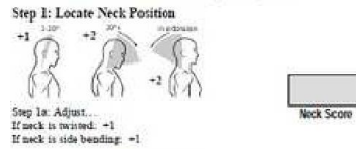
Gambar 2.5. REBA Worksheet (Hignett & McAtamney, 2000)

Gambar 2.5. merupakan REBA worksheet yang digunakan untuk menilai postur kerja. Penilaian yang dilakukan meliputi : postur batang tubuh, postur kaki, postur lengan atas, postur lengan bawah, dan postur pergelangan tangan. Berikut akan dijelaskan penilaian tiap bagian tubuh yang dilakukan.

Bagian A :

### 1. Leher

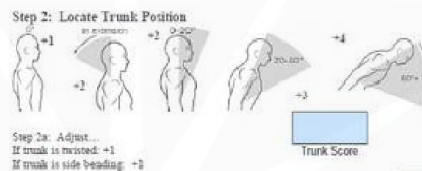
Pada REBA worksheet penilaian postur leher terbagi dalam 3 yaitu membentuk sudut  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  kearah depan akan mendapatkan skor leher +1, sedangkan jika leher cenderung menengadahkan kearah belakang dan jika membentuk sudut  $>20^{\circ}$  kearah depan diberi skor +2. Namun ketika pekerja melakukan salah satu postur seperti yang sudah dijabarkan tetapi posisi leher memutar atau terlalu menunduk akan diberikan tambahan skor +1. Semakin kecil nilai skor leher akan semakin kecil resiko yang diakibatkan.



**Gambar 2.6. Kriteria Skor Postur Leher**

2. Postur batang tubuh

Penilaian pada postur batang tubuh terdiri dari 4 bagian yaitu membentuk sudut  $0^\circ$  dengan skor +1, membentuk sudut  $0^\circ$ - $20^\circ$  atau terlalu menengadahkan kebelakang akan mendapat skor +2, membentuk sudut  $20^\circ$ - $60^\circ$  mendapat skor +3, dan membentuk sudut  $>60^\circ$  akan mendapat skor +4. Masing-masing postur akan ditambahkan skor +1 jika postur batang tubuh melakukan gerakan berputar ataupun menekuk kesamping.



**Gambar 2.7. Kriteria Skor Postur Batang Tubuh**

3. Postur kaki

Penilaian postur kaki terbagi menjadi 2 yaitu posisi kaki sejajar mendapat skor +1, posisi salah satu kaki menekuk mendapat skor +2. Setiap postur kaki akan di tambahkan dengan +1 lagi jika posisi kaki membentuk sudut  $30^\circ$ - $60^\circ$  dan akan ditambahkan +2 jika posisi kaki membentuk sudut  $>60^\circ$ .



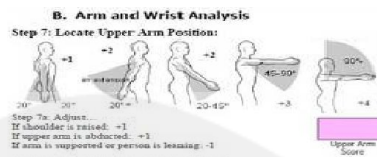
**Gambar 2.8. Kriteria Skor Postur Kaki**

Bagian B :

1. Postur lengan atas

Penilaian postur lengan atas terbagi menjadi 4 yaitu membentuk sudut  $0^\circ$ - $20^\circ$  akan mendapat skor +1, membentuk sudut  $20^\circ$ - $45^\circ$  akan

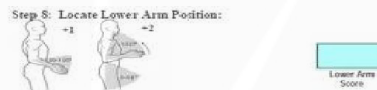
mendapat skor +2, membentuk  $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$  akan mendapat skor +3, dan terakhir membentuk sudut  $>90^{\circ}$  akan mendapat skor +4.



**Gambar 2.9. Kriteria Skor Postur Lengan Atas**

2. Postur lengan bawah

Penilaian postur lengan bawah terbagi menjadi 2 yaitu membentuk sudut  $60^{\circ}$ - $100^{\circ}$  akan mendapatkan skor +1 dan jika membentuk sudut  $<60^{\circ}$  atau  $>100^{\circ}$  akan mendapatkan skor +2.



**Gambar 2.10. Kriteria Skor Postur Lengan Bawah**

3. Postur pergelangan tangan

Untuk postur pergelangan tangan terbagi menjadi 2 yaitu membentuk sudut  $>-15^{\circ}$ - $<+15^{\circ}$  akan mendapatkan skor +1 dan jika membentuk sudut  $<-15^{\circ}$  atau  $>+15^{\circ}$  akan mendapatjan skor +2.



**Gambar 2.11. Kriteria Skor Postur Pergelangan Tangan**

ii. *Process Sigma Analysis*

*Process sigma analysis* adalah *tools* yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada tingkat *output* yaitu untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses dalam memenuhi kebutuhan customer. Hasil pengukuran pada tingkat *output* dilakukan dengan menghitung nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan juga nilai sigma suatu proses.

1. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) (Evans dan Lindsay, 2005)

DPMO adalah metode pengukuran jumlah cacat yang dihasilkan oleh suatu proses untuk setiap satu juta peluang. Berikut rumus untuk perhitungan DPMO :

$$DPMO = \frac{D}{U \times O} \times 100000 \quad (2.14)$$

Keterangan :

- D = Jumlah produk cacat  
 U = Jumlah produk yang diperiksa  
 O = Jumlah kemungkinan cacat

## 2. Nilai Sigma

Nilai sigma didapatkan setelah didapatkan nilai DPMO terlebih dahulu. Untuk mengkonversikan nilai DPMO ke nilai sigma menggunakan fungsi logika di *Microsoft Excel* (Bass & Lawton, 2009). Rumus Fungsi logika yang digunakan adalah :

$$= \text{IF}(X=0, "", \text{IF}((Y/1000000) > 0.933199, 0, \text{IF}((Y/1000000) > 0.5, 1.5 - \text{ABS}(\text{NORMSINV}(Y/1000000)), \text{ABS}(\text{NORMSINV}(Y/1000000)) + 1.5))))$$

Keterangan :

- X = Jumlah Produksi  
 Y = Nilai DPMO

### iii. *Attribute Measurement System Analysis* (MSA)

Menurut Allen (2006) *Attribute MSA* adalah *tools* yang digunakan untuk mengetahui sistem pengukuran terhadap data atribut yang dilakukan sudah benar atau belum. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengukuran MSA:

1. Memilih atau menentukan beberapa operator minimal 2 orang untuk melakukan pemeriksaan produk.
2. Menentukan jumlah perulangan atau *trial* pengukuran yang akan dilakukan.
3. Mempersiapkan sejumlah sampel atau objek yang akan diukur oleh *appraiser* dengan persentase jumlah produk cacat 40% dan produk baik 60% lalu diberi nomor untuk masing-masing produk.
4. Membuat urutan pemeriksaan produk yang sudah diberi nomor dengan menggunakan *Software Minitab 16*.
5. *Appraiser* melakukan pemeriksaan produk sesuai urutan yang sudah dibuat, lalu dicatat hasil pemeriksaan dari *appraiser*.

6. Data yang didapatkan kemudian diolah menggunakan *Software Minitab* 16. Jika nilai *Fleiss kappa* yang didapatkan 0,7-1 mengindikasikan bahwa pengukuran yang dilakukan oleh *appraiser* sudah baik. Berikut rumus *Fleiss' kappa* yang digunakan menurut Gupta (2004) :

$$Fleiss'kappa = \frac{Po+Pe}{1-Pe} \quad (2.15)$$

$$Po = \frac{1}{Nn(n-1)} \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k X_{ij}^2 - Nn \right] \quad (2.16)$$

$$Pe = \sum \left[ \frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^N X_{ij} \right] \quad (2.17)$$

Keterangan :

Po = Proporsi *appraiser* k kali menilai setuju

Pe = Proporsi yang diharapkan dari *appraiser* k kali menilai setuju

Pj<sup>2</sup> = Proporsi yang diharapkan disetujui pada tiap kategori

N = Jumlah subjek

n = Jumlah penilai

k = Kategori skala

Xij = Jumlah penilai yang menempatkan subjek ke-i ke kategori ke-j

#### iv. *Capability Process Analysis*

Menurut Gaspersz (2002), *capability process analysis* adalah suatu analisis variabilitas relatif terhadap persyaratan atau spesifikasi produk serta untuk membantu pengembangan produksi dalam memnghilangkan banyaknya variabilitas yang terjadi. *Capability process analysis* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan suatu proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang telah diterapkan oleh menejemen berdasarkan keutuhan *customer*. Pengukuran *capability process analysis* dilakukan dengan menggunakan *Software Minitab* 16. *Output* yang didapatkan dari *capability process analysis* ini ada 4 menurut Gaspersz (2002) yaitu sebagai berikut :

##### 1. *U-chart*

*U-Chart* digunakan untuk melihat data sampel yang berada diluar batas kendali. *U-chart* digunakan ketika data yang diteliti merupakan data



atribut dan merupakan data *nonconformities* serta data yang diteliti memiliki ukuran subgroup yang bervariasi.

Menentukan *average number of nonconformities* per unit untuk ukuran sampel yang berbeda :

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} \quad (2.18)$$

Perhitungan UCL dan LCL :

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2.19)$$

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2.20)$$

Keterangan :

$\bar{u}$  = *Average number of nonconformities* per unit

$\sum n$  = jumlah total ukuran sampel

$\sum c$  = jumlah *nonconformities*

UCL = Batas kendali atas

LCL = Batas kendali bawah

n = Besar *subgroup*

## 2. *Defect Rate*

*Defect rate* digunakan untuk melihat apakah sampel yang dianalisis mengikuti distribusi *poisson* atau tidak yaitu dengan cara memplotkan nilai DPU yang sudah terhitung.

## 3. *Cumulative DPU*

*Cumulative DPU* digunakan untuk membantu dalam menentukan sampel yang digunakan apakah sudah cukup untuk mengestimasi rata-rata *Defect Per Unit* (DPU). Idealnya grafik DPU dikatakan stabil jika plot sampel pada grafik cenderung lurus (tidak naik-turun).

## 4. *Histogram* distribusi DPU

*Histogram* distribusi DPU untuk membantu atau memvisualisasikan pola distribusi cacat untuk membandingkan dengan pola ideal yang diharapkan.

#### v. *Pareto Chart*

*Pareto chart* merupakan suatu grafik yang mengurutkan data cacat dari kiri ke kanan secara urut dari frekuensi tertinggi hingga frekuensi terendah. Dengan *pareto chart* mempermudah dalam menentukan tindakan perbaikan pada cacat yang terjadi.

#### c. *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahap dimana akan dilakukan identifikasi penyebab masalah yang terjadi. *Tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi adalah *cause effect diagram* dan FMEA (*Failure Mode Effect analysis*).

*Cause effect diagram* atau sering disebut sebagai *fishbone diagram* diperkenalkan oleh Profesor Karou Ishikawa pada tahun 1953 (Nasution, 2004). Diagram ini digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor atau akar penyebab dari masalah yang terjadi seperti manusia, metode, mesin, material dan lingkungan kerja.

##### i. Manusia

Berkaitan dengan kemampuan dari pekerja seperti keterampilan, pengalaman dan pengetahuannya dalam melakukan pekerjaan.

##### ii. Metode

Metode berkaitan dengan ada tidaknya metode kerja yang ditetapkan dari perusahaan, kesesuaian operator dalam bekerja dengan prosedur yang telah ditetapkan dan jelas tidaknya prosedur yang sudah ada.

##### iii. Mesin

Berkaitan dengan ada tidaknya perawatan atau pengecekan mesin secara berkala, kemampuan dari mesin untuk beroperasi dan kelengkapan spesifikasi fungsi dari mesin.

##### iv. Material

Material dapat berkaitan dengan kriteria dari material seperti berat atau bau dari material yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi yang terjadi atau dapat juga berkaitan dengan spesifikasi kualitas material yang digunakan dan juga kesesuaian spesifikasi material yang digunakan dengan spesifikasi material yang telah ditetapkan.

##### v. Lingkungan kerja

Lingkungan kerja berkaitan dengan kebersihan, kenyamanan, kesehatan, keselamatan kerja dan kondisi lingkungan disekitar tempat kerja.

Sedangkan FMEA menurut Gaspersz (2002) merupakan suatu prosedur kerja terstruktur yang mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Namun dalam FMEA tidak hanya mengidentifikasi mode kegagalan yang terjadi saja, melainkan juga cara pengendalian. Berikut langkah-langkah dalam analisis FMEA :

1. Menentukan proses-proses yang akan dianalisis (*Process step*) dan mode kegagalan (*Potensial failure modes*) yang terjadi
2. Mencatat efek (*Potensial failure effects*) yang diakibatkan dari mode kegagalan yang terjadi. Kemudian efek atau akibat dari bahaya tersebut dinilai dengan menggunakan tabel *severity*.

**Tabel 2.9. Rating for Severity**

Ranking	Severity	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi output
5	rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	tidak ada efek	Tidak ada efek

3. Setelah itu dilakukan identifikasi penyebab kegagalan yang terjadi (*Potensial causes*), dan dinilai menggunakan tabel *occurrence* untuk mengetahui frekuensi terjadinya kegagalan.

**Tabel 2.10. Rating for Occurrence**

Ranking	Occurrence	Deskripsi
10	sangat sering	$\geq 1$ in 2
9	sangat tinggi	1 in 3
8	tinggi	1 in 8
7	cukup tinggi	1 in 20
6	sedang	1 in 80
5	rendah	1 in 400

**Tabel 2.10. Rating for Occurence (lanjutan)**

Ranking	Occurence	Deskripsi
4	sangat rendah	1 in 2000
3	kecil	1 in 15.000
2	sangat kecil	1 in 150.000
1	hampir tidak ada	1 in 1.500.000

4. Langkah berikutnya yaitu mencatat teknik pengendalian kegagalan yang dilakukan saat ini (*Current control*), lalu pengendalian yang dilakukan dinilai dengan menggunakan *detection* yaitu untuk melihat tingkat kesulitan pengendalian kegagalan yang terjadi.

**Tabel 2.11. Rating for Detection**

Ranking	Detection	Deskripsi	Frekuensi kejadian
10	tidak pasti	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali	100 in 1000
9	sangat kecil		50 in 1000
8	kecil	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali.	20 in 1000
7	sangat rendah		10 in 1000
6	rendah	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderate. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab itu terjadi.	5 in 1000
5	sedang		2 in 1000
4	menengah keatas		1 in 1000
3	tinggi	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah.	0,5 in 1000
2	sangat tinggi		0,1 in 1000
1	hampir pasti	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul.	0,01 in 1000

5. Langkah terakhir yaitu melakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk menentukan prioritas mode kegagalan yang akan dilakukan perbaikan. Nilai RPN didapatkan dari *severity x occurence x detection*.

**d. Improve**

Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan dari akar penyebab permasalahan yang sudah teridentifikasi pada *cause effect diagram*. Perbaikan akan diurutkan sesuai dengan hasil RPN yang telah dihitung dengan menggunakan FMEA.

Setelah itu, akan dibuat matriks evaluasi untuk rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan dengan melihat tiga faktor yaitu biaya, implementasi dan *acceptability* pengguna. Pembuatan matrik evaluasi rekomendasi perbaikan

bertujuan untuk melihat ketersediaan dan kesiapan dari tempat penelitian dalam menerapkan rekomendasi perbaikan yang diberikan. Pembuatan matriks evaluasi rekomendasi perbaikan dilakukan dengan cara *brainstorming* langsung dengan narasumber.

**e. Control**

Tahap *control* merupakan tahap untuk mengendalikan perbaikan yang akan dilakukan dan bagaimana agar perbaikan tersebut dapat terus berlangsung. Bentuk *control* yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

i. Pengawasan secara langsung

Pengawasan secara langsung dilakukan oleh pengawas/manajer yang mengetahui dan menguasai metode, standar kerja ataupun panduan kerja yang berlaku di perusahaan. Manajer memeriksa pekerjaan yang sedang dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan dikerjakan dengan benar dan hasilnya sesuai dengan yang dikehendakinya.

ii. *Checksheet*

*Checklist sheet* merupakan dokumen sederhana yang digunakan untuk mengumpulkan data dan berbentuk daftar yang harus diperiksa dan berisi faktor-faktor tertentu yang menjadi fokus pengawasan atau pengendalian.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi Penelitian merupakan landasan supaya proses penelitian berjalan secara sistematis, terstruktur dan terarah. Berikut akan dijelaskan tahapan-tahapan dalam penelitian ini.

#### **3.1. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian**

Pada tahap pertama ini dilakukan identifikasi permasalahan yang ada pada Konveksi *Promise Clothing Lab*. Identifikasi dapat dilakukan setelah observasi/pengamatan langsung di lokasi penelitian atau wawancara dengan *owner* dan juga pekerja pada konveksi tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah pengurangan *waste* yang teridentifikasi dengan pendekatan ergonomi yang diselesaikan menggunakan metode *Lean Ergonomi Six Sigma* (LESS).

#### **3.2. Tahap Pengolahan dan Analisis Data**

Tahap pengolahan dan analisis data dapat dilakukan setelah tahap pengumpulan data selesai. Pada tahap ini, metode yang akan digunakan untuk mengolah dan menganalisis data adalah metode *LESS (Lean Ergonomic Six Sigma)*. Metode *LESS* dipilih karena metode ini dapat digunakan sebagai *tool* untuk melakukan pengurangan *waste* yang terjadi di konveksi dengan cara meningkatkan kemampuan operator dalam menghasilkan produk dengan menekan kemungkinan terjadinya resiko atau *error* kerja secara sistematis dan menekan kemungkinan terjadinya cacat produk.

##### **1.2.1. Tahap Pengolahan dan Analisis Data LESS**

Berikut langkah-langkah pengolahan dan analisis data yang akan dilakukan :

###### **a. WRM (*Waste Relationship Matrix*)**

Sebelum masuk ke tahap DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Contol*) akan dilakukan identifikasi hubungan keterkaitan *seven waste* yang terjadi pada konveksi terlebih dahulu yaitu dengan menggunakan *WRM (Waste Relationship Matrix)*. Analisis *WRM* dengan cara melakukan wawancara pada 3 responden yang mengetahui seluk-beluk proses produksi dari awal hingga akhir pada konveksi seperti pemilik konveksi, manajer produksi dan operator penanggung jawab bagian proses produksi. *Seven waste* yang akan diidentifikasi terdiri dari *waste overproduction, transportation, motions, defects,*

*overprocessing*, *inventory* dan *waiting* penjelasan masing-masing *waste* dapat dilihat pada BAB 2 halaman 13.

b. VSM (*Value Stream Mapping*)

Setelah analisis WRM selesai dilakukan, langkah selanjutnya yaitu membuat VSM. Analisis VSM dibuat dengan tujuan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi berdasarkan pada proses produksi yang terjadi di perusahaan mulai dari material masuk hingga produk jadi sampai ke tangan *customers*. Hasil VSM ini digunakan untuk memperkuat hasil *waste* yang teridentifikasi pada analisis WRM ditahap sebelumnya, sehingga *waste* dominan yang sudah teridentifikasi pada analisis WRM dan VSM akan di analisis lebih lanjut di tahap berikut ini. Penyelesaian *waste* dominan yang teridentifikasi akan diselesaikan dengan menggunakan konsep DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*).

c. DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*)

Tahap DMAIC merupakan tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan *waste* yang telah teridentifikasi secara sistematis. Berikut penjelasan masing-masing tahapan dari DMAIC :

i. *Define*

Tahap *define* dalam LSS merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas. Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi data-data yang dibutuhkan dalam penelitian.

1. *Waste Motions*

Untuk *waste motions* akan dilakukan identifikasi kegiatan yang merupakan *waste motions* dari seluruh aktivitas VA dan NVA yang telah diidentifikasi terlebih dahulu. Lalu selanjutnya akan dilakukan identifikasi pula mengenai akibat atau keluhan akibat dari *waste motions* yang telah teridentifikasi. Identifikasi keluhan dilakukan untuk melihat seberapa besar dampak yang diakibatkan bagi operator. Identifikasi keluhan ini dilakukan hanya pada operator stasiun kerja sablon, yang berjumlah 5 orang. *Survey* dilakukan dengan menggunakan kuesioner SNQ (*Standar Nordic Questionnaire*), dimana kuesioner ini akan membahas keluhan yang dirasakan operator selama 12 bulan dan 7 hari terakhir.

## 2. *Waste Defect*

Sedangkan untuk *waste defect* pada tahap *define* data yang diidentifikasi adalah persyaratan pelanggan terhadap produk kaos sablon yang diinginkan menggunakan *Voice Of Customers* (VOC), hasil dari VOC tersebut akan digunakan untuk mengidentifikasi CTQ atau *Critical To Quality*. Setelah CTQ didapatkan maka jenis cacat sablon kaos dapat dirumuskan. Data jenis cacat tersebut yang akan diamati lebih lanjut di konveksi. Selanjutnya mengidentifikasi elemen-elemen yang terlibat dalam usaha konveksi dengan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier - Inputs - Process - Outputs - Customer*), sehingga dapat diketahui elemen apa saja yang berpengaruh dalam perusahaan. Diagram SIPOC memberikan gambaran yang mengenai pengaruh dari proses terhadap pelayanan ke *customers*.

### ii. *Measure*

Pada tahap *measure* akan dilakukan pengukuran pada masing-masing *waste*. Pengukuran pada masing-masing *waste* akan dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. *Measure waste motions*

Pada *waste motions* pengukuran yang dilakukan adalah penilaian REBA pada setiap elemen kegiatan proses sablon dari merentangkan kain pada meja hingga *press* kaos sablon. Penilaian REBA dilakukan untuk menentukan elemen kegiatan mana yang memiliki resiko kerja tertinggi.

#### 2. *Measure waste defects*

Pada *waste defects* akan dilakukan pengukuran nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan nilai sigma dari konveksi selama 1 bulan kerja. Pengukuran nilai DPMO dilakukan untuk menunjukkan jumlah produk cacat dalam satu juta kemungkinan, untuk penjelasan DPMO secara lengkap dapat dilihat di BAB 2 halaman 42, sedangkan untuk nilai *sigma* dapat diketahui dari hasil perhitungan DPMO yang telah dihitung terlebih dahulu.

Setelah nilai sigma didapat maka dilakukan analisis MSA (*Measurement System Analysis*) yaitu untuk mengetahui sistem pengukuran atau inspeksi yang dilakukan oleh operator terhadap masing-masing jenis cacat yang ditemukan sudah benar atau belum. Jika sistem pengukuran sudah benar maka dapat dilanjutkan ke pengukuran kapabilitas proses produksi di konveksi.



Pengukuran kapabilitas proses produksi di konveksi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan proses produksi dikonveksi dalam menghasilkan produk kaos sablon yang baik. Kapabilitas proses juga menunjukkan kemampuan suatu proses dalam memenuhi persyaratan teknis atas produk yang diproduksi.

Langkah terakhir dalam tahap *measure* untuk *waste defects* adalah menentukan jenis cacat sablon yang paling dominan terjadi selama proses produksi dengan menggunakan diagram pareto.

### iii. *Analyze*

Tahap *Analyze* adalah tahap untuk mengetahui akar penyebab terjadinya suatu masalah. Pada tahap ini masing-masing *waste* akan dianalisis menggunakan *cause effect diagram* untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* tersebut. Setelah itu hasil yang didapatkan dari *cause effect diagram* akan dianalisis menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) untuk mengetahui prioritas penyebab masalah yang paling membutuhkan perbaikan.

### iv. *Improve*

Tahap *improve* adalah tahap perbaikan dari penyebab masalah yang sudah dianalisa pada tahap *analyze*. Dari nilai RPN yang sudah didapat pada analisis FMEA akan diurutkan dari RPN terbesar hingga RPN terkecil, kemudian tiap elemen kegiatan akan diberikan bentuk perbaikan yang sesuai. Setelah itu akan dibuat matriks evaluasi rekomendasi perbaikan untuk melihat kesiapan dan kemampuan dari tempat penelitian dalam menerapkan rekomendasi perbaikan yang diberikan.

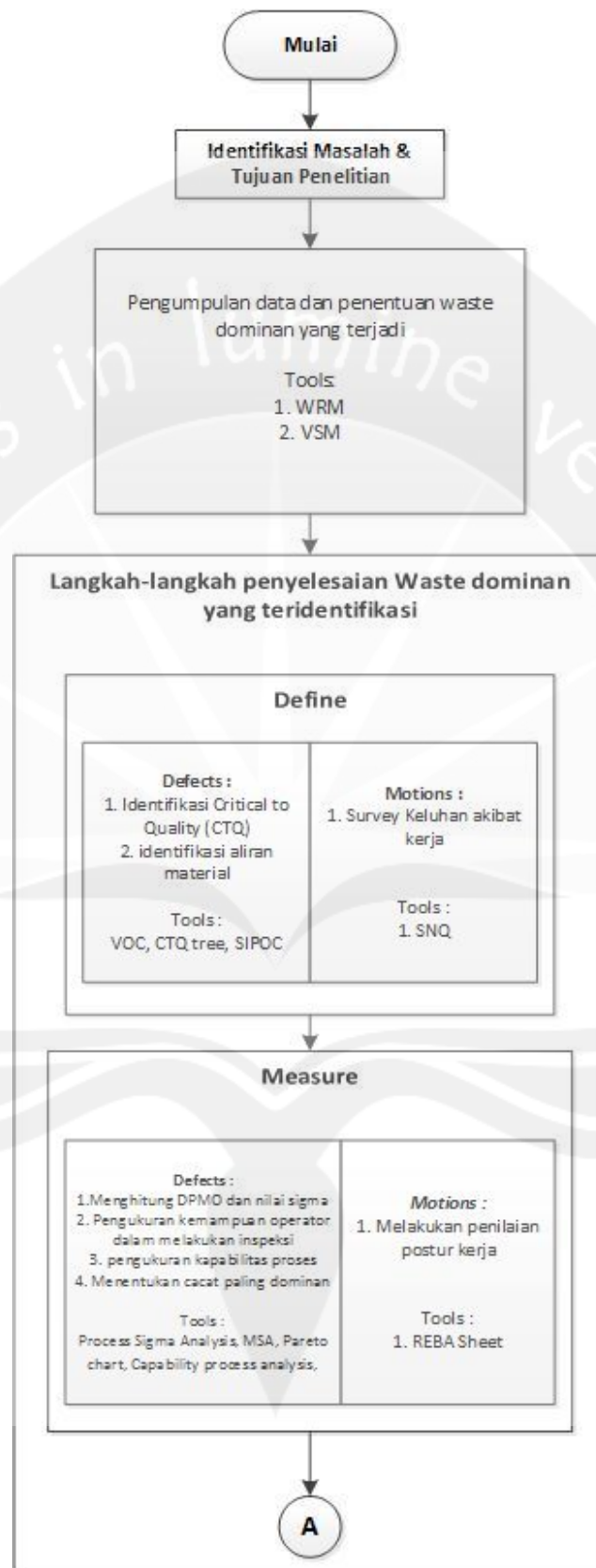
### v. *Control*

Tahap *control* merupakan tahap pengendalian perbaikan yang diterapkan agar tetap dapat berlangsung terus menerus. *Tools* yang dipergunakan dalam tahap ini adalah *checksheet* dan dilakukan pengawasan langsung di lokasi kerja.

## 3.3. Kesimpulan

Bab ini merupakan bab akhir dari penulisan tugas akhir penelitian. Kesimpulan berisi ringkasan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan, serta jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian.

Berikut gambaran dari tahapan-tahapan proses yang akan dilakukan :



Gambar 3.1. *Flowchart* Metodologi Penelitian



**Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian (lanjutan)**

## **BAB 4**

### **DATA DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1. Profil Perusahaan**

Konveksi X merupakan salah satu Usaha Kecil Menengah (UKM) yang berdiri pada tahun 2001. UKM ini bergerak di bidang konveksi yang menghasilkan produk baju distro seperti *T-shirt*, *Polo Shirt*, *Rubber*, dan Jaket. Konveksi X beralamat di Yogyakarta. Konveksi X tidak hanya menjual produk di *outlet* saja, tetapi juga menjual secara *online*. Konveksi X mendapatkan order dari berbagai komunitas di Yogyakarta dan memproduksi produk kaos sendiri. Usaha kecil menengah ini memiliki ciri khas kaos rohani dengan desain yang membawa pengharapan dan kasih iman kristiani.

Konveksi X ini memiliki keinginan untuk memenuhi harapan dari pelanggan atau customer berdasarkan dari jenis kain, desain, penyablonan, dan cat warna design. Konveksi X juga bertanggung jawab kepada pelanggan apabila produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan harapan pelanggan untuk dilakukan proses perbaikan desain secara terus menerus dan lebih memprioritaskan kualitas sesuai dengan permintaan pelanggan.

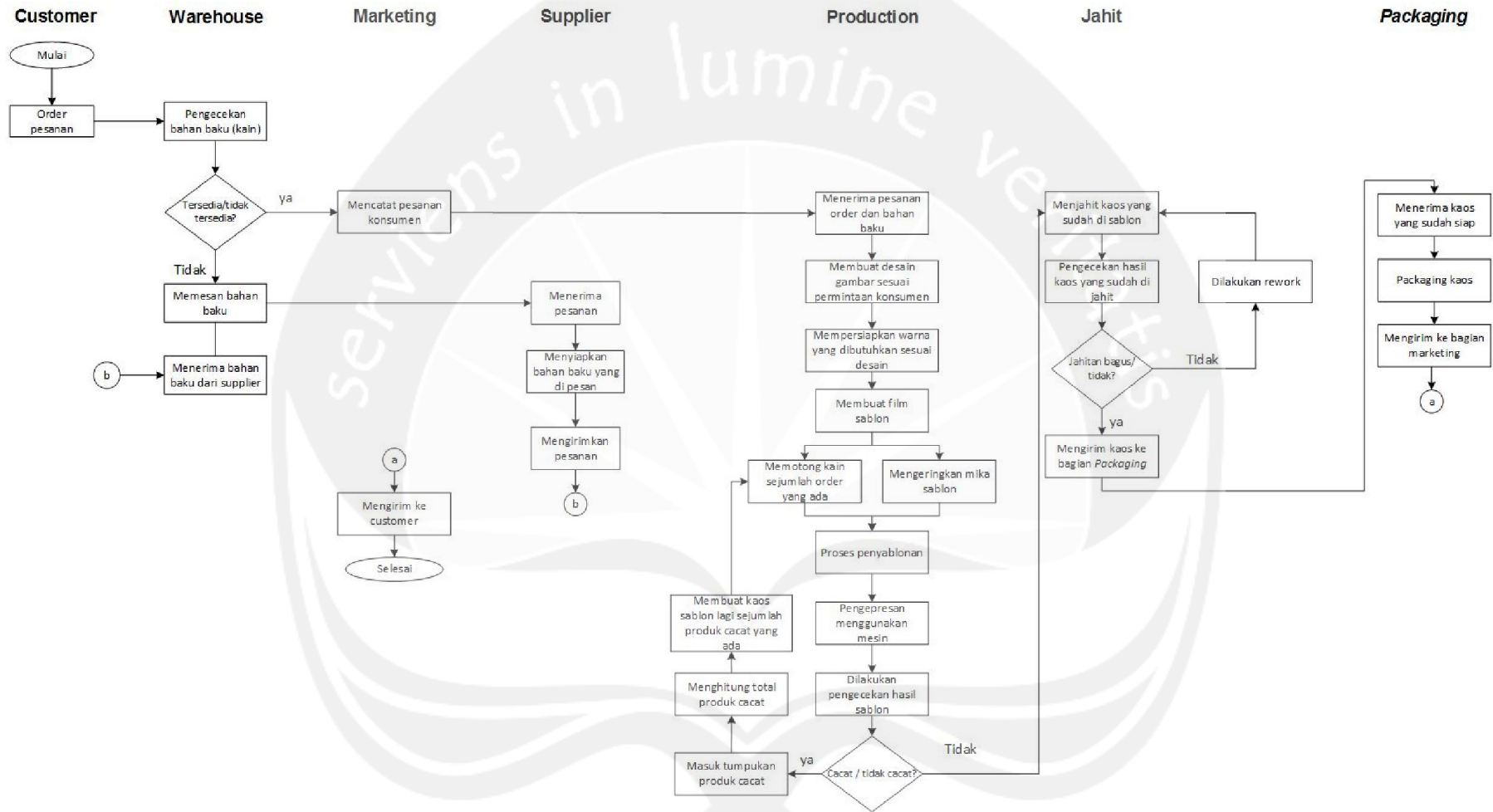
#### **4.2. Proses Bisnis**

Proses bisnis Konveksi X dimulai dari *customer* melakukan order atau pemesanan ke bagian *customer service* konveksi X. Lalu pesanan dari konsumen akan disampaikan ke bagian *warehouse* untuk melakukan pengecekan bahan baku terlebih dahulu. Jika bahan baku habis maka bagian *warehouse* terlebih dahulu akan melakukan pemesanan kain ke *supplier*. Setelah *supplier* menerima jumlah pesanan bahan baku/kain, *supplier* menyiapkan bahan baku tersebut dan mengirimkannya ke bagian *warehouse* konveksi X. Namun jika bahan baku sudah tersedia di *warehouse*, maka bagian *marketing* akan langsung melakukan pendataan pesanan konsumen yang akan di produksi.

Pesanan yang sudah di catat akan disampaikan ke bagian produksi, dimana di bagian produksi akan mulai melakukan pembuatan desain yang diminta konsumen. Selain itu di bagian produksi juga akan menyiapkan cat warna yang sesuai dengan desain yang diminta. Setelah itu akan dibuat film sablon berdasarkan desain. Setelah film sablon selesai, dilakukan pengeringan mika sablon dan juga pemotongan kain sejumlah dengan pesanan konsumen. Lalu

setelah proses persiapan sablon selesai, dapat dilanjutkan dengan proses penyablonan kaos. Setelah semua kaos tersablon, dilakukan pengepresan kaos sablon dengan menggunakan mesin *heatpress*. Pengepresan dilakukan dengan tujuan supaya sablon pada kaos lebih padat dan tertempel dengan sempurna pada kaos.

Setelah proses sablon selesai, bagian produksi akan melakukan inspeksi pada kaos yang sudah di sablon. Jika di temukan cacat maka kaos akan masuk ke produk *reject* dan dilakukan penyablonan ulang sebanyak jumlah cacat yang ditemukan. Untuk produk yang tidak cacat akan masuk ke proses selanjutnya yaitu proses sablon untuk dilakukan proses penjahitan. Lalu setelah kaos selesai dijahit dilakukan inspeksi lagi. Untuk kaos yang belum lolos seleksi akan dilakukan *rework*, untuk produk yang sudah lolos seleksi langsung akan dilakukan *packaging*. Setelah itu kaos dikirim ke konsumen yang memesan.



Gambar 4.2. Proses Bisnis Konveksi X

### 4.3. Proses Produksi dan Fasilitas Produksi

Berikut akan dijelaskan proses produksi dan juga fasilitas produksi yang ada di konveksi X :

#### 1.3.1. Proses Produksi

Proses produksi pembuatan kaos sablon akan dibagi menjadi 4 tahapan yaitu tahap pembuatan desain kaos, proses persiapan sablon (proses afdruk), proses penyablonan dan proses jahit.

Pada tahap pertama yaitu tahap pembuatan desain kaos, dimana bagian produksi akan membuat desain sesuai permintaan dari konsumen dengan *photoshop* atau *coreldraw*. Setelah desain disetujui oleh konsumen, desain tersebut di cetak di kertas kalkir.

Setelah itu masuk ke tahap kedua yaitu proses persiapan sablon. Pada tahap ini hal pertama yang dilakukan adalah membersihkan *screen* yang akan digunakan. Lalu mengoleskan obat afdruk ke *screen* (diratakan dengan rakel). Kemudian *screen* dikeringkan dengan *hairdye*, setelah itu dilakukan penyinaran pada *screen* dan ditutup dengan kertas kalkir yang telah di cetak sebelumnya. Lalu yang dilakukan adalah merekatkan film sablon pada *screen*. Langkah terakhir dari tahap ini adalah membersihkan atau merontokkan obat afdruk pada *screen* dengan menggunakan semprotan air. Ketika tahap ini dilakukan, diproses potong kain akan memotong kain sesuai dengan jumlah kaos yang dipesan konsumen.

Masuk ke tahap ketiga, yaitu tahap penyablonan kaos. Hal pertama yang dilakukan pada tahap ini adalah memplester pinggiran gambar yang akan di sablon untuk meminimalisir cat sablon berantakan. Lalu meletakkan pasta atau *rubber* yang sudah dicampur dengan warna sesuai dengan desain yang diinginkan. Selanjutnya memasang papan triplek kedalam kaos sehingga cat tidak tembus sampai kebelakang kaos. Setelah itu cat pada kaos diratakan dengan rakel dan sablon dapat dikeringkan dengan menggunakan mesin *heatpress* agar cat lebih padat dan lebih melekat pada kaos.

Setelah itu dilakukan pencucian *screen* yang telah di gunakan. Sebelum masuk ke tahap/proses jahit kaos yang sudah di sablon kan di inspeksi terlebih dahulu untuk memastikan apakah hasil sablon baik atau tidak. Jika hasil sablon belum baik maka

kaos tersebut akan masuk ke dalam produk *reject*. Setelah itu, akan dilakukan penyablonan ulang sebanyak produk *reject* yang teridentifikasi. Jika semua produk sudah baik maka dapat lanjut ke tahap selanjutnya.

Tahap terakhir yaitu tahap proses jahit. Pada tahap ini kaos yang sudah disablon dan sudah kering sablonannya akan langsung dijahit oleh operator proses jahit. Setelah itu akan dilakukan inspeksi kedua untuk memastikan kualitas jahit. Jika hasil jahit masih belum baik akan di lakukan *rework* jika memungkinkan, namun jika tidak produk akan masuk ke produk *reject* dan dilakukan produksi lagi dari proses sablon hingga jahit sebanyak produk *reject* yang teridentifikasi. Setelah itu dilakukan *packaging* dan mengirimkan produk ke konsumen.

#### A. Alat dan Fasilitas Produksi

Berikut adalah beberapa fasilitas produksi utama yang dimiliki oleh konveksi *Promise Lab* :

##### a. Mesin Jahit

Mesin jahit digunakan untuk menjahit kaos yang sudah selesai disablon. Mesin jahit yang terdapat pada konveksi terdiri dari 7 mesin jahit dan 1 mesin mesin obras. Mesin jahit dan mesin yang digunakan merupakan mesin jahit listrik dan mesin obras listrik.

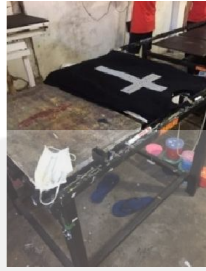


**Gambar 4.3. Mesin jahit yang ada di proses jahit**

##### b. Meja

Meja digunakan sebagai dasar atau alas dari kaos yang akan di sablon. Meja sablon yang digunakan memiliki panjang meja 77 cm, lebar 67 cm dan tinggi 85 cm serta jumlah meja sebanyak 60 meja sablon.





**Gambar 4.4. meja sablon**

c. Alat Penyemprot Air

Alat penyemprot air digunakan untuk membersihkan sisa cat sablon pada *screen*. Penggunaan alat penyemprot air sangat sederhana yaitu hanya dengan mengarahkan alat tersebut kebagian *screen* untuk menghilangkan sisa cat sablon ataupun obat *afdruk* pada *screen*.



**Gambar 4.5. Alat penyemprot air**

d. Hairdryer

Hairdryer digunakan untuk mengeringkan *screen* dan mengeringkan cat sablon pada kaos. Penggunaan *hairdryer* pun sangat sederhana yaitu setelah *hairdryer* tersambung ke listrik, operator tinggal menekan tombol on pada *hairdryer* dan mengarahkan ujung *hairdryer* ke arah cat sablon pada kaos.



**Gambar 4.6. Hairdryer**

e. Mesin *Heatpress*

Mesin *heatpress* adalah mesin pemanas untuk mengeringkan cat sablon pada kaos. Mesin ini digunakan untuk memadatkan objek sablon pada kaos, sehingga cat sablon pada kaos tersebut lebih menempel ke kaos dan lebih padat. Mesin *heatpress* yang digunakan konveksi Konveksi X berjumlah 1 buah. Mesin *heatpress* yang digunakan merupakan mesin *heatpress* digital dengan ukuran 40x60 cm dan suhu temperatur 0-220°C.



**Gambar 4.7. Mesin *Heatpress***

f. Meja *Afdruk*

Meja *afdruk* adalah meja dengan lampu yang dirangkai khusus untuk proses penyinaran screen. Meja ini berfungsi untuk mencetak film objek sablon ke *screen* sablon secara sempurna.



**Gambar 4.8. Alat untuk afdruk *screen***

g. *Screen*.

*Screen* atau kain gasa adalah alat untuk mencetak gambar pada kaos yang akan di sablon.



**Gambar 4.9. Screen**

h. Rakel

Merupakan alat bantu untuk merapikan dan meratakan cat keseluruhan area sablon pada kaos.

i. Triplek

Triplek digunakan sebagai alas bagian dalam kaos agar cat tidak tembus kebagian belakang.

B. Proses & Elemen Kegiatan

Berikut adalah proses yang terdapat pada konveksi Konveksi X beserta elemen kegiatan di setiap proses :

**Tabel 4.1. Proses & Elemen Kegiatan**

Proses	$\Sigma$ Operator	Elemen Kegiatan
Pemotongan Kain	2 Operator	Memotong kain untuk proses sablon
Persiapan Proses Sablon	5 Operator	Pembuatan film kaos sablon dari desain yang sudah ada
		Proses Pengafdrukan Screen
		Proses Pencucian Screen
		Proses pengeringan Screen
		Pencampuran warna sesuai warna desain yang telah ditentukan
Sablon	5 Operator	Merentangkan kain di atas meja sablon
		Proses penyablonan
		Pengeringan sablon
		Proses Press sablon dengan menggunakan mesin <i>Heatpress</i>

**Tabel 4.1. Proses & Elemen Kegiatan (lanjutan)**

Proses	$\Sigma$ Operator	Elemen Kegiatan
Jahit	8 Operator	Menjahit kain menjadi kaos
<i>Packing</i>	1 operator	Melipat kaos di meja dan memasukkan kedalam plastik

#### **4.4. Data**

Pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap identifikasi *waste* dominan dengan menggunakan konsep lean, kemudian tahap pengumpulan data *waste* dominan secara spesifik.

##### **4.4.1. Identifikasi Waste Dominan Dengan Menggunakan Lean**

Untuk mendapatkan jenis *waste* yang paling dominan telah dilakukan pembagian kuesioner kepada 3 responden yang sangat memahami proses produksi di konveksi X.

##### **A. Waste Relationship Matrix (WRM)**

WRM digunakan untuk mengidentifikasi hubungan atau keterkaitan *waste* satu dengan *waste* lainnya yang terjadi selama proses produksi di konveksi dengan cara diskusi langsung dengan narasumber dari konveksi. Proses diskusi dan pengisian kuesioner dilakukan kepada 3 orang karyawan setara dengan *supervisor* yang benar-benar memahami proses produksi yang terjadi di konveksi.

Tabel 4.2. Waste Relationship Questionnaire Responden 1

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score	Relation-ship
	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight		
OI	b	2	b	1	c	0	c	0	e	2	c	0	5	O
OD	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	2	U
OM	c	0	c	0	b	2	b	1	f	2	c	0	5	O
OT	b	2	b	1	c	0	c	0	e	2	c	0	5	O
OW	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	a	4	6	O
OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
IO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	a	4	6	O
ID	c	0	c	0	c	0	c	0	a	1	c	0	1	U
IM	b	2	b	1	c	0	c	0	e	2	c	0	5	O
IT	b	2	c	0	c	0	c	0	c	1	b	2	5	O
IP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
IW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
DO	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
DI	b	2	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	11	I
DW	a	4	b	1	b	2	a	2	c	1	b	2	12	I
DT	a	4	b	1	b	2	a	2	c	1	b	2	12	I
DM	a	4	a	2	b	2	a	2	e	2	a	4	16	E
DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MD	b	2	b	1	a	4	a	2	g	4	a	4	17	A
MI	a	4	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	6	O
MW	a	4	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	18	A
MP	b	2	b	1	b	2	b	1	d	2	b	2	10	I
MO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
TM	a	4	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	6	O
TD	c	0	b	1	c	0	c	0	f	2	c	0	3	U
TI	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	2	U
TO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
TW	b	2	c	0	b	2	a	2	e	2	b	2	10	I
TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

**Tabel 4.2. Waste Relationship Questionnaire Responden 1 (lanjutan)**

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score	Relation-ship
	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight		
PM	a	4	c	0	b	2	b	1	g	4	c	0	11	I
PD	b	2	b	1	c	0	c	0	a	1	b	2	6	O
PI	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
PO	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
PW	a	4	a	2	b	2	a	2	e	2	b	2	14	E
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WD	b	2	b	1	c	0	c	0	g	4	b	2	9	I
WI	a	4	a	2	c	0	c	0	g	4	a	4	14	E
WO	b	2	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	3	U
WM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

Tabel 4.3. Waste Relationship Questionnaire Responden 2

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score	Relationship
	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight		
OI	b	2	b	1	b	2	c	0	e	2	c	0	7	O
OD	b	2	c	0	c	0	c	0	d	2	c	0	4	U
OM	b	2	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	4	U
OT	c	0	c	0	b	2	c	0	e	2	c	0	4	U
OW	b	2	c	0	c	0	b	1	e	2	b	2	7	O
OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
IO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
ID	c	0	c	0	c	0	c	0	a	1	c	0	1	U
IM	b	2	b	1	c	0	c	0	e	2	c	0	5	O
IT	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
IP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
IW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
DO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
DI	b	2	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	11	I
DW	a	4	b	1	b	2	a	2	e	2	b	2	13	E
DT	b	2	b	1	b	2	b	1	c	1	c	0	7	O
DM	b	2	a	2	b	2	a	2	c	1	c	0	9	I
DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MD	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	b	2	18	A
MI	b	2	c	0	b	2	b	1	e	2	b	2	9	I
MW	b	2	a	2	a	4	a	2	e	2	a	4	16	E
MP	b	2	b	1	b	2	b	1	d	2	c	0	8	O
MO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
TM	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
TD	c	0	b	1	c	0	c	0	f	2	c	0	3	U
TI	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	2	U
TO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
TW	b	2	c	0	b	2	a	2	e	2	b	2	10	I
TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

**Tabel 4.3. Waste Relationship Questionnaire Responden 2 (lanjutan)**

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score	Relation-ship
	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight		
PM	b	2	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	11	I
PD	b	2	b	1	c	0	c	0	b	1	c	0	4	U
PI	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
PO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
PW	b	2	b	1	c	0	a	2	e	2	b	2	9	I
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WD	c	0	b	1	c	0	c	0	g	4	c	0	5	O
WI	a	4	b	1	c	0	c	0	g	4	c	0	9	I
WO	c	0	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	1	U
WM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X



Tabel 4.4. Waste Relationship Questionnaire Responden 3

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score	Relationship
	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight		
OI	b	2	b	1	c	0	c	0	c	1	c	0	4	U
OD	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
OM	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
OT	c	0	c	0	b	2	c	0	e	2	c	0	4	U
OW	b	2	c	0	c	0	b	1	c	1	c	0	4	U
OP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
IO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
ID	b	2	c	0	c	0	c	0	a	1	c	0	3	U
IM	c	0	b	1	c	0	c	0	e	2	c	0	3	U
IT	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
IP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
IW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
DO	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
DI	b	2	a	2	b	2	b	1	f	2	a	4	13	E
DW	b	2	a	2	b	2	a	2	e	2	b	2	12	I
DT	c	0	c	0	b	2	b	1	c	1	c	0	4	U
DM	c	0	a	2	b	2	a	2	c	1	c	0	7	O
DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MD	a	4	a	2	a	4	a	2	g	4	a	4	20	A
MI	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
MW	b	2	b	1	c	0	a	2	e	2	b	2	9	I
MP	a	4	b	1	b	2	b	1	d	2	c	0	10	I
TM	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	4	U
TD	b	2	b	1	b	2	c	0	f	2	c	0	7	O
TI	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	c	0	2	U
TO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
TW	b	2	c	0	b	2	a	2	e	2	b	2	10	I
TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

**Tabel 4.4. Waste Relationship Questionnaire Responden 3 (lanjutan)**

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score	Relation-ship
	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight	Sym	Weight		
PM	b	2	c	0	b	2	b	1	g	4	b	2	11	I
PM	b	2	c	0	c	0	b	1	g	4	c	0	7	O
PD	c	0	b	1	c	0	c	0	a	1	b	2	4	U
PI	c	0	c	0	b	2	c	0	c	1	c	0	3	U
PO	c	0	c	0	c	0	c	0	e	2	c	0	2	U
PW	b	2	b	1	b	2	b	1	e	2	b	2	10	I
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WD	c	0	c	0	b	2	c	0	e	2	c	0	4	U
WI	a	4	a	2	c	0	c	0	c	1	ab	0	7	O
WO	c	0	c	0	c	0	c	0	c	1	c	0	1	U
WM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
WT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

## B. Data VSM

### a. Data Waktu siklus Proses Produksi

Data yang dikumpulkan dari seluruh proses dan dilakukan menggunakan *stopwatch* dengan jumlah sampel sebanyak 30 sampel.

**Tabel 4.5. Waktu Siklus di setiap proses produksi**

No	Waktu Siklus Proses				
	Potong kain	Persiapan proses sablon	Sablon	Jahit	Packing
1	213,90	4857,22	212,09	1100,70	20,59
2	193,43	4840,56	180,80	1078,34	22,00
3	230,50	4866,00	189,54	1123,66	19,10
4	213,70	4832,43	210,34	985,80	18,55
5	204,02	4854,22	222,10	1024,71	23,80
6	198,43	4810,67	190,20	1171,80	18,76
7	240,01	4830,00	197,60	1057,65	23,40
8	215,60	4855,77	220,20	998,67	18,45
9	185,00	4876,77	212,30	1060,30	19,23
10	223,40	4830,10	227,80	1126,88	19,76
11	191,40	4820,77	187,44	1077,55	18,76
12	233,76	4840,80	199,77	1098,87	23,80
13	180,43	4874,00	198,66	1147,61	20,40
14	221,20	4889,56	221,20	1032,40	21,70
15	228,70	4859,10	228,70	1003,80	22,42
16	233,43	4864,03	233,43	1088,50	23,10
17	214,55	4843,88	214,55	1118,80	19,00
18	213,65	4886,50	213,65	1032,40	21,98
19	211,08	4856,90	211,08	1165,02	20,33
20	232,10	4877,30	232,10	1143,30	20,20
21	224,50	4845,98	224,50	1107,07	21,45
22	199,70	4834,50	199,70	1008,60	21,51
23	189,80	4867,73	189,80	1161,40	22,33
24	204,70	4855,20	204,70	1040,12	20,70
25	219,66	4864,76	219,66	1143,00	23,43
26	235,55	4843,00	235,55	1157,70	20,44
27	240,70	4879,80	240,70	1126,49	20,65
28	209,43	4898,40	209,43	996,33	19,98
29	210,39	4847,83	210,39	1140,43	21,20
30	202,34	4852,11	202,34	1098,40	20,15

#### b. Data *Uptime*

Data *uptime* mesin bersifat *on demand machine* yang artinya informasi tentang kapasitas mesin dalam mengerjakan satu proses adalah tetap dan dinilai secara objektif melalui buku panduan dari mesin. Sedangkan untuk proses yang tidak menggunakan mesin dinilai secara subjektif oleh karyawan.

**Tabel 4.6. *Uptime* Pada Setiap Proses**

Proses	<i>Uptime</i> (%)
Persiapan Proses sablon	90%
Potong Kain	90%
Sablon	95%
Jahit	90%

#### 4.4.2. *Waste Motions*

Pengumpulan data ergonomi dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner SNQ yang dapat dilihat pada bab 2 halaman 35 dan wawancara langsung dengan operator proses sablon. Data yang akan diambil diantaranya adalah keluhan sakit/nyeri yang terjadi di bagian tubuh selama 12 bulan terakhir, 7 hari terakhir dan sakit/nyeri yang menghambat aktivitas normal selama 12 bulan terakhir. Berikut keterangan simbol yang digunakan dan data yang didapatkan :

**Tabel 4.7. Keterangan Simbol Pada Analisis Data**

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
A	Leher	G1	Bokong/paha kanan
B	Bahu	G2	Bokong/paha kiri
B1	Bahu kanan	G3	Bokong/paha kanan-kiri
B2	Bahu kiri	H	Lutut
B3	Bahu kanan-kiri	H1	Lutut kanan
C	Punggung atas	H2	Lutut kiri
D	Siku	H3	Lutut kanan-kiri
D1	Siku kanan	I	Pergelangan kaki
D2	Siku kiri	I1	Pergelangan kaki kanan
D3	Siku kanan-kiri	I2	Pergelangan kaki kiri
E	Punggung bawah	I3	pergelangan kaki kanan-kiri
F	Pergelangan tangan	X1	Proses potong kain
F1	Pergelangan tangan kanan	X2	Proses persiapan sablon

**Tabel 4.7. Keterangan Simbol Pada Analisis Data (lanjutan)**

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
F2	Pergelangan tangan kiri	X3	Proses sablon
F3	Pergelangan tangan kanan-kiri	X4	Proses jahit
G	Bokong/Paha	X5	Proses Packing

a. Data demografi Operator

Berikut adalah data demografi dari operator konveksi X :

**Tabel 4.8. Data Demografi Operator**

No	Kategori	Golongan	Jumlah	Persentase
1	Jenis Kelamin	Laki-laki	18	85,70%
		Perempuan	3	14,30%
2	Usia	<20 tahun		
		20-25 tahun	12	57%
		25-30 tahun	8	38%
		30-35 tahun	1	5%
		>35 tahun		
3	Berat Badan	<40 Kg		
		40-50 Kg	1	5%
		50-60 Kg	6	29%
		>60 Kg	14	67%
4	Lama Bekerja	<1 tahun	5	24%
		1-2 tahun	3	14%
		2-3 tahun	5	24%
		3-4 tahun	7	33%
		>5 tahun	1	5%

b. Data keluhan yang dirasakan selama 7 hari dan 12 bulan terakhir

Berikut adalah data keluhan yang dirasakan oleh operator yang dirasakan selama 7 hari dan 12 bulan terakhir :

**Tabel 4.9. Data keluhan yang dirasakan operator selama 12 bulan dan 7 hari terakhir**

NO	Bagian Tubuh	Jumlah Keluhan		% Keluhan	
		12 bulan terakhir	7 hari terakhir	12 bulan terakhir	7 hari terakhir
1	A	4	2	14,3	7,1
2	B1	2	1	7,1	3,6
3	B2			0,0	0,0
4	B3	3	0	10,7	0,0
5	C	2	1	7,1	3,6
6	D1	1		3,6	0,0

**Tabel 4.9. Data keluhan yang dirasakan operator selama 12 bulan dan 7 hari terakhir (lanjutan)**

NO	Bagian Tubuh	% Keluhan		12 bulan terakhir	7 hari terakhir
		12 bulan terakhir	7 hari terakhir		
7	D2			0,0	0,0
8	D3			0,0	0,0
9	E	5	4	17,9	14,3
10	F1	1		3,6	0,0
11	F2			0,0	0,0
12	F3	1		3,6	0,0
13	G1			0,0	0,0
14	G2			0,0	0,0
15	G3	1		3,6	0,0
16	H1			0,0	0,0
17	H2			0,0	0,0
18	H3			0,0	0,0
19	I1			0,0	0,0
20	I2			0,0	0,0
21	I3			0,0	0,0
Total		28		100	

**Tabel 4.10. Data Keluhan yang dirasakan Operator Selama 12 Bulan Terakhir Sehingga Menghalangi Aktivitas Normal**

NO	Bagian Tubuh	Jumlah Keluhan Proses X3	% Keluhan
1	A	2	28,6%
2	B	0	0%
3	C	1	14,3%
4	D	0	0%
5	E	4	57,14%
6	F	0	0%
7	G	0	0%
8	H	0	0%
9	I	0	0%

- c. Data penilaian rasa sakit yang dialami ketika melakukan proses sablon  
Berikut adalah data penilaian rasa sakit yang dialami ketika melakukan proses sablon :

**Tabel 4.11. Data penilaian rasa sakit pada bagian tubuh operator di proses sablon**

NO	Bagian Tubuh	Tingkat Sakit Proses Sablon (%)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	0	0	0	20	20	0	20	40	0	0	0
2	B	0	0	0	60	40	0	0	0	0	0	0
3	C	0	0	0	20	60	20	0	0	0	0	0
4	D	0	0	80	20	0	0	0	0	0	0	0
5	E	0	0	0	0	0	0	20	0	20	60	0
6	F	0	0	0	60	20	20	0	0	0	0	0
7	G	0	80	0	20	0	0	0	0	0	0	0
8	H	0	0	80	20	0	0	0	0	0	0	0
9	I	0	0	80	20	0	0	0	0	0	0	0

d. Data operator yang menemui dokter/terapis ketika mengalami keluhan pada bagian tubuh

**Tabel 4.12. Data operator yang menemui dokter/terapis**

NO	Bagian Tubuh	Data operator X3 yang menemui dokter/terapis	% operator yang menemui dokter/terapis
1	A	2	33,3 %
2	B		0 %
3	C		0 %
4	D		0 %
5	E	4	66,7%
6	F		0 %
7	G		0 %
8	H		0 %
9	I		0 %
<b>Total</b>		6	100%

#### 4.4.3. Waste Defect

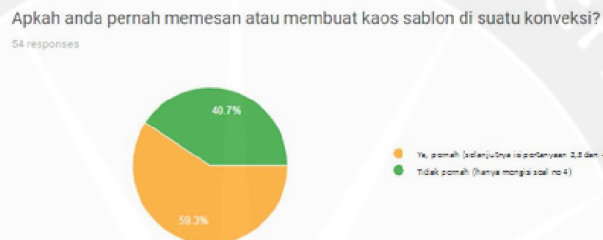
Berikut adalah tahapan pengumpulan data *defect* yang terjadi :

##### A. Hasil *Voice Of Customers* (VOC)

*Voice Of Customer* (VOC) dilakukan untuk mengetahui apa yang menjadi keinginan atau persyaratan konsumen terhadap kualitas sablon yang dipesan pada suatu konveksi. VOC tidak dilakukan kepada konsumen dari Konveksi Konveksi X karena keterbatasan data dari perusahaan mengenai konsumen yang melakukan order pada konveksi tersebut. Pengambilan data VOC dilakukan dengan menggunakan kuisisioner online. Kuisisioner *online* yang

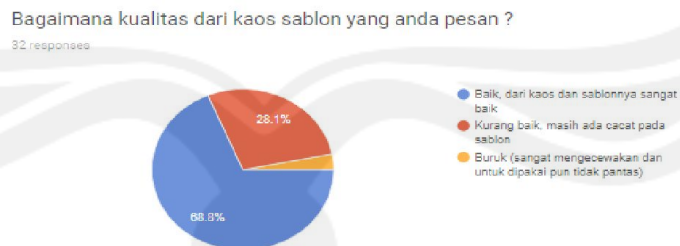
dibuat diberi batasan hanya membahas tentang kualitas sablon yang diproses karena pada analisis *lean* ditahap sebelumnya proses yang mengalami permasalahan adalah proses sablon. Berikut hasil dari VOC yang didapatkan :

- a. Pertanyaan pertama yaitu untuk mengetahui apakah responden sudah pernah memesan kaos di konveksi atau belu. Hasil yang didapatkan yaitu 59,3% responden sudah pernah memesan dan sisanya belum pernah memesan di kaos konveksi. Pada kuisioner VOC sudah diberi keterangan untuk responden yang sudah pernah memesan akan menjawab semua pertanyaan sedangkan untuk responden yang belum pernah memesan hanya akan menjawab pertanyaan nomor terakhir.



**Gambar 4.10. Diagram pertanyaan 1 dalam VOC**

- b. Pertanyaan kedua mengenai kualitas kaos sablon yang pernah di pesan, namun pertanyaan ini hanya di jawab oleh responden yang sudah pernah memesan kaos dikonveksi.



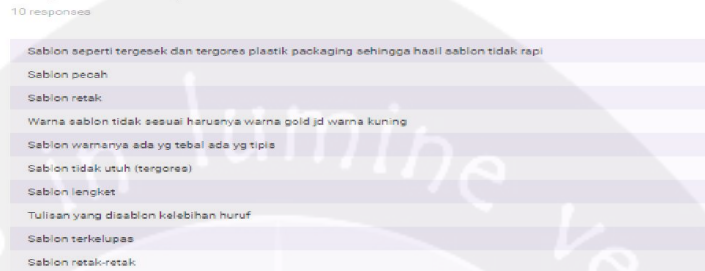
**Gambar 4.11. Diagram pertanyaan 2 dalam VOC**

- c. Pertanyaan ketiga yaitu tentang cacat sablon yang pernah ditemukan pada kaos yang dipesan, dikuisisioner VOC juga sdah diberi keterangan responden yang menjawab hanya responden yang pernah menemukan cacat sablon pada kaos yang di pesan. Pertanyaan ketiga dan keempat hanya digunakan sebagai referensi bahwa cacat mengenai sablon pada kaos memang sering terjadi dan hal tersebut untuk mengetahui jenis cacat



sablon apa saja yang pernah dialami responden. Karena dari cacat sablon yang pernah dialami oleh responden tersebut yang menjadi dasar responden menetapkan kualitas sablon kaos yang diinginkan.

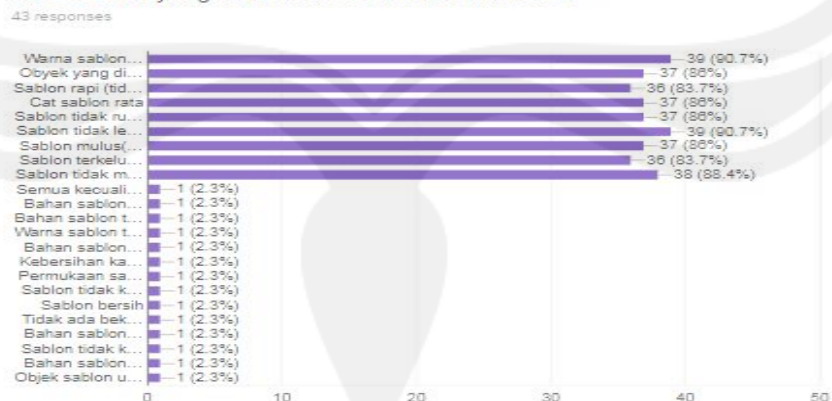
Jika anda pernah mendapatkan hasil sablon kaos yang cacat. Cacat seperti apa yang pernah anda temukan? (Pertanyaan ini hanya di jawab oleh responden yang pernah mendapatkan hasil sablon cacat, responden yg tidak pernah mengalami tidak perlu menjawab pertanyaan ini dan langsung menjawab nomor 4)



**Gambar 4.12. Ringkasan hasil pertanyaan 3 dalam VOC**

d. Pertanyaan keempat yaitu mengenai kriteria sablon seperti apa yang diinginkan responden terhadap kaos sablon yang dipesan pada suatu konveksi. Pada pertanyaan keempat ini kuisioner sudah terdapat beberapa contoh kriteria yang diinginkan sehingga responden cukup mencentang kriteria sablon yang diinginkan dan juga responden dapat menuliskan sendiri apa yang menjadi kriteria yang diinginkan pada kolom terakhir pada pilihan jawaban.

Kriteria kualitas kaos sablon seperti apa yang anda inginkan dari pada produk kaos sablon yang dihasilkan oleh suatu konveksi?



**Gambar 4.13. Ringkasan hasil pertanyaan 4 dalam VOC**

## B. Data Cacat Produk Kaos sablon Bulan Juli

Berikut ini adalah data cacat yang diamati selama bulan Juli 2017, pengambilan data dilakukan selama 24 hari dimana dalam 1 hari terdapat 3

kali produksi kaos. Sehingga pengamatan cacat pada kaos sablon tidak dilakukan perhari melainkan perproduksi dan jumlah data yang telah diamati adalah 72 data produksi (terlampir).



## BAB 5 PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai *waste* dominan yang di temukan pada proses produksi kaos sablon. Analisis *waste* dominan akan dilakukan menggunakan metode *lean*, setelah itu *waste* yang ditemukan akan di analisis lebih lanjut menggunakan metode *six sigma* dan *ergonomic*.

### 5.1 Analisis WRM (*Waste Relationship Matrix*)

Analisis WRM dilakukan dengan cara mewawancarai 3 responden dari konveksi X, yaitu terdiri dari supervisor produksi sebagai responden 1, kepala bagian produksi sebagai responden 2 dan pemilik konveksi sebagai responden 3. Analisis WRM dilakukan untuk mengetahui *waste* dominan yang terjadi di konveksi dan hubungan dari 7 *waste* tersebut.

#### 5.1.1 Pengukuran WRM

Berikut hasil dari pengukuran WRM pada 3 responden konveksi :

Keterangan :

Opr = *Overproduction*

In = *Inventory*

De = *Defect*

Mo = *Motion*

Tr = *Transportation*

Op = *Overprocessing*

Wa = *Waiting*

**Tabel 5.1. *Waste Relationship Matrix* dari Responden 1**

<i>Waste Relationship Matrix</i>							
F/T	Opr	In	De	Mo	Tr	Op	Wa
Opr	A	O	U	O	O	X	O
In	O	A	U	O	O	X	X
De	U	I	A	E	I	X	I
Mo	X	O	A	A	X	I	A
Tr	U	U	U	O	A	X	I
Op	U	U	O	I	X	A	E
Wa	U	E	I	X	X	X	A

**Tabel 5.2. Waste Relationship Matrix dari Responden 2**

<b>Waste Relationship Matrix</b>							
<b>F/T</b>	<b>Opr</b>	<b>In</b>	<b>De</b>	<b>Mo</b>	<b>Tr</b>	<b>Op</b>	<b>Wa</b>
<b>Opr</b>	A	O	U	U	U	X	O
<b>In</b>	U	A	U	O	U	X	X
<b>De</b>	U	I	A	I	O	X	E
<b>Mo</b>	X	I	A	A	X	O	E
<b>Tr</b>	U	U	U	U	A	X	I
<b>Op</b>	U	U	U	I	X	A	I
<b>Wa</b>	U	I	O	X	X	X	A

**Tabel 5.3. Waste Relationship Matrix dari Responden 3**

<b>Waste Relationship Matrix</b>							
<b>F/T</b>	<b>Opr</b>	<b>In</b>	<b>De</b>	<b>Mo</b>	<b>Tr</b>	<b>Op</b>	<b>Wa</b>
<b>Opr</b>	A	U	U	U	U	X	U
<b>In</b>	U	A	U	U	U	X	X
<b>De</b>	U	E	A	O	U	X	I
<b>Mo</b>	X	U	A	A	X	I	I
<b>Tr</b>	U	U	O	U	A	X	I
<b>Op</b>	U	U	U	O	X	A	I
<b>Wa</b>	U	O	U	X	X	X	A

Setelah didapatkan hasil WRM, langkah selanjutnya adalah melihat nilai dari WRM yang didapat. Pada tabel diatas bagian baris menunjukkan bagaimana satu jenis waste akan mempengaruhi jenis waste lainnya. Sedangkan bagian kolom menunjukkan seberapa besar efek/dampak yang diberikan waste lain ke waste pada kolom tersebut.

### 5.1.2 Matrix Value

Matrix value didapatkan dari konversi WRM yang telah didapatkan di tahap sebelumnya ke bobot masing-masing tipe *relation*. Dengan ketentuan bobot masing-masing tipe *relation* sebagai berikut :

**Tabel 5.4. Bobot *Matrix Value***

Tipe relation	Bobot
A	10
E	8
I	6
O	4
U	2
X	0

Berikut hasil pengolahan *matrix value* pada 3 responden yang telah di lakukan :

**Tabel 5.5. Pembobotan *Waste Relations* dari Responden 1**

F/T	Opr	In	De	Mo	Tr	Op	Wa	Score	%
Opr	10	4	2	4	4	0	4	28	13,08
In	4	10	2	4	4	0	0	24	11,21
De	2	6	10	8	6	0	6	38	17,76
Mo	0	4	10	10	0	6	10	40	18,69
Tr	2	2	2	4	10	0	6	26	12,15
Op	2	2	4	6	0	10	8	32	14,95
Wa	2	8	6	0	0	0	10	26	12,15
Score	22	36	36	36	24	16	44	214	100
%	10,28	16,82	16,82	16,82	11,21	7,48	20,56	100	

Pada Tabel 5.5. didapatkan hasil bahwa *waste* tertinggi yang terjadi pada konveksi adalah *motion* dengan persentase sebesar 18,69%, *defect* dengan persentase sebesar 17,76% dan *inappropriate processing* dengan persentase sebesar 14,95%.

**Tabel 5.6. Pembobotan *Waste Relations* dari Responden 2**

F/T	Opr	In	De	Mo	Tr	Op	Wa	Score	%
Opr	10	4	2	2	2	0	4	24	12,50
In	2	10	2	4	2	0	0	20	10,42
De	2	6	10	6	4	0	8	36	18,75
Mo	0	6	10	10	0	4	8	38	19,79
Tr	2	2	2	2	10	0	6	24	12,50
Op	2	2	2	6	0	10	6	28	14,58
Wa	2	6	4	0	0	0	10	22	11,46
Score	20	36	32	30	18	14	42	192	100
%	10,42	18,75	16,67	15,63	9,38	7,29	21,88	100	

Pada Tabel 5.6. didapatkan hasil bahwa *waste* tertinggi yang terjadi pada konveksi adalah *motion* dengan persentase sebesar 19,39%, *defect* dengan persentase sebesar 18,37% dan *inappropriate processing* dengan persentase sebesar 16,33%.

**Tabel 5.7. Pembobotan *Waste Relations* dari Responden 3**

F/T	Opr	In	De	Mo	Tr	Op	Wa	Score	%
Opr	10	2	2	2	2	0	2	20	11,49
In	2	10	2	2	2	0	0	18	10,34
De	2	8	10	4	2	0	6	32	18,39
Mo	0	2	10	10	0	6	6	34	19,54
Tr	2	2	4	2	10	0	6	26	14,94
Op	2	2	2	4	0	10	6	26	14,94
Wa	2	4	2	0	0	0	10	18	10,34
Score	20	30	32	24	16	16	36	174	100
%	11,49	17,24	18,39	13,79	9,20	9,20	20,69	100	

Pada Tabel 5.7. didapatkan hasil bahwa *waste* tertinggi yang terjadi pada konveksi adalah *motion* dengan persentase sebesar 18,89%, *defect* dengan persentase sebesar 17,78%, *inappropriate processing* 16,67%, dan *overproduction* dengan persentase sebesar 15,79%.

**Tabel 5.8. Skor total *matrix value***

Waste	Responden 1 (%)	Responden 2 (%)	Responden 3 (%)	Rata-rata (%)
<i>Over Production</i>	13,08	12,50	11,49	12,36
<i>Excessive inventory</i>	11,21	10,42	10,34	10,66
<i>Defect</i>	17,76	18,75	18,39	18,30
<i>Unnecessary motion</i>	18,69	19,79	19,54	19,34
<i>Excessive Transportation</i>	12,15	12,50	14,94	13,20
<i>Inappropriate Processing</i>	14,95	14,58	14,94	14,82
<i>Waiting Time</i>	12,15	11,46	10,34	11,32
<b>Total</b>	100	100	100	100,00

Pada Tabel 5.8. dapat diketahui bahwa *waste* yang paling dominan memberikan dampak/efek ke *waste* lain adalah *unnecessary motion* dan *defect*. *Unnecessary motion* merupakan *waste* yang berkaitan dengan pergerakan tidak ergonomis baik itu karena rancangan proses yang salah ataupun karena rancangan metode

yang buruk (Ohno dalam *Hicks et al., 2004*). Untuk itu di tahap selanjutnya *unnecessary motion* dan *defect* akan dianalisis lebih lanjut menggunakan menggunakan *tools* DMAIC.

## 5.2 Pembuatan *Value Stream Mapping* (VSM)

Setelah dilakukan analisis WRM di tahap sebelumnya, akan dilakukan pembuatan VSM pada Konveksi X. VSM dibuat untuk melengkapi data WRM yang sudah didapat, dimana dengan menggunakan VSM ini dapat diidentifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi (Hines & Taylor, 2000). Berikut ini akan dilakukan pengolahan data yang dibutuhkan dalam membuat VSM terlebih dahulu. Data-data yang diperlukan diamati dari awal bahan material masuk hingga menjadi produk jadi.

### 5.2.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data waktu proses produksi pada konveksi dilakukan pada setiap proses produksi yaitu proses pemotongan kain, persiapan proses sablon, proses sablon, proses jahit dan proses *packing* dengan masing-masing proses diambil sebanyak 30 sampel waktu prosesnya. Uji keseragaman data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan terdiri dari beberapa tahap. Dengan tingkat keyakinan yang digunakan sebesar 95 % dan tingkat ketelitian 5%. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses uji keseragaman data yaitu menentukan jumlah *subgroup*, menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian, menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*, lalu menghitung Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB). Berikut salah satu contoh uji keseragaman data pada proses sablon, dimana perhitungan data waktu proses sablon akan dihitung mulai dari operator meletakkan *screen* pada meja sablon dan sampai operator mengangkat *screen* tersebut ke meja selanjutnya.

a. Menentukan jumlah *subgroup*

$$\begin{aligned}k &= 1 + 3,3, \log N \\ &= 1 + 3,3 \log 30 \\ &= 5,8745 \approx 6\end{aligned}$$

b. Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

Berikut contoh perhitungan nilai rata-rata pada *subgroup 1* :

$$\begin{aligned}\bar{x}_1 &= \frac{\sum x_i}{n_i} \\ &= \frac{212,09 + 180,80 + \dots + 222,10}{5} \\ &= 202,97\end{aligned}$$

**Tabel 5.9. Rata-rata tiap Subgroup**

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata
1	212,09	180,80	189,54	210,34	222,10	202,97
2	190,20	197,60	220,20	212,30	227,80	209,62
3	187,44	199,77	198,66	213,65	211,08	202,12
4	233,43	214,55	213,65	211,08	232,10	220,96
5	224,50	199,70	189,80	204,70	219,66	207,67
6	235,55	240,70	209,43	210,39	202,34	219,68

c. Menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata tiap subgroup

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \\ &= \frac{(202,97 + 209,62 + 202,12 + 220,96 + 207,67 + 219,68)}{6} \\ &= 210,505\end{aligned}$$

d. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{N - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum (\bar{X}_i - \bar{\bar{x}})^2}{30 - 1}} \\ &= 15,703\end{aligned}$$

e. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{\sigma}{\sqrt{5}} \\ &= 7,0226\end{aligned}$$

f. Menghitung BKA dan BKB

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{\bar{x}} + K \sigma_{\bar{x}} \\ &= 210,505 + (2 \times 7,0226)\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= 224,55 \\
\text{BKB} &= \bar{x} - K \sigma_{\bar{x}} \\
&= 210,505 - (2 \times 7,0226) \\
&= 196,4598
\end{aligned}$$

Pada perhitungan diatas dapat diketahui bahwa batas kendali data waktu proses sablon adalah  $196,4598 \leq X_i \leq 224,55$ . Data seragam bila nilainya berada diantara BKA dan BKB yang telah dihitung. Berikut hasil uji keseragaman data waktu proses di proses sablon :

**Tabel 5.10. Hasil Uji Keseragaman Data Waktu Proses Sablon**

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata	Keterangan
1	212,09	180,80	189,54	210,34	222,10	202,97	SERAGAM
2	190,20	197,60	220,20	212,30	227,80	209,62	SERAGAM
3	187,44	199,77	198,66	213,65	211,08	202,12	SERAGAM
4	233,43	214,55	213,65	211,08	232,10	220,96	SERAGAM
5	224,50	199,70	189,80	204,70	219,66	207,67	SERAGAM
6	235,55	240,70	209,43	210,39	202,34	219,68	SERAGAM
Jumlah Rata-rata subgroup						210,51	

### 5.2.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Yang berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran diperbolehkan menyimpang sebesar 5% dari rata-rata sebenarnya dengan keyakinan mencapai hal tersebut sebesar 95%. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* pada masing-masing proses. Berikut ini adalah contoh uji kecukupan data waktu proses sablon :

1. Menghitung nilai  $\sum X_i^2$ , yaitu total hasil kuadrat masing-masing data
2. Menghitung nilai  $\sum X_i$ , yaitu total data dan nilai  $(\sum X_i)^2$ , yaitu hasil kuadrat total data
3. Menghitung jumlah pengukuran yang diperlukan :

$$\begin{aligned}
N' &= \left( \frac{\frac{k}{S} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2 \\
&= \left( \frac{\frac{2}{005} \sqrt{30(1336090) - (39881221)}}{631 \ 5158} \right)^2
\end{aligned}$$

$$= 8,08$$

Dalam uji kecukupan data, data dikatakan cukup jika didapatkan hasil  $N' < N$ . Hasil pengolahan data diatas didapatkan bahwa data waktu proses sablon pada kondisi awal dinyatakan cukup karena  $8,08 < 30$  ( $N' < N$ ).

### 5.2.3 Perhitungan Waktu Standar (Ws)

Waktu standar didapatkan dari waktu normal dengan menambahkan kelonggaran pada operator untuk memenuhi kebutuhan pribadi. Berikut contoh perhitungan waktu standar pada proses sablon :

**Tabel 5.11. Waktu Siklus Proses Sablon**

No	Waktu (detik)	No	Waktu (detik)	No	Waktu (detik)
1	212,09	11	187,44	21	224,50
2	180,80	12	199,77	22	199,70
3	189,54	13	198,66	23	189,80
4	210,34	14	221,20	24	204,70
5	222,10	15	228,70	25	219,66
6	190,20	16	233,43	26	235,55
7	197,60	17	214,55	27	240,70
8	220,20	18	213,65	28	209,43
9	212,30	19	211,08	29	210,39
10	227,80	20	232,10	30	202,34

$$\text{Waktu siklus rata-rata} = \left[ \frac{21209 + 1808 + \dots + 20234}{30} \right] = 210,505 \text{ detik}$$

**Tabel 5.12. Faktor Penyesuaian pada Proses Sablon dengan menggunakan cara Westinghouse**

	Lambang	Kategori	Keterangan	Penyesuaian
Keterampilan	D	Average	Operator bekerja dengan keterampilan tidak begitu menonjol tetapi juga tidak dibawah standar yang ada.	0

**Tabel 5.12. Faktor Penyesuaian pada Proses Sablon dengan menggunakan cara Westinghouse (lanjutan)**

	Lambang	Kategori	Keterangan	Penyesuaian
<b>Usaha</b>	D	Average	Usaha yang dilakukan tidak kurang dan juga tidak berlebihan dalam menyablon karena pekerjaan tidak begitu berat.	0
<b>Kondisi</b>	E	Fair	Masih terdapat bau cat karena sangat dekat dengan lokasi campur cat, suhu panas pada siang hari karena tidak tersedia pendingin misalnya kipas angin.	-0,03
<b>konsistensi</b>	E	Fair	Konsistensi waktu dalam mengerjakan proses masih beragam (varibilitas cukup banyak)	-0,02
<b>Jumlah</b>				-0,05
<b>Maka, nilai penyesuaian :</b>				
<b><math>P = 1 - 0,05 = 0,95</math></b>				

Pada tabel diatas didapatkan hasil bahwa nilai penyesuaian pada proses sablon yang didapatkan adalah sebesar 0,95. Setelah didapatkan nilai penyesuaian lalu dilakukan perhitungan untuk waktu normal proses sablon dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Nornal (Wn)} &= Ws \times P \\
 &= 210,505 \times 0,95 \\
 &= 199,98 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya setelah dilakukan perhitungan untuk waktu normal, dilakukan perhitungan untuk kelonggaran (*allowance*) pada operator di proses sablon yaitu sebagai berikut :

**Tabel 5.13. Allowance Operator Proses Sablon**

No	Allowance	Keterangan	%
1	Menghilangkan <i>fatigue</i> karena Sikap kerja	Sikap kerja yang sering dilakukan dengan membungkuk dan berdiri ketika menyablon kaos	7

**Tabel 5.13. Allowance Operator Proses Sablon (lanjutan)**

No	Allowance	Keterangan	%
2	Menghilangkan fatigue karena Kelelahan mata	pandangan terputus-putus/tidak terlalu fokus pada 1 hal(pencahayaan baik)	2
3	Kebutuhan pribadi	toilet, minum dsb	2,5
<b>Total Allowance</b>			<b>11,5</b>

Jadi, perhitungan waktu standar pada proses sablon adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W_s &= W_n \times \left( \frac{100}{100 - Allowance} \right) \\
 &= 199,98 \times \left( \frac{100}{100 - 11,5} \right) \\
 &= 225,97 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

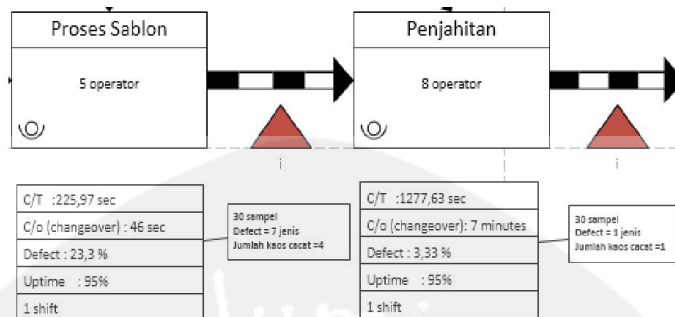
Pada perhitungan diatas didapat waktu standar untuk proses sablon adalah 225,97 detik. Berikut ini adalah rangkuman keseluruhan data uji keseragaman data, uji kecukupan data, dan perhitungan waktu standar untuk masing-masing proses :

**Tabel 5.14. Hasil Uji Keseragaman Data, Uji Kecukupan Data, dan Perhitungan Waktu standar/Waktu Standar tiap Proses**

No	Proses	Uji Keseragaman Data			Uji Kecukupan Data		Waktu Standar (detik)
		BKA (detik)	BKB (detik)	Keseragaman	N'	Kecukupan	
1	Persiapan Proses Sablon	4872,06	4837,98	SERAGAM	9,36	DATA CUKUP	5493,1
2	Potong Kain	246,26	181,41	SERAGAM	9,36	DATA CUKUP	231,56
3	Sablon	223,33	197,68	SERAGAM	8,08	DATA CUKUP	225,97
4	Jahit	1175,32	1100,85	SERAGAM	2,33	DATA CUKUP	1337,41
5	Packing	22,18	19,51	SERAGAM	9,25	DATA CUKUP	22,05

#### 5.2.4 Pembuatan Peta Door-to-door Flow

Data yang telah diperoleh sebelumnya yaitu data waktu standar akan digunakan untuk pembuatan peta *door-to-door flow* sebagai *value added time*. Data lain yang dibutuhkan adalah jumlah operator, *defect*, waktu kerja, *uptime* dan *changeover time*. Berikut adalah salah satu contoh peta *door-to-door* proses sablon dan proses jahit :



**Gambar 5.1. Peta *Door-to-door Flow* Proses Sablon dan Proses Jahit**

Tanda panah di antara kedua proses tersebut menunjukkan perpindahan aliran material dari proses sablon ke proses jahit.

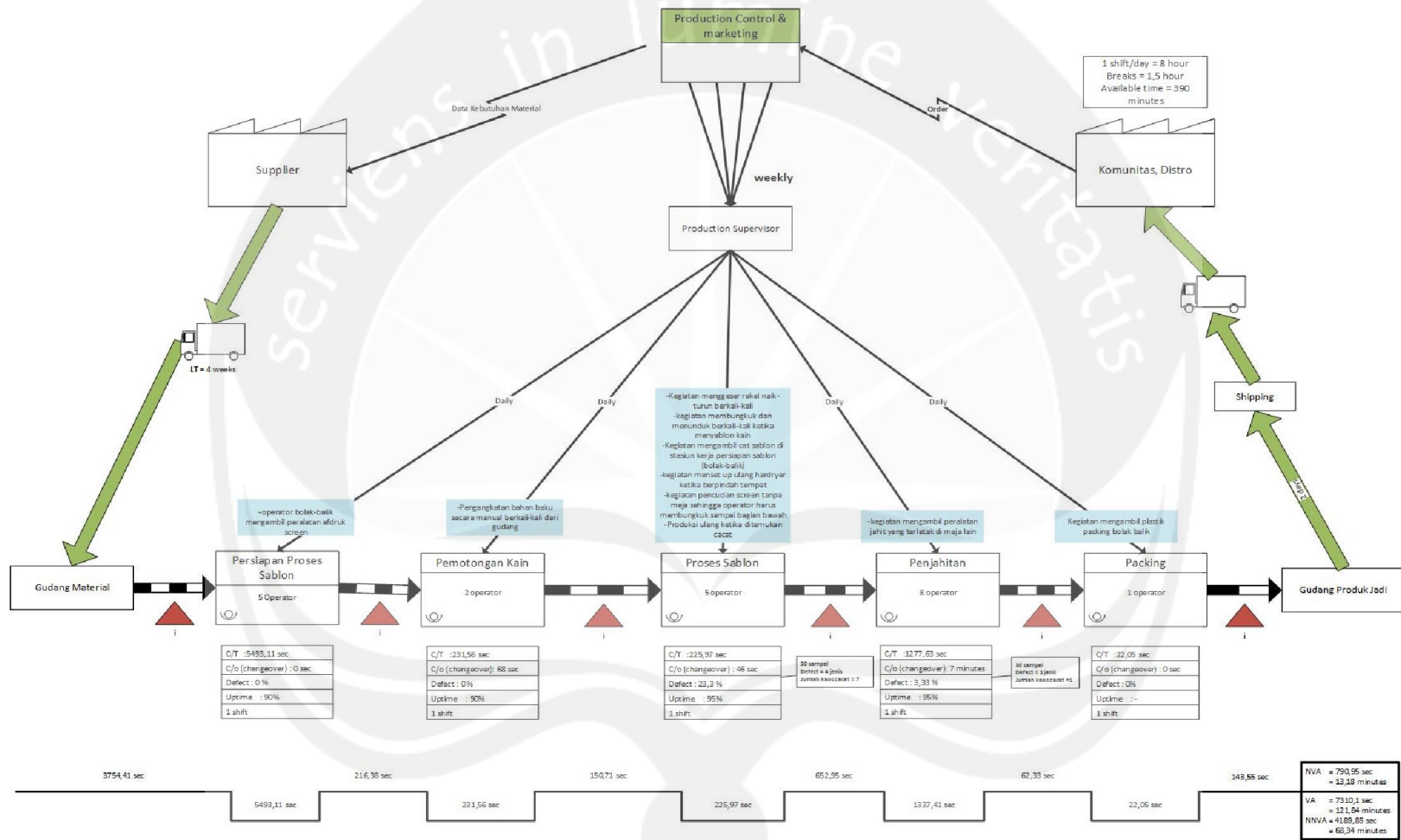
### 5.2.5 Pembuatan *Current State Map*

*Current State Map* menggambarkan aliran material dan aliran informasi yang terjadi di konveksi. Aliran material menggambarkan aliran bahan baku yang dibutuhkan mulai dari proses persiapan proses sablon hingga menjadi kaos sablon. Aliran informasi menggambarkan aliran informasi dari bagian *marketing* dan *production control* ke *supervisor* hingga ke bagian karyawan produksi. Sedangkan aliran informasi elektronik merupakan aliran informasi bagian *marketing* dan *production control* dengan *supplier* dan *customers*. Bagian *Marketing* dan *production control* mendapat order dari *customers*, lalu bagian *marketing* dan *production control* tersebut akan mengecek ketersediaan bahan baku yang ada digudang, jika bahan baku habis maka akan dilakukan pemesanan terlebih dahulu kepada *supplier*.

Jam kerja perhari pada Konveksi X adalah 8 jam. Berikut perhitungan jam kerja efektif pada konveksi :

Jam kerja setiap hari (senin-sabtu) = 8 jam (08.00-16.00)  
 Persiapan awal = 0,5 jam  
 Istirahat makan & minum = 0,5 jam  
 Istirahat & kebutuhan pribadi = 0,5 jam  
 Jam kerja efektif = 6,5 jam/hari = 390 menit/hari

Berikut adalah gambar *current State Map* pada Konveksi X :



Gambar 5.2. Current State Map Konveksi X

### **5.2.6 Identifikasi VA, NVA dan NNVA**

Pengelompokan aktivitas *value add* (VA), *non-value add* (NVA) dan *necessary but non value add* (NNVA) dapat dilakukan setelah penggambaran *current state map* selesai dilakukan. Tujuan dari dilakukannya pengelompokan aktivitas VA, NVA dan NNVA adalah untuk mengetahui seberapa besar persentase perbandingan aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk (VA), aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan tidak dibutuhkan oleh perusahaan (NVA) serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah namun dibutuhkan untuk memperlancar proses produksi (NNVA), sehingga ketika masing-masing persentase aktivitas VA, NVA dan NNVA sepanjang proses produksi diidentifikasi, maka dapat dilakukan upaya untuk mereduksi dan mengurangi persentase aktivitas NVA dan NNVA yang terjadi di perusahaan. Berikut ini adalah rincian kegiatan VA, NVA dan NNVA secara lengkap :

Tabel 5.15. Pengelompokan VA, NVA dan NNVA

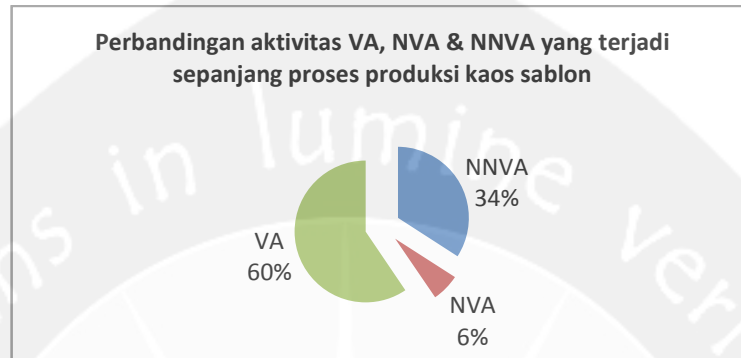
NO	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori	Keterangan
1	Mengambil bahan baku dari gudang material dengan pick up	2389,44	NNVA	mengambil bahan baku memang bukan kegiatan yang menambah nilai <i>value</i> pada produk namun di butuhkan untuk memulai proses produksi
2	menurunkan material dari pick-up ke proses secara manual	1364,97	NNVA	dibutuhkan untuk mengantar bahan baku ke proses
3	Mencampur cat sablon & afdruk screen	5493,11	VA	memberikan nilai tambah karena mengubah bahan baku menjadi warna yang sesuai desain
4	Pemindahan screen dari area afdruk screen (persiapan proses sablon) ke area sablon	28,81	NNVA	dibutuhkan karena memindahkan media cetak sablon ke proses sablon
5	Pemindahan cat sablon dari area campur cat(persiapan proses sablon) ke area sablon	34,7	NNVA	dibutuhkan karena memindahkan bahan baku ke proses sablon
6	merentangkan kain diatas meja potong	21,13	NNVA	dibutuhkan agar proses pemotongan kain dapat di lakukan
7	Menumpuk kain menjadi 5 tumpukan kain	42,04	NVA	tidak dibutuhkan dan tidak memberikan <i>value add</i> pada produk
8	Mengukur dan membuat pola kain	89,7	NNVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk namun di butuhkan dalam pemotongan kain
9	Memotong kain	231,56	VA	memberikan <i>value add</i> pada produk dimana mengubah kain sesuai pola
10	Menumpuk kain yang sudah terpotong menjadi satu di suatu wadah	97,7	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk
11	Pemindahan kain yang sudah di potong ke area sablon	26,41	NNVA	kegiatan yang dibutuhkan untuk memperlancar proses produksi
12	Merentangkan kain di meja sablon	26,6	NNVA	dibutuhkan agar proses sablon dapat di lakukan di atas kain tersebut
13	Proses sablon kain	225,97	VA	memberikan <i>value add</i> pada produk dimana kain polos berubah menjadi kain dengan gambar/objek sablon
14	Menset-up <i>hairdryer</i> untuk proses pengeringan	26,6	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk



**Tabel 5.15. Pengelompokan VA, NVA dan NNVA (lanjutan)**

NO	Aktivitas	Waktu (detik)	Kategori	Keterangan
15	Menumpuk kaos yang sudah disablon menjadi satu	13,66	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk
16	Inspeksi hasil sablon	11,52	NNVA	merupakan suatu kegiatan yang tidak memberikan <i>value add</i> namun dibutuhkan untuk menjamin kualitas dari produk yang dibuat
17	Pemindahan produk <i>defect</i> ke wadah penampungan	10,54	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk
18	Merendam <i>screen</i> yang digunakan untuk menyablon kedalam air	475,29	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk
19	Pemindahan kaos non- <i>defect</i> dari area sablon ke area jahit	15,75	NNVA	kegiatan yang tidak memberikan <i>value add</i> namun dibutuhkan untuk di proses di proses selanjutnya
20	Mengambil kaos yang sudah disablon untuk di jahit	49,5	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> bagi produk
21	Mempersiapkan kaos yang akan di jahit masing-masing operator	36,87	NNVA	dibutuhkan dalam proses produksi di proses jahit sehingga kaos dapat terjahit dengan rapi
22	Mengambil dan mempersiapkan peralatan jahit yang dibutuhkan seperti gunting dan benang.	13,22	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> bagi produk dan seharusnya peralatan jahit diletakkan di dekat operator
23	Menjahit kaos	1337,41	VA	memberikan <i>value add</i> pada kaos sablon
24	Menumpuk kaos yang sudah dijahit menjadi satu di suatu tempat yang disediakan	14,2	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada kaos sablon
25	Melakukan inspeksi kaos yang sudah di jahit	39,4	NNVA	dibutuhkan untuk mejamin kualitas dari kaos yang sudah di jahit
26	Pemindahan produk <i>defect</i> ke wadah penampungan	8,73	NVA	tidak memberikan <i>value add</i> pada produk
27	Melakukan packing kaos yang sudah jadi	22,05	VA	kegiatan yang memberikan <i>value add</i> pada kaos sehingga kaos dapat disampaikan ke konsumen dalam keadaan rapi
28	Pemindahan produk jadi ke gudang produk jadi	143,55	NNVA	kegiatan yang dibutuhkan untuk memperlancar kegiatan di perusahaan
<b>Total : NNVA = 4189,85 detik = 68,34 menit</b> <b>NVA = 790, 95 detik = 13,18 menit</b> <b>VA = 7310,1 detik = 121,84 menit</b>				

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa total *value add time* sebesar 121,84 menit, untuk total *non-value add time* sebesar 20,18 menit dan untuk *necessary non value add time* sebesar 68,34 menit.



**Gambar 5.3. Diagram Perbandingan Aktivitas VA, NVA & NNVA Sepanjang Proses Produksi Kaos Sablon**

Lalu pada Gambar 5.3. dapat disimpulkan bahwa persentase *value add time* sepanjang proses produksi sebesar 60 % dari total waktu produksi, aktivitas *necessary non value add time* sebesar 34% dari total waktu produksi dan *non value add time* sebesar 6% dari total waktu produksi. Untuk aktivitas VA dan NVA sangat penting untuk di kurangi bahkan dihilangkan sehingga dapat mempercepat *leadtime* pada proses produksi dan mengurangi *waste* dilantai produksi.

### 5.2.7 Perhitungan *Takt Time*

Menurut Mike & John (2003), *takt time* menunjukkan seberapa sering seharusnya suatu produk yang diproduksi untuk memenuhi keinginan atau permintaan dari *customers*. Data yang didapatkan dari perusahaan berupa data rata-rata produksi kaos sablon perhari adalah 144 kaos sablon untuk memenuhi permintaan konsumen.

Perhitungan *takt time* dilakukan pada masing-masing proses, dari persiapan proses sablon hingga proses *packing*. Berikut ini adalah perhitungan *takt time* untuk setiap proses :

a. Persiapan proses sablon

$$\text{Customer demand rate per day} = 143,8 \approx 144 \text{ kaos/hari}$$

Pesanan tiap *customer* = 3-4 lusin = 36-48 kaos sablon

1 kali afdruk = maks 48 kaos sablon

$$= \left[ \frac{144 \text{kaos/hari}}{48 \text{kaos/afdruk}} \right]$$

= 3 afdruk/hari

*Takt time* =  $\left[ \frac{\text{availabletime}}{\text{customerdemandrateperday}} \right]$

$$= \left[ \frac{390 \text{menit/hari}}{3 \text{afdruk/hari}} \right]$$

= 130 menit/afdruk

b. Proses potong kain

*Customer demand rate per day* = 144 kaos/hari x 4 sisi kaos

= 576 lembar kain/hari untuk 2 operator

= 288 lembar kain/hari/operator

1 kali potong kain = 5 lembar kain

Proses memotong/hari =  $\left[ \frac{288 \text{lembar}}{5 \text{lembar}} \right]$

= 57,6 ≈ 58 kali/hari

*Takt time* =  $\left[ \frac{\text{availabletime}}{\text{customerdemandrateperday}} \right]$

$$= \left[ \frac{390 \text{menit/hari}}{58 \frac{\text{kali}}{\text{hari}} / \text{operator}} \right]$$

= 6,72 menit perhari peroperator

c. Proses sablon

*Customer demand rate per day* = 144 kaos/hari

*Takt time* =  $\left[ \frac{\text{availabletime}}{\text{customerdemandrateperday}} \right]$

$$= \left[ \frac{390 \text{menit/hari}}{144 \text{kaos/hari}} \right]$$

= 2,7 menit/hari

d. Proses jahit

*Customer demand rate per day* = 144 kaos/hari untuk 8 operator jahit

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate/day} &= \left[ \frac{144 \text{kaos/hari}}{8 \text{operator/hari}} \right] \\ &= 18 \text{kaos/operator} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \left[ \frac{\text{availabletime}}{\text{customerdemandrate/operator/day}} \right] \\ &= \left[ \frac{390 \text{menit/hari}}{18 \frac{\text{kaos}}{\text{hari}}/\text{operator}} \right] \\ &= 21,67 \text{menit/kaos/operator} \end{aligned}$$

e. Proses *packing*

*Customer demand rate per day* = 144 kaos/hari

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \left[ \frac{\text{availabletime}}{\text{customerdemandrateperday}} \right] \\ &= \left[ \frac{390 \text{menit/hari}}{144 \text{kaos/hari}} \right] \\ &= 2,7 \text{menit/kaos} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perbandingan antara *cycle time* (waktu standar) dan *takt time* pada setiap proses :

**Tabel 5.16. Perbandingan Cycle Time dan Takt Time**

Proses	Takt Time (menit)	C/T (CycleTime) (menit)
Persiapan Proses Sablon	130	91,55
Potong Kain	6,72	3,86
Sablon	2,7	3,77
Jahit	21,67	21
Packing	2,7	0,37

Tabel diatas menunjukkan perbandingan *takt time* dan *cycle time*/waktu standar yang telah dihitung sebelumnya. Jika waktu standar yang didapatkan berada dibawah *takt time* hal tersebut menunjukkan bahwa proses yang terjadi berjalan lebih cepat dan dapat memenuhi permintaan dari konsumen. Namun jika waktu

standar berada di atas *takt time* hal tersebut menunjukkan bahwa proses yang terjadi berjalan lebih lambat dari yang seharusnya.

Tabel 5.16. menunjukkan bahwa hanya waktu standar pada proses sablon saja yang berada di atas *takt time* dan harus dilakukan perbaikan.

#### **5.2.8 Identifikasi Waste berdasarkan VSM**

Berdasarkan hasil penggambaran *current state map*, dapat diidentifikasi *waste* yang terdapat pada proses sablon yaitu *motion* dan *defect*.

##### *a. Overproduction*

Pada konveksi ini, tidak pernah terjadi *overproduction* karena seluruh pesanan di buat secara *made to order*. Hal ini juga didukung oleh aliran komunikasi yang baik dari bagian pemesanan barang ke bagian rantai produksi.

##### *b. Overprocessing*

Seluruh aktivitas kegiatan kerja di rantai produksi konveksi sudah dilakukan sesuai prosedur yang ada. Hal ini yang mendukung tidak terjadinya *overprocessing* untuk setiap kaos yang diproduksi.

##### *c. Inventory*

*Inventory* untuk produk *work in process* berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan langsung di konveksi belum pernah terjadi, karena pada konveksi ini proses koordinasi produksi sudah berjalan dengan baik, dimana ketika suatu produk memiliki waktu proses yang singkat diproses A dan yang berada di proses B adalah proses yang membutuhkan waktu proses lebih lama maka jumlah operator pada stasiun B akan lebih banyak untuk menghindari terjadinya tumpukan produk di proses B. Sedangkan untuk *Inventory* produk jadi pada konveksi ini bersifat sementara, karena produk yang sudah jadi langsung akan diberikan kepada konsumen yang memesan, sehingga tidak akan ada tumpukan produk jadi dalam jangka waktu yang lama didalam gudang.

##### *d. Waiting*

Proses produksi pada konveksi ini terbilang cukup lancar. Karena dari konveksi sendiri, sudah mampu menyikapi atau menyusun strategi agar tidak terjadi kekosongan pekerjaan dan saling menunggu produk untuk di proses oleh para operator. Seperti contoh pada *waste Inventory* diatas dimana untuk proses produksi

yang memiliki waktu proses lebih lama disuatu proses, maka jumlah operator pada proses tersebut akan dibuat lebih banyak sehingga di proses selanjutnya tidak terhambat aktivitas kegiatannya.

e. *Transportation*

Aliran transportasi pada konveksi ini sudah cukup baik, karena jarak antara proses proses 1 ke proses selanjutnya mudah dijangkau serta saling berhubungan 1 sama lain, sehingga tidak diperlukan waktu yang lebih untuk memindahkan material ataupun produk *work in process* dari proses 1 ke proses lainnya.

f. *Motion* (gerakan yang tidak perlu)

*Waste motion* yang terjadi pada proses sablon adalah kegiatan membungkuk dan menunduk secara berlebihan dengan frekuensi berkali-kali ketika menyablon, kegiatan mengambil peralatan dan bahan sablon bolak-balik, kegiatan menset-ulang *hairdryer* untuk mengeringkan sablon dan kegiatan merentangkan kaos di meja sablon dengan posisi membungkuk berkali-kali.

g. *Defect*

Berdasarkan observasi langsung dilantai produksi tersebut, produk cacat memang terjadi pada proses sablon. Jenis cacat yang ditemukan pun beragam seperti sablon terkelupas, terdapat bintik-bintik bekas cat sablon pada kaos, salah warna sablon, salah cetak objek sablon, cat sablon tidak rata, cat sablon meluber dan sablon miring.

Dapat disimpulkan bahwa *waste* yang ditemukan berdasarkan dari analisis VSM yang telah dilakukan diatas adalah *waste motion* dan *waste defect*.

### **5.2.9 Kesimpulan hasil analisis waste menggunakan WRM dan VSM**

Berdasarkan hasil analisis WRM yang telah ditemukan pada tahap sebelumnya didapatkan hasil bahwa *waste* yang dominan terjadi yaitu *waste motion* dengan persentase sebesar 18,34% & *waste defect* dengan persentase sebesar 17,36%. Analisis WRM didapatkan dari hasil wawancara dengan 3 responden yang mengetahui seluk-beluk proses produksi dari awal hingga akhir proses.

Sedangkan untuk analisis VSM didapatkan hasil bahwa waktu standar kerja pada proses sablon lebih besar daripada *takt time*, hal ini menunjukkan bahwa proses kerja di proses ini berjalan lebih lambat daripada seharusnya. Setelah diidentifikasi

berdasarkan pengamatan dan sampel 30 produk pada proses produksi di proses ini terdapat *waste* yaitu *defect* dan *motion*. Hal tersebut dapat dibuktikan dari persentase *defect* kaos yang ditemukan dari 30 sampel yaitu sebesar 23,3 % di proses sablon. Lalu untuk *waste motion* yang ditemukan pada proses sablon tersebut diantaranya adalah kegiatan merentangkan kaos ke meja dengan posisi membungkuk, kegiatan membungkuk dan menunduk ketika meratakan cat sablon dan posisi leher operator yang harus menunduk ketika melakukan proses press sablon. Analisa *waste motion* dilakukan pada semua aktivitas khususnya di aktivitas VA dan NNVA pada proses tersebut.

Hasil dari analisis VSM tersebut memperkuat dan memperjelas hasil analisis WRM yang telah dilakukan, dimana *waste* yang teridentifikasi terjadi pada proses produksi kaos sablon yaitu *motion* dan juga *defect*. Analisis VSM menunjukkan secara spesifik proses mana yang mengalami *waste motion* dan *waste defect paling* dominan di rantai produksi pembuatan kaos sablon. Untuk itu pada tahap selanjutnya yang akan dianalisa lebih lanjut mengenai *waste motion* dan *defect* adalah proses sablon.

### **5.3 Analisis Waste dengan Tahap DMAIC**

DMAIC merupakan tahapan yang terdiri dari *define, measure, analyze, improve* dan *control*. *Waste* yang didapatkan akan dianalisis mengikuti tahap DMAIC, hasilnya di jelaskan sebagai berikut :

#### **5.3.1 Define**

Fase ini merupakan fase awal dari metode *six sigma*. Pada fase ini terdapat beberapa tahap untuk menyelesaikan *waste motions* dan *waste defect*, yaitu sebagai berikut :

##### **A. Define Waste Motions**

a. Identifikasi *waste motions* yang terjadi pada proses sablon

Identifikasi *motion* dilakukan pada setiap aktivitas VA dan NNVA pada proses sablon. Berikut hasil identifikasi *waste motion* pada setiap aktivitas VA dan NNVA pada proses sablon :

**Tabel 5.17. Waste Motions yang terjadi pada proses sablon**

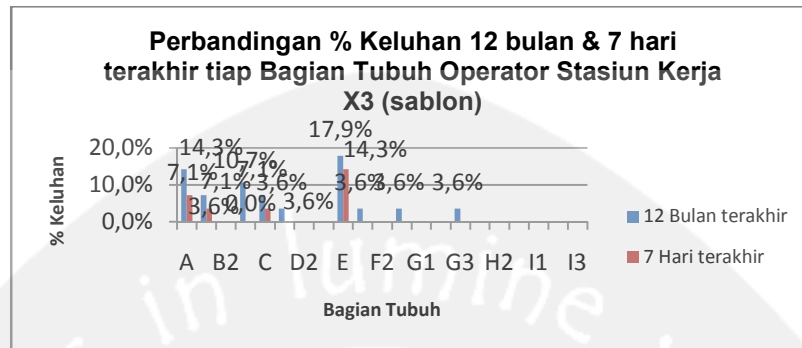
Aktivitas VA & NNVA pada proses sablon	Identifikasi <i>motion</i> pada setiap aktivitas VA & NNVA proses sablon.
Merentangkan kain di meja sablon dengan posisi badan membungkuk	Kegiatan merentangkan kaos ke meja dengan posisi membungkuk berkali-kali
Menyablon kain	Kegiatan menggeser rakel naik dan turun secara berkali-kali untuk meratakan cat sablon ke kaos.
	Kegiatan membungkuk dan menunduk berkali-kali ketika meratakan cat sablon.
Pemindahan kaos sablon ke area pressing	Pemindahan kaos sablon dilakukan manual tanpa alat bantu hanya menggunakan kedua tangan sehingga tidak dapat sekali jalan ketika memindahkan kaos yang sudah di sablon tersebut.
Proses pressing sablon dengan mesin hot gun	posisi leher operator yang harus menunduk berkali-kali ketika melakukan proses press sablon
Pemindahan produk <i>defect</i> ke wadah penampungan	Pemindahan produk <i>defect</i> dilakukan bolak-balik karena tempat penampungan produk <i>defect</i> tidak diletakkan di dekat proses sablon.
Pemindahan kaos non- <i>defect</i> dari area sablon ke area jahit	Pemindahan kaos sablon dilakukan manual tanpa alat bantu hanya menggunakan kedua tangan sehingga tidak dapat sekali jalan ketika memindahkan kaos yang sudah di sablon tersebut.

b. Identifikasi akibat/keluhan dari *waste motion* menggunakan SNQ

Setelah data *waste motion* teridentifikasi pada proses sablon, selanjutnya dilakukan pengambilan data kepada operator proses sablon untuk mengetahui keluhan yang terjadi ketika melakukan kegiatan diproses tersebut. Pengambilan data SNQ dilakukan bersamaan dengan wawancara untuk mendapatkan hasil kuesioner yang sesuai dengan keadaan lingkungan kerja sesungguhnya. Penyebaran kuesioner dan wawancara dilakukan kepada 5 operator di proses sablon. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner, maka di peroleh :

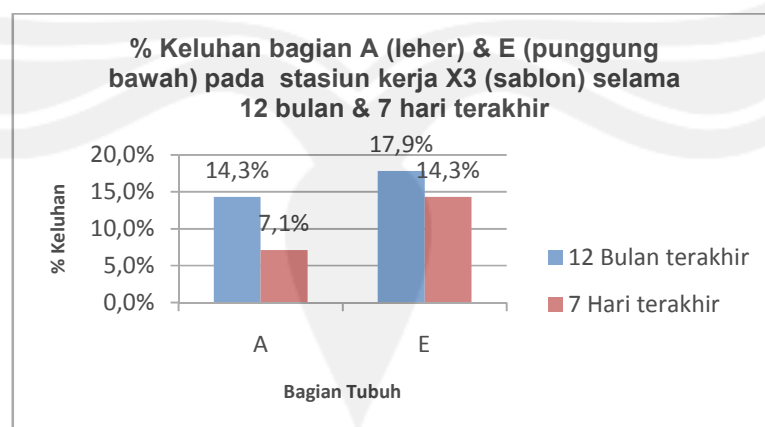


i. Evaluasi keluhan selama 7 hari & 12 bulan terakhir pada proses sablon



**Gambar 5.4. Perbandingan Persentase Keluhan 12 Bulan dan 7 Hari Terakhir Tiap Bagian Tubuh Operator Proses X3 (Sablon)**

Berdasarkan Gambar 5.4. didapatkan hasil bahwa 2 persentase tertinggi keluhan bagian tubuh operator proses X3 selama 12 bulan terakhir adalah pada bagian tubuh A dan E. Pada tabel dapat terlihat bahwa pada bagian tubuh operator yang lain memang mengalami keluhan nyeri/sakit selama 12 bulan terakhir, namun sebagian besar nyeri/sakit yang dirasakan oleh operator tersebut sudah berkurang dan bahkan tidak dirasakan lagi oleh operator yang mengalami. Sedangkan untuk bagian tubuh A dan E nyeri/sakit pada bagian tersebut masih dirasakan pada 7 hari terakhir, sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi keluhan yang terjadi pada bagian tubuh A dan E tersebut.



**Gambar 5.5. Persentase Keluhan Bagian A (leher) pada Proses X3 (Sablon)**

Gambar 5.5. merupakan tabel perbandingan persentase keluhan bagian A (leher) & E (punggung bawah) pada proses X3. Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa diantara kedua bagian tubuh tersebut, persentase keluhan tertinggi terdapat pada bagian tubuh E yaitu punggung bawah dengan persentase sebesar 17,9% di 12 bulan terakhir dan masih dirasakan sebanyak 14,3% di 7 hari terakhir. Untuk bagian tubuh A yaitu leher keluhan yang dirasakan pada 12 bulan terakhir lebih rendah yaitu hanya sebesar 14,3% dan masih dirasakan 7,1% di 7 hari terakhir, sehingga ditahap selanjutnya bagian tubuh yang akan di analisis lebih lanjut adalah bagian tubuh A dan E, karena persentase keluhan yang ditemukan paling dominan diantara persentase keluhan lain serta pada 7 hari terakhir persentase keluhan pada 2 bagian tubuh ini masih cukup tinggi.

Untuk keluhan yang dirasakan di bagian A dan E yaitu bagian leher dan punggung bawah pada proses X3 berkaitan dengan akibat dari *waste motion* yang telah teridentifikasi di tahap sebelumnya. *Waste motion* tersebut antara lain kegiatan merentangkan kaos ke meja dengan posisi membungkuk, kegiatan membungkuk dan menunduk ketika meratakan cat sablon dan posisi leher operator yang harus menunduk ketika melakukan proses press sablon.

ii. Penilaian tingkat/level keluhan punggung bawah yang dialami operator proses X3

Pada tahap ini akan dianalisis mengenai penilaian level keluhan pada bagian tubuh A dan E dialami oleh operator proses X3. Untuk penilaian sakit/nyeri digunakan skor/nilai dari 0 sampai 10, dimana masing-masing level sakit memiliki tingkat sakit yang berbeda-beda, berikut keterangannya :

**Tabel 5.18. Keterangan level nyeri/sakit**

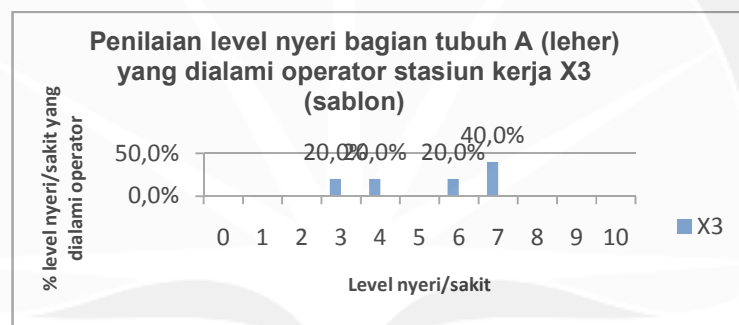
Tipe Nyeri/sakit	Level nyeri/sakit	Keterangan
Nyeri ringan	0	Tidak ada rasa nyeri/sakit yang dirasakan
	1	Nyeri sangat ringan (hampir tidak terasa)
	2	Nyeri ringan (terasa namun tidak mengganggu)
	3	Nyeri terasa namun tidak mengganggu
Nyeri Sedang	4	Nyeri terasa, namun masih bisa di toleransi
	5	Nyeri terasa dan operatoran sedikit terganggu (operator menjadi sering <i>breaks</i> )

**Tabel 5.18. Keterangan level nyeri/sakit (lanjutan)**

Tipe Nyeri/sakit	Level nyeri/sakit	Keterangan
	6	Nyeri yang terasa, operator sudah tidak fokus bekerja(masih bekerja)
Nyeri Berat	7	Nyeri sangat intens, operator tidak dapat bekerja normal
	8	Nyeri terasa kuat, operator sudah tidak bekerja
	9	Nyeri tak tertahankan
Nyeri sangat berat	10	Nyeri sangat tak tertahankan

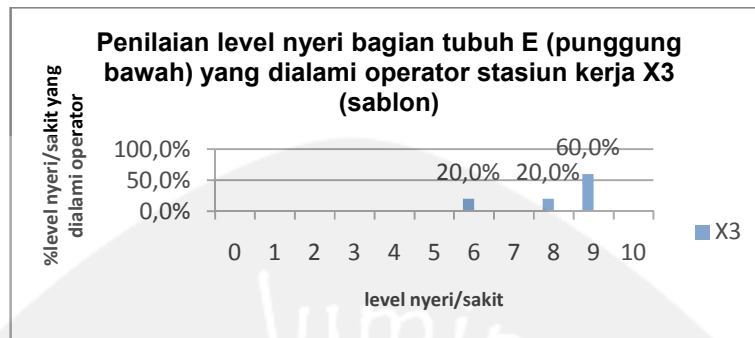
(Sumber : Saduran dari *Fundamental Of Nursing*, Sudiharto, Asuhan Keperawatan pada Pasien Nyeri, 1996:23).

Berikut ini merupakan hasil dari penilaian level sakit/nyeri dibagian A dan E yang pernah dialami oleh operator di konveksi X :



**Gambar 5.6. Penilaian Level Nyeri/Sakit pada Bagian Tubuh A (Leher)**

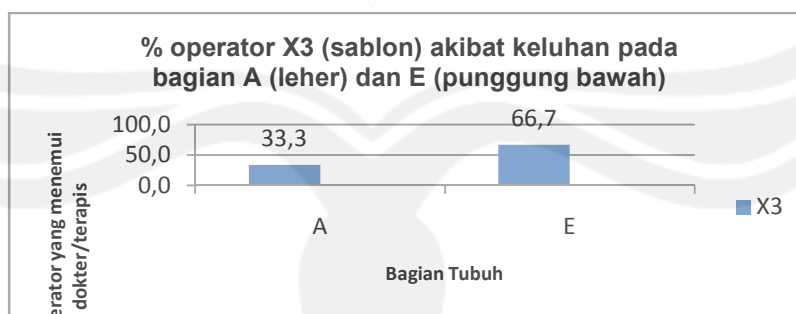
Berdasarkan hasil dari tabel di atas didapatkan hasil bahwa sebanyak 40% dari 5 operator diproses X3 menilai rasa sakit dibagian leher yang pernah dialami berada di level 7 yaitu nyeri/sakit sangat intens, operator tidak dapat bekerja normal, 20% dari 5 operator diproses X3 menilai rasa sakit dibagian leher yang pernah dialami berada di level 6 yaitu nyeri yang sudah jelas terasa sehingga operator tidak fokus bekerja(tetapi masih bekerja), 20% dari 5 operator diproses X3 menilai rasa sakit dibagian leher yang pernah dialami berada di level 4 yaitu nyeri terasa namun masih bisa di toleransi, dan 20% dari 5 operator diproses X3 menilai rasa sakit dibagian leher yang pernah dialami berada di level 3 yaitu nyeri terasa namun tidak mengganggu.



**Gambar 5.7. Penilaian Level Nyeri/Sakit pada Bagian Tubuh E (Punggung Bawah)**

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa sebanyak 60% dari 5 operator proses X3 memberi penilaian nyeri/sakit yang pernah dialami berada di level 9 yaitu dimana sakit/nyeri yang dirasakan sudah tidak tertahankan, lalu 20% dari 5 operator X3 memberi penilaian nyeri/sakit yang dialami berada di level 8 dimana nyeri/sakit yang dirasakan terasa kuat, operator sudah tidak bekerja. Terakhir yaitu 20% dari 5 operator X3 memberi penilaian nyeri/sakit yang dialami berada di level 6 dimana nyeri/sakit sudah sangat terasa dan menyebabkan operator tidak fokus bekerja (masih bekerja).

iii. Persentase operator yang menemui dokter/terapis pada proses X3



**Gambar 5.8. Persentase Operator yang Menemui Dokter/Terapis**

Pada Gambar 5.8. secara keseluruhan dapat terlihat bahwa operator menemui dokter/terapis paling banyak ketika mengalami nyeri/sakit dibagian tubuh E persentase sebesar 66,7%. Sedangkan untuk keluhan di bagian A hanya 33,3% operator yang menemui dokter/terapis.

Berdasarkan hasil identifikasi penilaian keluhan dengan menggunakan SNQ bagian i, ii, dan iii didapatkan hasil bahwa keluhan yang terjadi di proses sablon adalah keluhan di bagian tubuh A dan E. Untuk itu pada tahap *measure*, analisis lebih lanjut akan dilakukan pada bagian tubuh A dan E.

#### B. Define Waste Defect

##### a. Identifikasi persyaratan pelanggan

Pada tahap identifikasi persyaratan konsumen ini membutuhkan peran dari *customers* sebagai kunci untuk menentukan *Critical Point* pada proses produksi di konveksi. Identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan hasil dari *Voice Of Customers* (VOC) yang telah di dapatkan sebelumnya. Berdasarkan hasil VOC tersebut kemudian dibedakan antara persyaratan pelanggan dan persyaratan output dari produk, seperti berikut ini :

**Tabel 5.19. Persyaratan Pelanggan & Persyaratan output**

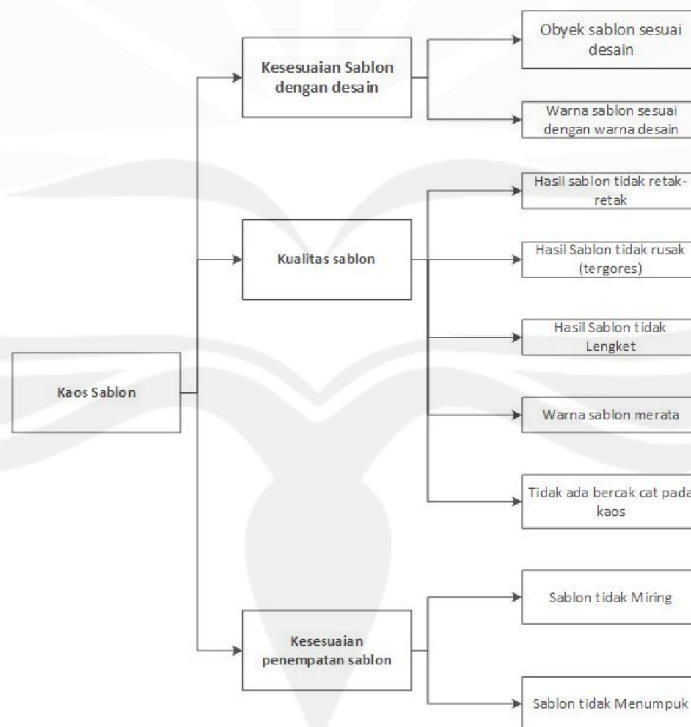
Persyaratan Pelanggan	Persyaratan Output
Kesesuaian Sablon Dengan Desain	Obyek sablon sesuai desain
	Warna sablon sesuai desain
Kualitas Sablon	Hasil sablon tidak pecah
	Hasil sablon tidak retak-retak
	Hasil sablon tidak mudah terkelupas
	Hasil Sablon tidak rusak (tergores)
	Hasil Sablon tidak Lengket
	Warna sablon tidak ngeblok
	Warna sablon merata
	Tidak ada bercak cat pada kaos
Kesesuaian penempatan sablon	Sablon tidak Miring
	Sablon tidak Menumpuk

##### b. Identifikasi *Critical To Quality* (CTQ)

Identifikasi CTQ merupakan suatu hal yang sangat penting untuk diperhatikan, karena identifikasi CTQ menjadi dasar untuk untuk melakukan identifikasi permasalahan cacat kaos yang terjadi pada konveksi.

Data *Critical To Quality* didapatkan dari *Voice Of Customers (VOC)*, VOC dilakukan dengan menggunakan kuisisioner *online*. Kuisisioner *online* tersebut lalu dibagikan secara acak dengan menggunakan sosial media *online*. Kuisisioner yang dibagikan terdiri dari 4 pertanyaan yaitu pertanyaan pertama tentang pernah tidaknya responden memesan kaos pada suatu konveksi, pertanyaan kedua tentang kualitas sablon yang dipesan, pertanyaan ketiga mengenai jenis cacat yang pernah ditemukan pada sablon kaos, dan pertanyaan terakhir tentang kualitas yang diinginkan dan dibutuhkan responden dari kaos sablon pada suatu konveksi. Berdasarkan *feedbacks* responden mengenai kualitas sablon yang diinginkan ketika memesan kaos sablon dikonveksi pada tahap sebelumnya, dapat menjadi dasar untuk menetapkan standar atau karakteristik kualitas yang diinginkan konsumen tentang kualitas sablon kaos di Konveksi *Promise Clothing Lab*.

Berikut identifikasi karakteristik kualitas produk yang diinginkan responden atau konsumen berdasarkan hasil dari VOC:



**Gambar 5.9. CTQ tree**

Setelah digambarkan CTQ *tree* berdasarkan VOC dan juga persyaratan pelanggan, langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis cacat yang akan diamati pada konveksi. Jenis cacat yang akan diamati adalah produk yang tidak memenuhi CTQ yang diinginkan oleh pelanggan. CTQ yang menghasilkan efek kecacatan yang sama akan di kelompokkan menjadi 1 jenis cacat seperti berikut ini :

**Tabel 5.20. Jenis Cacat Proses Sablon**

CTQ	Jenis Cacat yang akan di amati	Simbol	Deskripsi jenis cacat
Warna sablon sesuai dengan desain	Warna sablon tidak sesuai dengan warna desain	Y1	Warna sablon pada produk kaos tidak sesuai dengan desain yang diorder oleh pelanggan
Desain sablon sesuai dengan order <i>customers</i>	Desain tidak sesuai orderan	Y2	Objek yang tersablon tidak sesuai dengan desain yang di order pelanggan
Hasil sablon tidak lengket	Hasil sablon lengket	Y3	Sablon yang dihasilkan lengket, sehingga objek sablon tersebut tidak berbentuk lagi
Hasil sablon tidak retak-retak atau tidak pecah	Hasil sablon retak/pecah	Y4	Sablon yang dihasilkan retak atau pecah dan berdampak pada sablon akan terkelupas.
Hasil sablon tidak rusak (tergores/tergesek)	Sablon rusak (tergores/tergesek)	Y5	Sablon tidak utuh, ada bagian yang hilang karena goresan atau gesekan dengan benda lain misalnya gesekan dengan plastik <i>packaging</i> .
Tidak ada bercak/bintik cat sablon pada kain	Adanya bercak/bintik cat sablon pada kain	Y6	Terdapat bercak atau bintik-bintik cat sablon pada kaos
Warna sablon merata (tidak ngeblok di sisi tertentu)	Warna Sablon Tidak Rata	Y7	Ketebalan dan kecerahan warna sablon tidak rata ada yang tebal warnanya dan ada yang terlalu tipis
Sablon tidak miring	Objek tidak tersablon pada tempat seharusnya (miring, menumpuk)	Y8	Objek tersablon miring atau bahkan bertumpuk antara sablon satu dengan lainnya karena penempatan sablon sudah miring dari awal.
Sablon tidak menumpuk			

Pada Tabel 5.20. CTQ yang memberikan efek kecacatan yang sama akan dikelompokkan menjadi satu jenis cacat yang sama. Contohnya pada tabel diatas adalah CTQ sablon tidak miring dan sablon tidak menumpuk akan dikelompokkan menjadi satu jenis cacat yaitu objek tidak tersablon pada tempat seharusnya. Untuk jenis cacat lainnya terdiri dari satu jenis CTQ saja.

c. Permasalahan yang ditemui

Setelah CTQ ditetapkan, tahap selanjutnya yaitu melakukan observasi ketempat penelitian yaitu Konveksi X dan melakukan wawancara serta pengamatan langsung terhadap kualitas kaos sablon yang dihasilkan. Hasil yang didapatkan berupa permasalahan mengenai kualitas sablon yang dihasilkan oleh konveksi. Berikut permasalahan yang terjadi :

i. Warna sablon tidak sesuai dengan warna desain (Y1)

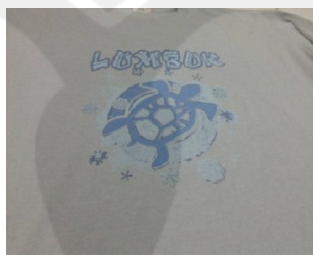
Pada konveksi tidak ditemukan cacat atau permasalahan tentang warna sablon yang tidak sesuai dengan desain. Karena operator sudah cukup terampil dalam mencampur warna sehingga warna yang dihasilkan sesuai dengan desain yang diinginkan *customers*.

ii. Desain tidak sesuai orderan (Y2)

Untuk jenis cacat ini konveksi tidak mengalami masalah apapun, karena seluruh produk yang diproduksi sudah sesuai dengan desain yang diinginkan *customers*. Hal ini dapat terjadi karena karyawan di bagian desain sablon sebelum sablon diproses ditahap pembuatan film sablon akan melakukan konfirmasi desain terlebih dahulu kepada *customers* mengenai desain yang diinginkan. Hal tersebut dilakukan Konveksi X untuk meminimasi kesalahan hasil sablon yang dicetak.

iii. Cat sablon lengket (Y3)

Sablon yang sudah selesai dipanaskan ketika disentuh sablon terasa seperti lengket karena berbaha dasar campuran dari karet. Hal ini dapat terjadi karena proses pengeringan sablon tidak sempurna.



**Gambar 5.10. Jenis Cacat Sablon Y3 (Sablon Lengket)**

iv. Hasil sablon pecah-pecah/retak (Y4)

Hasil sablon retak-retak dimana hasil sablon terlihat tidak mulus dan kasar.

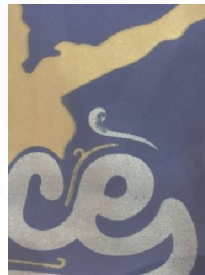




**Gambar 5.11. Jenis Cacat Sablon Y4 (Sablon retak-retak)**

v. Sablon tergores (Y5)

Hasil sablon yang sudah diproses tergores benda tajam, plastik *packaging* ataupun peralatan sablon yang lain. Hal ini dapat terjadi karena ketika produk di proses dan belum kering sempurna, sablon terkena benda yang tajam ataupun peralatan sablon yang tajam.



**Gambar 5.12. Jenis Cacat Sablon Y5 (Sablon tergores)**

vi. Adanya bintik/bekas cat pada kain (Y6)

Terdapat bintik-bintik atau bekas cat sablon pada kain, sehingga kain terlihat kotor dan masuk kedalam tumpukan produk *defect*.



**Gambar 5.13. Jenis Cacat Sablon Y6 (Terdapat bercak/bintik cat sablon)**

vii. Warna Cat Sablon Tidak Rata (Y7)

Cat sablon tidak rata dapat terlihat dimana hasil sablon pada objek ada yang berwarna tebal dan ada yang tidak begitu tebal, sehingga perbedaan warna sablon yang tidak rata ini akan sangat kontras terlihat.



**Gambar 5.14. Jenis Cacat Sablon Y7 (Cat sablon tidak rata)**

Jadi dari jenis cacat yang sudah ditentukan berdasarkan CTQ dari pelanggan, jenis cacat yang terjadi pada konveksi hanya 5 jenis cacat saja yaitu jenis cacat Y3, Y4, Y5, Y6 dan Y7. Untuk jenis cacat Y1, Y2 dan Y8 tidak ditemukan permasalahan yang berkaitan dengan jenis cacat tersebut.

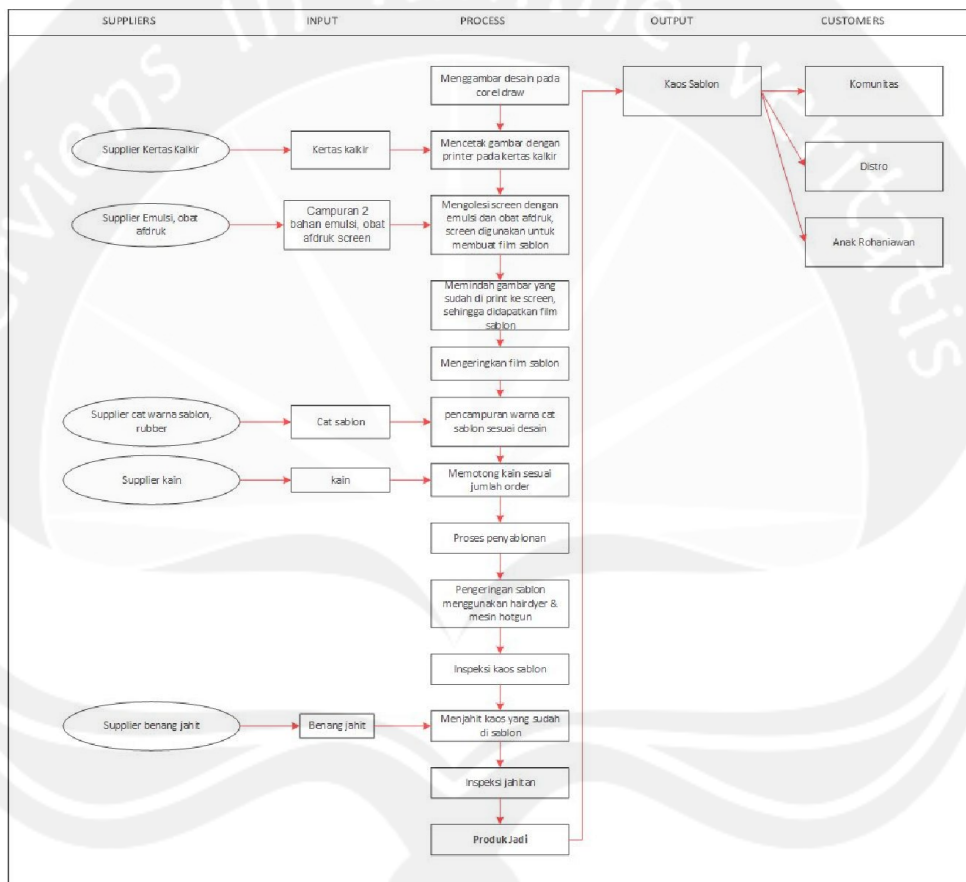
viii. Objek tidak tersablon pada tempat seharusnya (miring, menumpuk) (Y8)

Tidak ditemukan masalah cacat jenis Y8 yaitu objek tidak tersablon pada tempat seharusnya di proses penyablonan Konveksi X. Karena penempatan kaos di meja sablon dan penempatan *screen* sablon di kaos untuk menyablon yang dilakukan oleh operator sangat rapi dan teliti.

d. Identifikasi Aliran Material Dengan Menggunakan Diagram SIPOC

Identifikasi aliran material yang dilakukan dimulai dari bahan baku mulai masuk ke konveksi hingga menjadi produk jadi dan sampai ke tangan konsumen. Konveksi X merupakan suatu konveksi yang memproduksi kaos sablon sehingga material dari *suppliers* yang masuk ke konveksi berupa kain, kertas kalkir untuk membuat film sablon, obat afdruck, emulsi, cat sablon serta rubber. Tiap bahan baku tersebut berasal dari supplier yang berbeda. Lalu proses produksi dimulai dari penggambaran desain sablon pada *coreldraw*, mencetak gambar/desain pada kertas kalkir, lalu mulai dilakukan proses pengafdrukan yaitu mengolesi *screen* dengan emulsi dan obat afdruck, selanjutnya desain yang sudah dicetak di kertas kalkir dipindah ke *screen*, dan setelah itu film sablon dikeringkan. Setelah film sablon sudah jadi maka

mulai dilakukan pencampuran cat sablon sesuai warna desain yang diinginkan dan kain-kain dipotong sesuai dengan jumlah order konsumen, lalu dilakukan proses penyablonan kaos, setelah itu kaos dikeringkan dengan *hairdryer* dan mesin *heatpress*. Setelah proses pengeringan sablon selesai masuk ke tahap *finishing* yaitu tahap penjahitan kaos sablon. Output yang didapatkan adalah kaos sablon. Setelah itu produk akan di berikan kepada konsumen. Berikut ini merupakan diagram SIPOC pada Konveksi X :



Gambar 5.15. Diagram SIPOC Konveksi X

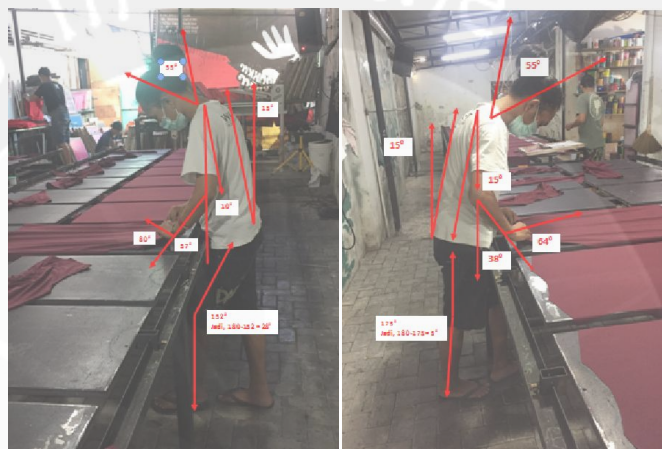
### 5.3.2 Measure

Pada tahap *measure* akan dilakukan pengukuran pada masing-masing *waste*. Pengukuran masing-masing *waste* dilakukan dengan cara yang berbeda disesuaikan dengan data setiap *waste*, berikut adalah hasil dari pengukuran tiap *waste* yang telah dilakukan :

## A. Measure Waste Motions

### a. Analisis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) Worksheet

Analisis REBA akan dilakukan pada proses sablon yaitu pada empat aktivitas utama yang dilakukan operator yakni merentangkan kain pada meja sablon, penyablonan kain, pengeringan sablon dan press hasil sablon dengan mesin *heatpress*. Berikut adalah contoh analisis REBA yang dilakukan pada aktivitas proses merentangkan kain pada meja sablon, untuk aktivitas lainnya disertakan dalam lampiran.



Gambar 5.16. Proses Merentangkan Kain 1 Sebelum Perbaikan

Tabel 5.21. Analisis Proses Merentangkan Kain 1 Sebelum Perbaikan

Analisis REBA Proses Merentangkan Kain di Meja Sablon 1 Sebelum Perbaikan					
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)					
Postur Tubuh	Kiri	Skor	Kanan	Keterangan	
	Keterangan		Skor		
Step 1 : Leher		55 <sup>0</sup>	2	2	55 <sup>0</sup>
Step 2 : Batang tubuh		15 <sup>0</sup>	2	2	15 <sup>0</sup>
Step 3 : Kaki		28 <sup>0</sup>	2	2	5 <sup>0</sup>
Step 4 : Skor Tabel A			4	4	
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs		0	0	<11 lbs
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))			4	4	
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)					
Step 7 : Lengan Atas		10 <sup>0</sup>	1	1	15 <sup>0</sup>
Step 8 : Lengan Bawah		37 <sup>0</sup>	2	2	38 <sup>0</sup>
Step 9 : Pergelangan Tangan		80 <sup>0</sup>	2	2	64 <sup>0</sup>
Step 10 : Skor Tabel B			2	2	

**Tabel 5.21. Analisis Proses Merentangkan Kain 1 Sebelum Perbaikan (lanjutan)**

Step 11 : Skor Genggaman	0	0	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		2	2	
Skor Tabel C		4	4	
Step 13 : Skor Aktivitas		2	2	
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)	6		6	

Skor akhir untuk aktivitas proses merentangkan kain pada meja sablon 1 sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 6, dimana hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri pada proses tersebut memiliki resiko cedera yang sedang dan perlu dilakukan perbaikan.

**Tabel 5.22. Ringkasan REBA Seluruh Elemen Kegiatan di Proses Sablon**

No	Elemen Kegiatan di Proses Sablon	Score REBA Kiri	Penilaian Resiko	Keterangan	Score REBA Kanan	Penilaian Resiko	Keterangan
1	Merentangkan Kain 1	6	Medium Risk	Skor REBA pada kegiatan ini berada pada kategori resiko sedang, dan memerlukan perbaikan/perubahan	6	Medium Risk	Skor REBA pada kegiatan ini berada pada kategori resiko sedang, dan memerlukan perbaikan/perubahan
2	Merentangkan Kain 2	6	Medium Risk				
3	Merentangkan Kain 3	6	Medium Risk				
4	Merentangkan Kain 4	6	Medium Risk				
5	Penyablonan 1	3	Low Risk	Skor REBA pada kegiatan penyablonan 1 berada pada kategori resiko rendah, perubahan/perbaikan memungkinkan untuk dilakukan	3	Low Risk	Skor REBA pada kegiatan penyablonan 1 berada pada kategori resiko rendah, perubahan/perbaikan memungkinkan untuk dilakukan
6	Penyablonan 2	5	Medium Risk	Skor REBA pada kegiatan ini berada pada kategori resiko sedang, dan memerlukan perbaikan/perubahan	5	Medium Risk	Skor REBA pada kegiatan ini berada pada kategori resiko sedang, dan memerlukan perbaikan/perubahan
7	Penyablonan 3	5	Medium Risk				
8	Pengeringan Sablon	3	Low Risk	Skor REBA pada kegiatan pengeringan sablon berada pada kategori resiko rendah, perubahan/perbaikan memungkinkan untuk dilakukan	3	Low Risk	Skor REBA pada kegiatan pengeringan sablon berada pada kategori resiko rendah, perubahan/perbaikan memungkinkan untuk dilakukan
9	Press Sablon 1	7	Medium Risk	Skor REBA pada kegiatan ini berada pada kategori resiko sedang, dan memerlukan perbaikan/perubahan	7	Medium Risk	Skor REBA pada kegiatan ini berada pada kategori resiko sedang, dan memerlukan perbaikan/perubahan
10	Press Sablon 2	5	Medium Risk				

Pada tabel diatas didapatkan hasil bahwa selain elemen kegiatan penyablonan 1 bagian kiri-kanan dan elemen kegiatan pengeringan sablon bagian kiri-kanan, seluruh elemen kegiatan pada proses sablon berada pada kategori resiko sedang dan memerlukan perbaikan. Sedangkan untuk elemen kegiatan penyablonan 1 bagian kiri-kanan dan elemen kegiatan pengeringan sablon bagian kiri-kanan berada pada kategori resiko rendah, dan perbaikan memungkinkan jika dilakukan pada elemen kegiatan ini.

#### B. *Measure Waste Defect*

##### a. Melakukan perhitungan DPMO

Perhitungan DPMO yang dilakukan untuk mengetahui nilai sigma yang dimiliki Konveksi X saat ini. DPMO yang didapatkan tergantung dengan jumlah produk cacat kaos sablon. Berikut hasil perhitungan DPMO pada bulan juli ditiap minggunya :

**Tabel 5.23. Nilai DPMO & Nilai *Sigma***

minggu ke-	Jumlah produk yang diperiksa	jumlah cacat	CTQ potensial	DPMO	Nilai sigma
1	854	198	8	40046,8	3,25
2	870	142	8	33333,3	3,33
3	845	115	8	32899,4	3,34
4	873	85	8	19473,08	3,56
<b>Total</b>	<b>3442</b>	<b>540</b>	<b>8</b>	<b>31377,1</b>	<b>3,36</b>

Tabel 5.23. merupakan tabel rangkuman nilai sigma dan DPMO dari minggu 1 hingga minggu 4, dan dapat diketahui jumlah total keseluruhan produksi bulan Juli 2017 adalah sebanyak 3442 kaos sablon. Dengan 8 jenis cacat yang diinspeksi dalam proses produksi nilai sigma yang didapatkan selama bulan Juli 2017 adalah 3,36 yang masih jauh dari nilai 6 sigma sehingga diperlukan perbaikan agar nilai sigma yang dicapai bisa lebih baik lagi dan untuk nilai DPMO rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 31377,1. Hal ini menunjukkan jika perusahaan memproduksi sebanyak 1 juta produk, maka akan ditemukan 31378 produk cacat.

##### b. Analisis MSA (*Measurement System Analysis*)

Analisis MSA dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pengukuran data atribut sudah benar atau belum (Allen, 2006). Analisis MSA dilakukan pada semua jenis cacat yang teridentifikasi pada Konveksi X. Analisis MSA pada masing-masing jenis cacat dilakukan pada 3 operator dengan jumlah sampel yang diuji sebanyak 15 buah

kaos, yang terdiri dari 40% kaos tidak lolos inspeksi (cacat) dan kaos lolos inspeksi (tidak cacat) dan masing-masing kaos sudah diberi nomor. Jumlah kaos yang tidak lolos inspeksi dibuat lebih sedikit daripada jumlah kaos yang lolos inspeksi dengan tujuan untuk melihat ketelitian dari operator yang melakukan inspeksi terhadap produk cacat yang jumlahnya lebih sedikit dan masing-masing operator melakukan pengulangan masing-masing 2 kali inspeksi dengan jumlah sampel yang sama sehingga data yang didapatkan lebih akurat. Berikut ini adalah contoh hasil analisis MSA pada cacat Y3 yang telah dilakukan :

**Tabel 5.24. MSA Jenis Cacat Y3**

Trial 1														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	F13	TL	TL	16	IRUL	F15	TL	TL	31	ITO	F12	TL	TL
2	DAUD	F7	L	L	17	IRUL	F5	L	L	32	ITO	F15	TL	TL
3	DAUD	F14	TL	TL	18	IRUL	F12	TL	TL	33	ITO	F3	L	L
4	DAUD	F5	L	L	19	IRUL	F7	L	L	34	ITO	F13	TL	TL
5	DAUD	F11	TL	TL	20	IRUL	F10	TL	TL	35	ITO	F4	L	L
6	DAUD	F9	L	L	21	IRUL	F6	L	L	36	ITO	F2	L	L
7	DAUD	F3	L	L	22	IRUL	F9	L	L	37	ITO	F5	L	L
8	DAUD	F2	L	L	23	IRUL	F4	L	L	38	ITO	F9	L	L
9	DAUD	F15	TL	TL	24	IRUL	F8	L	L	39	ITO	F7	L	L
10	DAUD	F10	TL	TL	25	IRUL	F14	TL	TL	40	ITO	F10	TL	TL
11	DAUD	F12	TL	TL	26	IRUL	F3	L	L	41	ITO	F14	TL	TL
12	DAUD	F6	L	L	27	IRUL	F13	TL	TL	42	ITO	F8	L	L
13	DAUD	F1	L	L	28	IRUL	F2	L	L	43	ITO	F11	TL	TL
14	DAUD	F8	L	L	29	IRUL	F11	TL	TL	44	ITO	F6	L	L
15	DAUD	F4	L	L	30	IRUL	F1	L	L	45	ITO	F1	L	L
Trial 2														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	I4	L	L	16	IRUL	I13	TL	TL	31	ITO	I9	L	L
2	DAUD	I6	L	L	17	IRUL	I2	L	L	32	ITO	I6	L	L
3	DAUD	I5	L	L	18	IRUL	I7	L	L	33	ITO	I2	L	L



**Tabel 5.24. MSA Jenis Cacat Y3 (lanjutan)**

A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
4	DAUD	I10	TL	TL	19	IRUL	I1	L	L	34	ITO	I1	L	L
5	DAUD	I9	L	L	20	IRUL	I12	TL	TL	35	ITO	I13	TL	TL
6	DAUD	I7	L	L	21	IRUL	I8	L	L	36	ITO	I14	TL	TL
7	DAUD	I12	TL	TL	22	IRUL	I5	L	L	37	ITO	I12	TL	TL
8	DAUD	I14	TL	TL	23	IRUL	I11	TL	TL	38	ITO	I8	L	L
9	DAUD	I11	TL	TL	24	IRUL	I4	L	L	39	ITO	I4	L	L
10	DAUD	I13	TL	TL	25	IRUL	I15	TL	TL	40	ITO	I3	L	L
11	DAUD	I8	L	L	26	IRUL	I3	L	L	41	ITO	I7	L	L
12	DAUD	I2	L	L	27	IRUL	I14	TL	TL	42	ITO	I5	L	L
13	DAUD	I1	L	L	28	IRUL	I6	L	L	43	ITO	I15	L	TL
14	DAUD	I15	TL	TL	29	IRUL	I10	TL	TL	44	ITO	I10	TL	TL
15	DAUD	I3	L	L	30	IRUL	I9	L	L	45	ITO	I11	TL	TL

**Keterangan :**

- A : RunOrder
- B : Appraisers
- C : Samples
- D : Assesment
- E : Standards

**Attribute Agreement Analysis Worksheet**

Samples: 15 Appraisers: 3  
 Replicates: 2 Total runs: 90

**Attribute Agreement Analysis for Assessments**

**Within Appraisers**

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
DAUD	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001
IRUL	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001

ITO	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001

#### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments. Kendall's coefficients not computed.

#### Each Appraiser vs Standard

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

##### Assessment Disagreement

Appraiser	# TL / L	Percent	# L / TL	Percent	# Mixed	Percent
DAUD	0	0,00	0	0,00	0	0,00
IRUL	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ITO	0	0,00	0	0,00	0	0,00

# TL / L: Assessments across trials = TL / standard = L.

# L / TL: Assessments across trials = L / standard = TL.

# Mixed: Assessments across trials are not identical.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
IRUL	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
ITO	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

#### Between Appraisers

##### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,0666667	15	0,0000
TL	1	0,0666667	15	0,0000

Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

#### All Appraisers vs Standard

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,105409	9,48683	0,0000
TL	1	0,105409	9,48683	0,0000

Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

#### i. *Within Appraisers*

Bagian *Within In Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan dari operator dalam melakukan pengamatan pada produk selama 2 kali pengulangan. Hasil *Minitab* diatas menunjukkan bahwa nilai *Fleiss Kappa Statistic* untuk setiap operator pada cacat Y3 adalah 1, yang berarti operator konsisten dalam melakukan pengamatan selama 2 kali pengulangan.

#### ii. *Each Appraisers vs Standard*

Bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator dalam melakukan pengamatan produk namun dibandingkan dengan standar cacat produk dan dilakukan selama 2 kali pengulangan. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan dari hasil pengolahan *minitab* pada bagian ini adalah 1, hal tersebut menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan operator selama 2 kali pengulangan sudah sesuai standar cacat produk yang ada.

#### iii. *Between Appraisers*

*Between Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan satu operator dalam melakukan pengamatan pada produk jika dibandingkan dengan operator lain. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan pada *minitab* adalah 1, yang menunjukkan bahwa antar operator satu dengan yang lainnya memiliki kesesuaian penilaian dalam pengamatan produk.

iv. **All Appraisers vs Standard**

Untuk bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator secara keseluruhan terhadap standar perusahaan. Hasil minitab yang didapatkan untuk nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada cacat Y3 adalah 1, yang menunjukkan bahwa kemampuan operator secara keseluruhan sudah sesuai dengan standar perusahaan.

**Tabel 5.25. Rangkuman MSA keseluruhan**

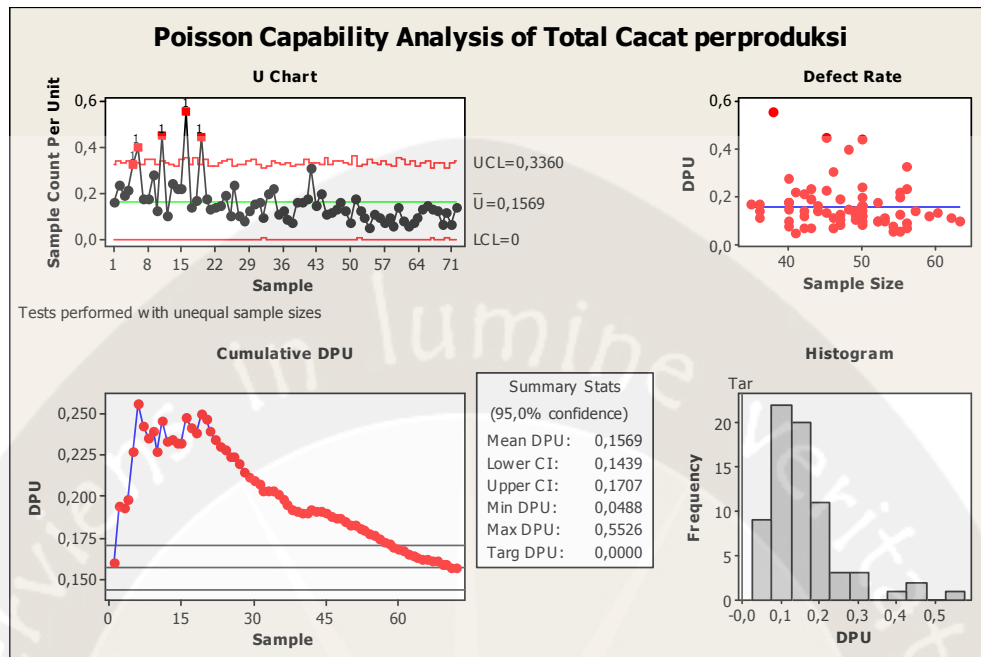
Jenis Cacat	Nama Operator	Nilai <i>Fleiss Kappa Statistic</i>						
		<i>Within Appraisers</i>	<i>Each Appraisers vs Standard</i>		<i>Between Appraisers</i>		<i>All Appraisers vs Standard</i>	
			Penilaian produk Lolos	Penilaian produk tidak lolos	Penilaian produk Lolos	Penilaian produk tidak lolos	Penilaian produk Lolos	Penilaian produk tidak lolos
Y1	Daud	-	-	-	-	-	-	-
	Ito	-	-	-	-	-	-	-
	Irul	-	-	-	-	-	-	-
Y2	Daud	-	-	-	-	-	-	-
	Ito	-	-	-	-	-	-	-
	Irul	-	-	-	-	-	-	-
Y3	Daud	1	1	1	1	1	1	1
	Ito	1	1	1				
	Irul	1	1	1				
Y4	Daud	0,85646	0,92823	0,92823	0,905462	0,905462	0,952153	0,952153
	Ito	0,85646	0,92823	0,92823				
	Irul	1	1	1				
Y5	Daud	1	1	1	1	1	1	1
	Ito	1	1	1				
	Irul	1	1	1				
Y6	Daud	1	1	1	1	1	1	1
	Ito	1	1	1				
	Irul	1	1	1				
Y7	Daud	1	1	1	1	1	1	1
	Ito	1	1	1				
	Irul	1	1	1				
Y8	Daud	-	-	-	-	-	-	-
	Ito	-	-	-				
	Irul	-	-	-				

Pada tabel rangkuman keseluruhan MSA diatas didapatkan hasil bahwa kemampuan dari ketiga operator dalam melakukan inspeksi seluruh jenis cacat secara garis besar sudah baik karena nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan adalah 1, walaupun ada beberapa nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada inspeksi Y4 hanya tidak sampai 1 tetapi masih dalam batas standar kesalahan normal yang dapat dilakukan operator, sehingga secara keseluruhan kemampuan ketiga operator dalam melakukan inspeksi seluruh jenis cacat sudah baik dan tidak mengalami masalah.

c. Melakukan Pengukuran kapabilitas proses produksi

Data cacat pada konveksi ini merupakan data *nonconformities* (ketidaksesuaian) yang berbeda-beda pada setiap produk. Pada produk kaos sablon yang diproduksi dapat ditemukan lebih dari 1 *nonconformities* misalnya seperti kaos sablon tergores dengan terdapat bagian kaos yang terkena bercak cat, hasil sablon lengket dan terdapat bagian sablon yang terkelupas dan lain sebagainya, namun jika hanya terdapat 1 jenis cacat saja pada kaos akan tetap tergolong cacat. Ketika dilakukan perhitungan kapabilitas proses produksi akan diketahui nilai DPU (*Defect per Unit*) atau tingkat kecacatan pada 1 unit produk, sehingga jika nilai DPU yang didapatkan dapat dikurangi maka jenis CTQ yang muncul pada produksi kaos pun akan berkurang.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran kapabilitas dari proses produksi konveksi dengan sampel yang digunakan yaitu data hasil produksi dan data total *defect* yang terjadi selama bulan Juli 2017. Pada Juli 2017 terdapat 72 proses produksi yang terjadi, karena perhari pada konveksi ini dilakukan 3 kali proses produksi. Pengukuran kapabilitas yang dilakukan menggunakan *software minitab* 16. Hasil yang didapatkan yaitu 4 grafik yang terdiri dari *U-chart*, *Cumulatif DPU*, *Defect Rate*, dan histogram.



**Gambar 5.17. Hasil Analisis Kapabilitas Analisis**

Hasil pada gambar diatas dijabarkan sebagai berikut :

i. *U-chart*

Sampel yang dikur adalah sebanyak 72 sampel data dengan masing-masing sampel memiliki ukuran yang berbeda-beda. Hal tersebut terjadi karena jumlah produksi tiap sampel juga berbeda-beda sehingga batas kendali yang dihasilkan bervariasi. Rata-rata nilai DPU yang didapatkan adalah sebesar 0,1569, menunjukkan bahwa proses saat ini cukup baik karena proses dinilai baik jika nilai DPU sangat kecil.

Lalu pada grafik *u-chart* dapat terlihat bahwa nilai UCL yang didapatkan adalah 0,3360 dan LCL sebesar 0, namun masih terdapat 5 sampel data yang berada diluar batas kendali atas (UCL). Sampel data tersebut adalah produksi yang terjadi pada tanggal 3 juli produksi ke 5 dan 6, tanggal 7 juli produksi 16, dan tanggal 9 juli produksi 1 dan 2. Pada kelima sampel data tersebut cacat terbesar pada masing-masing sampel data adalah jenis cacat Y4 yaitu jenis cacat sablon pecah-pecah. Adanya titik diatas batas kendali mengindikasikan ada penyebab khusus yang menyebabkan tingginya data cacat khususnya untuk jenis cacat Y4 yang terjadi pada hari tersebut. Setelah dilakukan wawancara dan juga pengamatan secara langsung hal tersebut terjadi karena dipengaruhi oleh kerusakan mesin *heatpress* di

konveksi. Mesin tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya, dimana mesin sudah disambungkan ke stopkontak dan sudah di atur suhunya tetapi tidak dapat panas sesuai dengan tingkat suhu yang sudah diatur, sehingga menyebabkan proses pengeringan akhir dari kaos sablon tidak menggunakan mesin *heatpress* melainkan hanya *hairdye* dan juga setrika alternatif pengganti mesin *heatpress* untuk sementara karena mesin hanya ada 1. Akibat dari kerusakan mesin tersebut menyebabkan produk kaos sablon di beberapa produksi di minggu 1 dan juga awal minggu 2 lebih banyak mengalami cacat. Hal tersebut dapat terjadi karena proses pematangan kaos sablon yang seharusnya menggunakan mesin *heatpress* diganti dengan setrika, dimana suhu pada setrika lebih rendah dibandingkan jika dengan menggunakan mesin *heatpress*. Faktor lainnya yang menyebabkan ditemukan beberapa cacat yang diluar batas kendali atas pada minggu 1 dan minggu ke 2 yaitu jenis cat sablon yang digunakan adalah jenis cat sablon plastisol, jenis sablon plastisol sangat membutuhkan mesin *heatpress* untuk proses *finishing*. Jenis cat plastisol berbeda dengan hasil dengan cat *rubber* atau cat untuk sablon biasa, hasil akhir dari cat plastisol ini memberi efek mengkilap atau biasanya untuk menyablon objek yang berwarna emas atau silver dan proses *finishing*-nya pun otomatis berbeda dengan cat sablon biasa karena jenis cat ini lebih susah kering dibandingkan dengan jenis cat *rubber*.

Untuk tingkat kerumitan sablon tidak mempengaruhi karena konveksi telah membatasi tingkat kerumitan sablon yang akan dipesan yaitu berupa jumlah warna sablon pada 1 kaos maksimal 3 warna, obyek yang di sablon dapat terdiri dari huruf saja atau huruf dengan gambar namun dengan jumlah warna maksimal 3, pembatasan objek sablon tersebut dilakukan karena mengingat proses sablon dikonveksi masih dikerjakan secara manual dan tujuan lainnya untuk meminimalisir terjadinya *defect* produk dan komplain dari konsumen. Pembatasan jumlah warna sablon pada 1 kaos juga dilakukan untuk menghindari terjadinya proses produksi yang lama untuk 1 kali produksi kaos sejenis.

Untuk sampel data produksi setelah dari tanggal 9 juli keatas tidak terdapat data yang di luar batas kendali karena suda dilakukan perbaikan atau *service* pada mesin *heatpress* di konveksi.

## ii. *Defect Rate*

*Defect rate* digunakan untuk melihat apakah sampel yang dianalisis mengikuti distribusi *poisson* atau tidak yaitu dengan cara memplotkan nilai DPU yang sudah terhitung. Pada grafik *defect rate* diatas dapat terlihat bahwa sampel yang dianalisis menyebar dan tidak hanya berkumpul disatu titik bagian grafik, hal tersebut menunjukkan bahwa sampel yang dianalisis berdistribusi *poisson*.

## iii. *Cumulative DPU*

*Cumulative DPU* digunakan untuk menunjukkan bahwa data yang sudah terkumpul dianggap cukup untuk mengestimasi rata-rata DPU dari proses produksi di Konveksi X. Grafik *cumulative DPU* diatas menunjukkan bahwa plot DPU pada sampel akhir sudah stabil, sehingga dapat disimpulkan jumlah data yang terkumpul sudah cukup. Rata-rata DPU yang didapatkan pada grafik diatas adalah sebesar 0,1569 yang artinya setiap produk memiliki rata-rata peluang cacat sebesar 0,1569.

## iv. *Histogram*

*Histogram* digunakan untuk menampilkan keseluruhan distribusi DPU data sampel. Berdasarkan grafik histogram pada Gambar 5.24. didapatkan hasil bahwa DPU dari sampel yang diperiksa tidak berdistribusi normal. Hal ini dapat terjadi karena data yang diolah memang merupakan data atribut dan pengolahan menggunakan distribusi *poisson*.

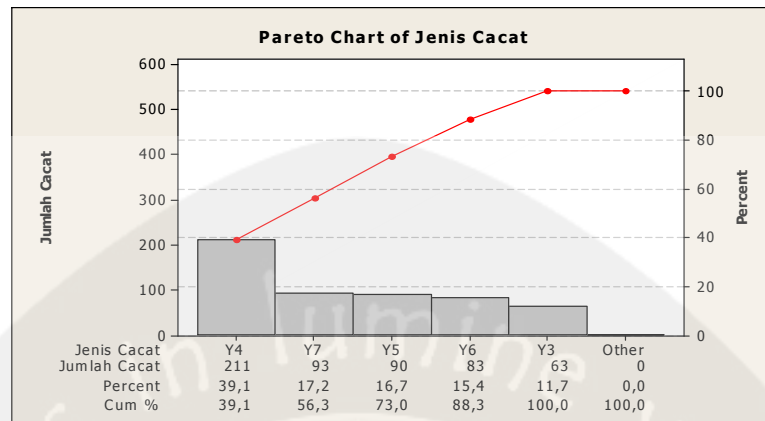
Jadi kesimpulan dari pengukuran kapabilitas proses menunjukkan bahwa proses pada Konveksi X masih belum cukup baik karena masih ditemukan sampel atau data berada di luar Batas Kendali Atas (LCL) dan tingkat DPU masih cukup besar yaitu 0,1569.

## d. Mengidentifikasi cacat potensial

Pada konveksi ini, produk cacat terbagi menjadi 8 jenis cacat yang diperiksa diantaranya yaitu sablon tergores, sablon retak/pecah-pecah, warna sablon tidak merata, cat sablon lengket, dan terdapat bintik/bekas cat pada kain.

Lalu ditahap ini akan dilakukan identifikasi jenis cacat paling potensial yang terjadi di Konveksi X. Identifikasi dilakukan menggunakan *tool* diagram pareto pada *software minitab* 16. Berikut ini adalah hasil pengolahan diagram pareto :





**Gambar 5.18. Diagram Pareto Jenis Cacat Potensial**

Hasil minitab pada Gambar 5.25. menunjukkan bahwa jenis cacat paling dominan terjadi pada Y4 dengan persentase sebesar 39,1 %, dan diikuti dengan jenis cacat Y7 dengan persentase sebesar 17,2%, Y5 dengan persentase sebesar 16,7%, Y6 dengan persentase sebesar 15,8%, Y3 dengan persentase sebesar 11,7%, sedangkan untuk jenis cacat Y1, Y2 dan Y8 tidak ditemukan cacat jenis ini pada konveksi sehingga persentasenya 0. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada diagram pareto maka analisis dan tindakan perbaikan lebih lanjut akan di fokuskan hanya pada jenis cacat Y4 yaitu jenis cacat sablon pada kaos retak-retak atau pecah, karena memiliki persentase cacat paling besar dibandingkan dengan jenis cacat lainnya.

### 5.3.3 Analyze

Tahap *Analyze* dilakukan untuk mengetahui akar penyebab terjadinya suatu masalah dominan yang terjadi dengan menggunakan *cause effect diagram* dan juga untuk mengetahui urutan prioritas perbaikan yang harus dilakukan pada konveksi dengan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), metode ini akan digunakan baik itu untuk analisis penyebab *waste motions* ataupun untuk *waste defect*.

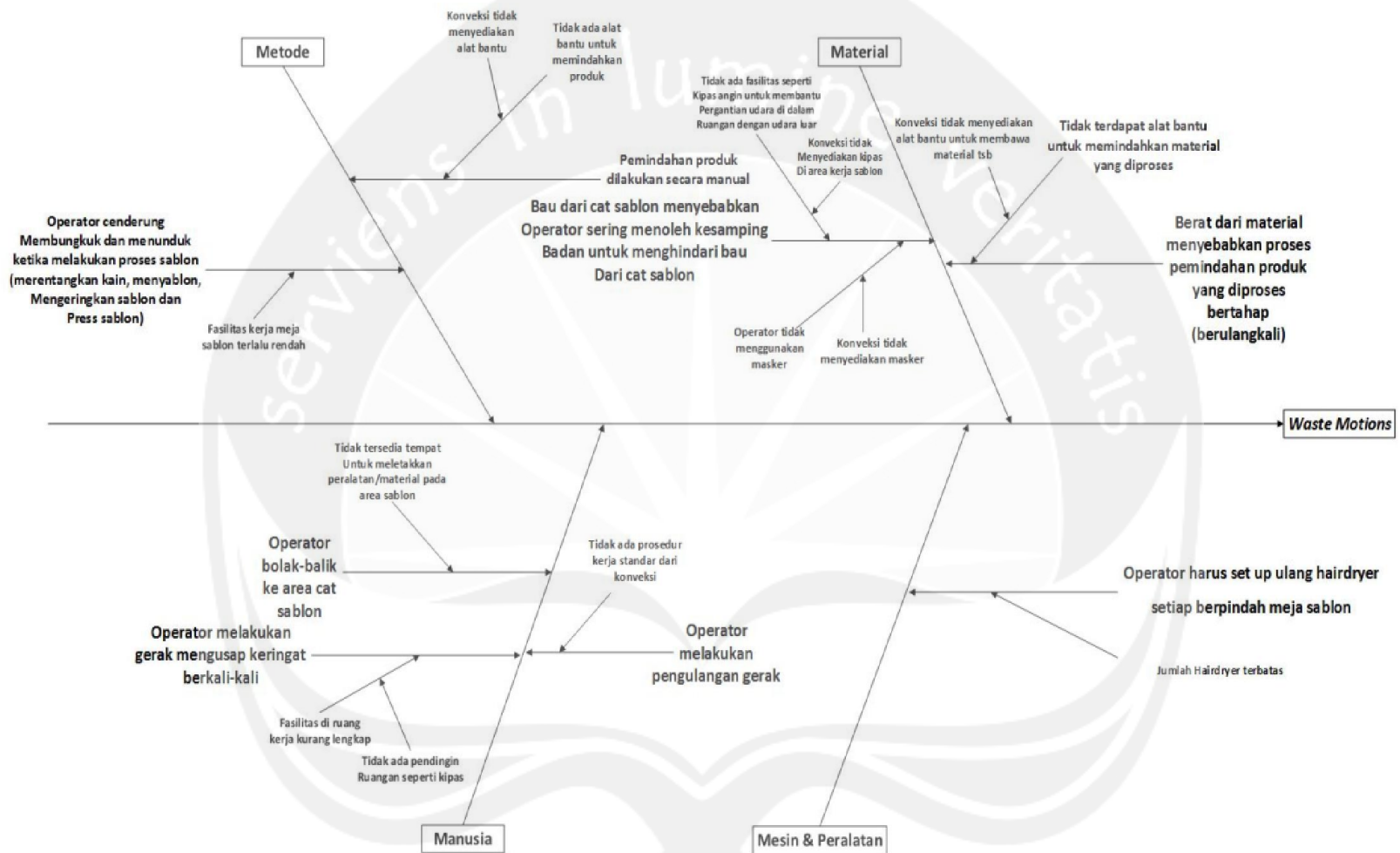
#### A. Analyze Waste Motions

Berdasarkan tabel REBA di tahap sebelumnya didapatkan hasil bahwa terdapat elemen kegiatan di proses sablon yang berada dalam kategori medium risk sehingga dari analisis REBA tersebut dilakukan analisis mengenai penyebab *waste motions*

pada elemen kegiatan tersebut. Berikut adalah hasil analisis *cause effect diagram* dan FMEA *waste motions* yang telah dilakukan.

a. *Cause Effect Diagram Waste Motions*





Gambar 5.19. Cause Effect Diagram Waste Motions

**Tabel 5.26. Analisis Penyebab Terjadinya *Waste Motions***

Faktor	Analisis Penyebab
Manusia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadinya pengulangan gerak ketika melakukan proses sablon, hal ini dapat terjadi karena dari perusahaan tidak menetapkan standar atau panduan kerja yang baik dan benar dalam melakukan proses sablon</li> <li>• Operator bolak balik ke area cat sabun untuk mengambil cat sablon, karena di area sablon tidak disediakan tempat khusus untuk meletakkan cat sablon dan juga material lainnya</li> <li>• Operator melakukan gerakan mengusap keringat berulang kali ketika bekerja karena fasilitas di area proses sablon kurang lengkap, dimana tidak ada pendingin ruangan seperti kipas angin</li> </ul>
Metode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode yang dilakukan operator dalam memindahkan produk yang diproses masih manual (dikerjakan tanpa alat bantu) sehingga proses pemindahan produk yang diproses tersebut harus dilakukan berulang kali untuk menyelesaikannya.</li> <li>• Operator cenderung membungkuk dan menunduk ketika melakukan proses sablon, hal ini terjadi karena fasilitas kerja yang digunakan yaitu meja sablon terlalu rendah dengan dimensi ukuran panjang 77 cm, lebar 67 cm dan tinggi meja 85 cm. Tinggi dari meja tersebut masih dibawah rata-rata tinggi siku berdiri operator yang rentang umurnya adalah 20 sampai 30 tahun yaitu 108,31 cm (Antropometriindonesia.org)</li> </ul>
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau dari material menyebabkan operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau dari material tersebut, hal ini dapat terjadi karena konveksi tidak menyediakan masker untuk para operator dan juga tidak terdapat kipas angin untuk memperlancar sirkulasi udara didalam area sablon</li> <li>• Berat dari material menyebabkan operator kesulitan dalam memindahkan material, hal ini terjadi karena tidak tersedia alat bantu untuk memindahkan material di konveksi</li> </ul>
Mesin	Jumlah <i>hairdryer</i> sangat terbatas yaitu hanya 2 buah, yang menyebabkan operator harus selalu <i>re-setting</i> ulang <i>hairdryer</i> ketika berpindah meja sablon
Lingkungan kerja	Lingkungan kerja tidak mempengaruhi dan menjadi penyebab terjadinya <i>waste motions</i>

**b. FMEA *waste motions***

Untuk analisis FMEA *waste motions* akan dilakukan penilaian *severity*, *occurrence*, *Detection* dan nilai RPN pada masing-masing proses yang telah teridentifikasi terjadi *waste motions*. Berikut ini adalah tabel *severity* dari *waste motions* yang teridentifikasi dari proses produksi sablon. *Severity* merupakan sebuah penilaian tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari potensi kegagalan pada proses yang dianalisis.

**Tabel 5.27. Nilai Severity Waste Motions**

No	Proses Steps or Product Function	Failure Mode	Failure Mode Effect	Severity	Keterangan
1	Merentangkan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Resiko keluhan pada bagian punggung dan leher	7	Severity tinggi, sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
2	Penyablonan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Resiko keluhan pada bagian punggung dan leher	7	Severity tinggi, sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh  severity rendah, mengalami penurunan kinerja secara bertahap
		Operator bolak-balik ke area cat sablon untuk mengambil cat sablon	Resiko terjadinya kelelahan dan juga kegiatan yang tidak efisien	5	
		Pemindahan kaos sablon berulang kali	Resiko terjadinya kelelahan dan juga kegiatan yang tidak efisien		
		Operator sering melakukan gerakan mengusap keringat ketika bekerja	Terjadinya kegiatan yang tidak efisien yang dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dan proses lebih lama		
3	Pengeringan Sablon	Operator harus selalu setting ulang hairdryer ketika berpindah meja sablon	Terjadinya kegiatan yang tidak efisien	5	severity rendah, mengalami penurunan kinerja secara bertahap
		Operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau dari cat sablon	Terjadinya kegiatan yang tidak efisien		
		Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi leher cenderung menunduk	Operator mengalami keluhan bagian leher	6	

Nilai *severity* tertinggi pada Tabel 5.27. terdapat pada efek potensi kegagalan operator mengalami keluhan pada bagian punggung dan leher dengan nilai *severity* 7. Akibat efek dari potensi kegagalan tersebut proses tetap dapat dijalankan namun tidak dapat dijalankan secara penuh akibat dari efek potensi kegagalan yang terjadi. Lalu untuk efek potensi kegagalan operator mengalami keluhan bagian leher saja

mendapatkan nilai 6, dimana sistem tetap beroperasi namun mengalami penurunan performa dan mempengaruhi output karena efek potensi kegagalan yang dirasakan. Terakhir yaitu nilai *severity* 5 pada beberapa efek potensi kegagalan operator melakukan gerak atau kegiatan yang tidak ergonomis, dimana akibat efek dari potensi kegagalan tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan kinerja secara bertahap.

**Tabel 5.28. Nilai Occurrence Waste Motions**

No	Proses Steps or Product Function	Failure Mode	Potensial Cause (s) of Failure	Occurrence	Keterangan
1	Merentangkan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Fasilitas kerja terlalu rendah	9	1 in 3
2	Penyablonan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Fasilitas kerja terlalu rendah	9	1 in 2
		Operator bolak-balik ke area cat sablon untuk mengambil cat sablon	tidak terdapat tempat khusus untuk material di area sablon	6	1 in 80
		Pemindahan kaos sablon berulang kali	tidak terdapat alat bantu untuk memindahkan produk yang di proses	6	1 in 80
		Operator sering melakukan gerakan mengusap keringat ketika bekerja	tidak terdapat pendingin ruangan (kipas) di area kerja sablon	9	1 in 2
3	Pengeringan Sablon	Operator harus selalu setting ulang hairdryer ketika berpindah meja sablon	Jumlah <i>hairdryer</i> terbatas	6	1 in 80
		Operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau dari cat sablon	tidak menggunakan masker ketika bekerja	9	1 in 2
		Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi leher cenderung menunduk	Fasilitas kerja terlalu rendah	9	1 in 2

Tabel 5.28. merupakan tabel penilaian *occurrence* yang mencerminkan probabilitas atau peluang terjadinya potensi kegagalan yang terjadi. Penilaian *occurrence* yang

telah di dapatkan pada Tabel 5.37. diatas adalah nilai *occurence* tertinggi yaitu 9, dimana nilai 9 diberikan pada penyebab potensi kegagalan yang terjadi disepanjang proses produksi yang dilakukan. Lalu nilai *occurance* 6 diberikan pada penyebab potensi kegagalan yang terjadi  $\pm 5$  kali pada setiap proses produksi.

**Tabel 5.29. Nilai *Detection Waste Motions***

No	<i>Proses Steps or Product Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Current Control</i>	<i>Detection</i>	Keterangan
1	Merentangkan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk			
2	Penyablonan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Belum ada kontrol yang dilakukan sehingga tidak dapat terdeteksi potensi kegagalan yang terjadi	10	Tidak ada kontrol yang dilakukan selama proses produksi sehingga potensi kegagalan yang mungkin terjadi tidak dapat terdeteksi
		Operator bolak-balik ke area cat sablon untuk mengambil cat sablon			
		Pemindahan kaos sablon berulang kali			
		Operator sering melakukan gerakan mengusap keringat ketika bekerja			
3	Pengeringan Sablon	Operator harus selalu setting ulang hairdryer ketika berpindah meja sablon			
		Operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau dari cat sablon			
		Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi leher cenderung menunduk			

Tabel 5.29. merupakan tabel penilaian *detection* yaitu tabel penilaian peluang terjadinya kegagalan yang dapat terdeteksi sebelum terjadi. Seluruh potensi kegagalan mendapat nilai 10 karena tidak ada kontrol yang dilakukan oleh konveksi sehingga tidak dapat terdeteksi potensi kegagalan yang terjadi.

**Tabel 5.30. Nilai RPN Waste Motions**

No	Proses Steps or Product Function	Failure Mode	Severity	Occurance	Detection	RPN (SxOxD)
1	Merentangkan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	7	9		630
2	Penyablonan Kain	Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	7	9	10	630
		Operator bolak-balik ke area cat sablon untuk mengambil cat sablon		6		300
		Pemindahan kaos sablon berulang kali	5	6		300
		Operator sering melakukan gerakan mengusap keringat ketika bekerja		9		450
3	Pengeringan Sablon	Operator harus selalu setting ulang hairdryer ketika berpindah meja sablon	5	6		300
		Operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau dari cat sablon		9		450
		Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi leher cenderung menunduk	7	9		630

Berdasarkan Tabel 5.30. didapatkan nilai RPN pada masing-masing potensi kegagalan yang terjadi pada proses produksi sablon. Nilai RPN tertinggi yaitu 630 dan terendah sebesar 300. Pada Tabel 5.39. potensial kegagalan yang muncul akan diurutkan berdasarkan nilai RPN tertinggi ke nilai RPN terendah. Pengurutan nilai RPN bertujuan untuk menentukan urutan prioritas rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan.

**Tabel 5.31. Pengurutan Nilai RPN**

Failure Mode	Potential cause(s) of mode	RPN
Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Fasilitas meja kerja terlalu rendah	630
Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi leher cenderung menunduk	Fasilitas meja kerja terlalu rendah	630
Operator sering melakukan gerakan mengusap keringat ketika bekerja	Tidak terdapat pendingin ruangan seperti kipas angin di area kerja sablon	450
operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau yang berasal dari cat sablon	Tidak menggunakan masker ketika bekerja	450
Operator bolak-balik ke area cat sablon untuk mengambil cat sablon	Tidak terdapat tempat untuk meletakkan cat sablon ataupun material lainnya di area kerja sablon	300



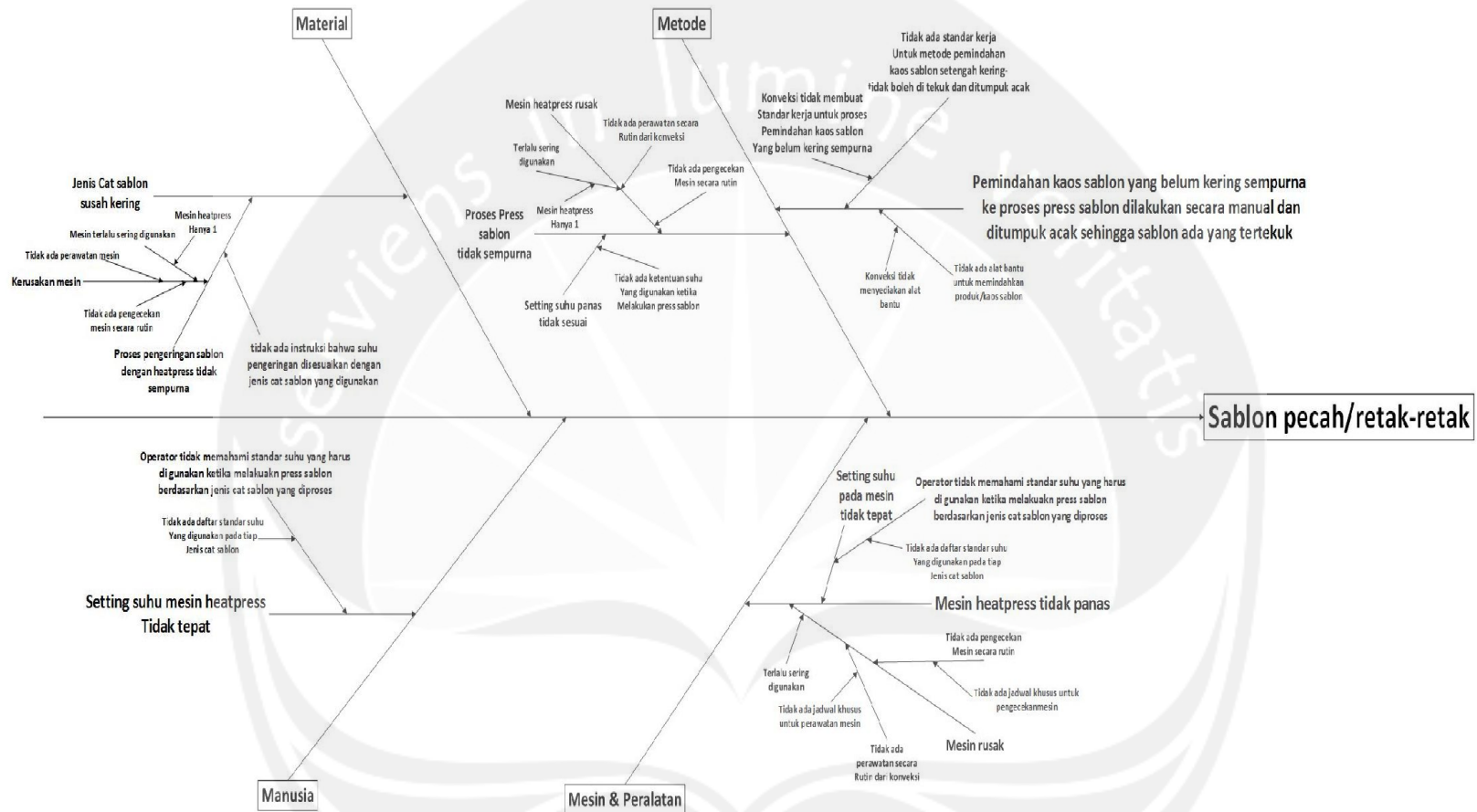
**Tabel 5.31. Pengurutan Nilai RPN (lanjutan)**

<i>Failure Mode</i>	<i>Potential cause(s) of mode</i>	<b>RPN</b>
Pemindahan kaos sablon berulang kali	Tidak terdapat alat bantu untuk memindahkan produk yang sedang di proses	300
Operator harus selalu setting ulang hairdryer ketika berpindah meja sablon	Jumlah <i>hairdryer</i> terbatas	300

**B. Analyze Waste Defect**

Hasil dari diagram pareto pada tahap sebelumnya menunjukkan bahwa cacat terbesar yang terjadi di konveksi adalah cacat Y4 yaitu cacat sablon kaos pecah atau retak-retak. Maka pada tahap ini penyebab dan juga urutan prioritas perbaikan akan difokuskan pada jenis cacat sablon kaos pecah atau retak-retak. Berikut adalah hasil analisis *cause effect diagram* dan juga FMEA *waste defect* yang telah dilakukan.

**a. Cause effect diagram Waste Defect**



Gambar 5.20. Cause Effect Diagram Waste Defect

**Tabel 5.32. Analisis Penyebab Terjadinya Waste Defect**

Faktor	Analisis Penyebab
Manusia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operator salah melakukan <i>setting</i> suhu mesin sehingga sablon yang di <i>press</i> tidak matang dan padat. Hal ini dapat terjadi karena tidak ada daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos</li> </ul>
Metode	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode pemindahan produk kaos sablon yang masih diproses dilakukan secara manual tanpa alat bantu, hal ini terjadi karena konveksi tidak menyediakan alat bantu untuk memindahkan produk</li> <li>Proses <i>press</i> kaos sablon tidak sempurna, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti mesin <i>heatpress</i> kurang panas, mesin <i>heatpress</i> mengalami kerusakan karena kurang perawatan dan juga pengecekan secara rutin dan mesin <i>heatpress</i> terlalu sering digunakan karena jumlah mesin <i>heatpress</i> hanya 1.</li> </ul>
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jenis cat sablon susah kering juga dapat memacu terjadinya cacat pada sablon kaos, hal ini dapat terjadi karena tidak ada panduan kerja mengenai suhu pengeringan tiap sablon kaos berbeda-beda harus disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan, faktor lainnya karena terjadi kerusakan mesin <i>heatpress</i> yang kurang perawatan dan pengecekan secara rutin.</li> </ul>
Mesin	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Setting</i> suhu pada mesin tidak tepat sehingga menyebabkan cacat sablon retak-retak terjadi, hal ini terjadi karena tidak ada daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos</li> <li>Kerusakan mesin yang dapat terjadi karena kurang perawatan dan juga pengecekan secara rutin dan mesin <i>heatpress</i> terlalu sering digunakan karena jumlah mesin <i>heatpress</i> hanya 1</li> </ul>
Lingkungan kerja	Dalam <i>waste defects</i> ini lingkungan kerja tidak mempengaruhi dan menjadi penyebab terjadinya cacat sablon retak-retak.

**b. FMEA waste defects**

Pada *waste defects* juga akan dilakukan penilaian *severity*, *occurrence*, *Detection* dan nilai RPN pada masing-masing proses yang telah teridentifikasi menjadi penyebab terjadinya *waste defects*. Berikut ini adalah tabel *severity* dari cacat Y4 yang teridentifikasi pada setiap elemen kegiatan proses sablon. *Severity* merupakan sebuah penilaian tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari potensi kegagalan pada proses yang dianalisis.

**Tabel 5.33. Nilai Severity Waste Defect**

No	Proses Steps or Product Function	Failure Mode	Failure Mode Effect	Severity	Keterangan
1	Penyablonan Kain	Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	Sablon retak-retak/pecah	8	Severity sangat tinggi, potensi kegagalan yang ada sangat mempengaruhi efek yang dihasilkan yaitu sablon retak-retak. Efek yang terjadi pada kaos yang dihasilkan tidak dapat di <i>rework</i> .
		Jenis cat sablon susah kering	Sablon retak-retak/pecah		
2	Pengeringan Sablon	Proses press sablon tidak sempurna	Sablon retak-retak/pecah		
		Setting suhu mesin <i>heatpress</i> tidak tepat	Sablon retak-retak/pecah		
		mesin <i>heatpress</i> tidak panas	Sablon retak-retak/pecah		

Pada Tabel 5.33. diatas didapatkan hasil bahwa nilai *severity* seluruh *effect* dari terjadinya seluruh *failure mode* adalah 8. Termasuk dalam *severity* tinggi karena potensi kegagalan yang ada semua sangat mempengaruhi efek yang dihasilkan yaitu sablon retak atau pecah. Efek yang dihasilkan tersebut termasuk jenis efek atau cacat yang tidak bisa *dirework*.

**Tabel 5.34. Nilai Occurrence Waste Defect**

No	Proses Steps or Product Function	Failure Mode	Potensial Cause (s) of Failure	Occurrence	Keterangan
1	Penyablonan Kain	Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	tidak ada alat bantu untuk memindahkan produk	8	1 in 8
			tidak ada standar kerja untuk proses pemindahan kaos sablon/produk yang belum kering sempurna		

**Tabel 5.34. Nilai Occurrence Waste Defect (lanjutan)**

No	Proses Steps or Product Function	Failure Mode	Potensial Cause (s) of Failure	Occurrence	Keterangan
		Jenis cat sablon susah kering	tidak ada panduan kerja bahwa suhu pengeringan disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan	6	1 in 80
			kerusakan mesin heatpress karena tidak ada perawatan rutin	7	1 in 20
			kerusakan mesin heatpress karena tidak ada pengecekan rutin		
2	Pengeringan Sablon	Proses press sablon tidak sempurna	tidak ada instruksi bahwa suhu pengeringan disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan	9	1 in 3
			kerusakan mesin heatpress karena tidak ada perawatan rutin	7	1 in 20
			kerusakan mesin heatpress karena tidak ada pengecekan rutin		
		Setting suhu mesin <i>heatpress</i> tidak tepat	tidak ada daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos	9	1 in 3
		Mesin <i>heatpress</i> tidak panas	tidak ada daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos	9	1 in 3
			kerusakan mesin <i>heatpress</i> karena tidak ada jadwal perawatan rutin untuk mesin <i>heatpress</i>	7	1 in 20
			kerusakan mesin <i>heatpress</i> karena tidak ada pengecekan rutin untuk mesin <i>heatpress</i>	7	1 in 20
			Kerusakan mesin <i>heatpress</i> karena jumlah mesin hanya 1 sehingga terlalu sering digunakan		

Tabel 5.34. merupakan tabel penilaian *occurrence* yang mencerminkan probabilitas atau peluang terjadinya potensi kegagalan yang terjadi. Penilaian *occurrence* yang telah di dapatkan pada Tabel 5.43. diatas adalah penyebab kegagalan diberi nilai *occurrence* 9 jika ketika penyebab tersebut muncul, potensi terjadinya kegagalan akan sangat sering terjadi. Untuk nilai *occurrence* 7 dan 8 diberikan kepada

penyebab kegagalan yang ketika penyebab kegagalan tersebut muncul akan mengakibatkan terjadinya kegagalan berulang pada sistem produksi yang dilakukan. Sedangkan nilai *occurrence* 6 diberikan untuk penyebab kegagalan sedang dimana jika penyebab kegagalan tersebut muncul, kegagalan akan tetap terjadi tetapi dengan frekuensi yang jarang.

**Tabel 5.35. Nilai *Detection Waste Defect***

No	<i>Proses Steps or Product Function</i>	<i>Failure Mode</i>	Current Control	<i>Detection</i>	Keterangan
1	Penyablonan Kain	Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	tidak ada kontrol yang dilakukan konveksi	10	Kegagalan tidak dapat dideteksi karena tidak ada proses kontrol yang dilakukan konveksi
		Jenis cat sablon susah kering	tidak ada kontrol yang dilakukan konveksi	10	Kegagalan tidak dapat dideteksi karena tidak ada proses kontrol yang dilakukan konveksi
		Kualitas cat sablon kurang baik			
2	Pengeringan Sablon	Proses press sablon tidak sempurna			
	Pengeringan Sablon	Setting suhu mesin <i>heatpress</i> tidak tepat Mesin <i>heatpress</i> tidak panas	tidak ada kontrol yang dilakukan konveksi	10	Kegagalan tidak dapat dideteksi karena tidak ada proses kontrol yang dilakukan konveksi

Tabel 5.35. merupakan tabel penilaian *detection* yaitu tabel penilaian peluang terjadinya kegagalan yang dapat terdeteksi sebelum terjadi. Seluruh potensi kegagalan mendapat nilai 10 karena tidak ada kontrol yang dilakukan oleh konveksi sehingga tidak dapat terdeteksi potensi kegagalan yang terjadi

**Tabel 5.36. Nilai RPN *Waste Defect***

<i>Proses Steps or Product Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Potensial Cause(s) of failure</i>	Sev	Occ	Det	RPN (SxOxD)
Penyablonan Kain	Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	tidak ada alat bantu untuk memindahkan produk	8	8	10	640
		tidak ada standar kerja untuk proses pemindahan kaos sablon/produk yang belum kering sempurna				

**Tabel 5.36. Nilai RPN Waste Defect (lanjutan)**

<i>Proses Steps or Product Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Potensial Cause(s) of failure</i>	<i>Sev</i>	<i>Occ</i>	<i>Det</i>	<i>RPN (SxOxD)</i>	
Penyablonan kain	Jenis cat sablon susah kering	Tidak ada panduan kerja bahwa suhu pengeringan disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan	8	9		720	
		kerusakan mesin heatpress karena tidak ada perawatan rutin		560			
		kerusakan mesin heatpress karena tidak ada pengecekan rutin	7	560			
		Kerusakan mesin heatpress karena jumlah mesin hanya 1 sehingga terlalu sering digunakan	560				
Pengeringan Sablon	Proses press sablon tidak sempurna	tidak ada panduan kerja bahwa suhu pengeringan disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan		9		720	
		kerusakan mesin heatpress karena tidak ada perawatan rutin		7		560	
		kerusakan mesin heatpress karena tidak ada pengecekan rutin				560	
		Kerusakan mesin heatpress karena jumlah mesin hanya 1				560	
	Setting suhu mesin <i>heatpress</i> tidak tepat	tidak ada daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos		9		720	
		Mesin <i>heatpress</i> tidak panas		9		720	
			kerusakan mesin heatpress karena tidak ada perawatan rutin	7			560
			kerusakan mesin heatpress karena tidak ada pengecekan rutin				560
			Kerusakan mesin heatpress karena jumlah mesin hanya 1 sehingga terlalu sering digunakan				560

Berdasarkan Tabel 5.36. didapatkan nilai RPN pada masing-masing potensi kegagalan yang terjadi pada proses produksi sablon. Nilai RPN tertinggi yaitu 720 dan terendah sebesar 560. Potensial kegagalan yang muncul akan diurutkan berdasarkan nilai RPN tertinggi ke nilai RPN terendah pada tabel selanjutnya.

**Tabel 5.37. Pengurutan Nilai RPN**

<i>Failure Mode</i>	<i>Potensial Cause(s) of failure</i>	<b>RPN</b>
Setting suhu mesin <i>heatpress</i> tidak tepat	tidak ada ketentuan daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos	720
Mesin <i>heatpress</i> tidak panas		
Jenis cat sablon susah kering		
Proses press sablon tidak sempurna	Tidak ada panduan kerja bahwa suhu pengeringan disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan	720
Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	tidak ada alat bantu untuk memindahkan produk	640
	tidak ada panduan kerja untuk proses pemindahan produk kaos yang cat sablonnya belum kering sempurna	640
Jenis cat sablon susah kering, Proses press sablon tidak sempurna, dan Mesin <i>heatpress</i> tidak panas	kerusakan mesin <i>heatpress</i> karena tidak ada perawatan rutin	560
	kerusakan mesin <i>heatpress</i> karena tidak ada pengecekan rutin	
	Kerusakan mesin <i>heatpress</i> karena jumlah mesin hanya 1 sehingga terlalu sering digunakan	

### 5.3.4 Improve

Hasil RPN dari tahap *analyze* yang telah didapatkan sebelumnya akan diurutkan dari nilai RPN tertinggi hingga terendah, hal tersebut menunjukkan prioritas perbaikan jenis kegagalan yang akan dilakukan. Berikut adalah rekomendasi rencana perbaikan pada *waste motions* dan *waste defects*.

#### A. Improve Waste Motions

**Tabel 5.38. Rencana Perbaikan Waste Motions**

<i>Failure Mode</i>	<i>Potential cause(s) of mode</i>	<b>RPN</b>	<b>Rencana Perbaikan</b>
Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi badan cenderung membungkuk dan leher cenderung menunduk	Fasilitas meja kerja terlalu rendah	630	Merancang meja sablon yang tingginya disesuaikan dengan kebutuhan operator
Operator melakukan pengulangan gerak dengan posisi leher cenderung menunduk	Fasilitas meja kerja terlalu rendah	630	
Operator sering melakukan gerakan mengusap keringat ketika bekerja	Tidak terdapat pendingin ruangan seperti kipas angin di area kerja sablon	450	Memberikan rekomendasi penambahan fasilitas tambahan yang diperlukan perusahaan seperti kipas angin
operator sering melakukan gerakan menoleh kesamping badan untuk menghindari bau yang berasal dari cat sablon	Tidak menggunakan masker ketika bekerja	450	Rekomendasi pemberian masker kepada para operator



**Tabel 5.38. Rencana Perbaikan Waste Motions (lanjutan)**

<i>Failure Mode</i>	<i>Potential cause(s) of mode</i>	<b>RPN</b>	<b>Rencana Perbaikan</b>
Operator bolak-balik ke area cat sablon untuk mengambil cat sablon	Tidak terdapat tempat untuk meletakkan cat sablon ataupun material lainnya di area kerja sablon	300	Merancang tempat secara khusus untuk meletakkan material di area sablon. Memberikan tambahan laci pada meja sablon yang digunakan untuk meletakkan material seperti cat sablon
Pemindahan kaos sablon berulang kali	Tidak terdapat alat bantu untuk memindahkan produk	300	Merekomendasikan penggunaan alat bantu berbentuk seperti tatakan yang berbentuk memanjang dan terdapat pegangan di sisi kanan dan kiri tatakan.
Pemindahan kaos sablon berulang kali	Tidak terdapat alat bantu untuk memindahkan produk yang sedang di proses	300	Merekomendasikan penggunaan <i>trolley</i> meja yang dapat didorong.
Operator harus selalu setting ulang hairdryer ketika berpindah meja sablon	Jumlah <i>hairdryer</i> terbatas	300	Merekomendasikan penambahan <i>hairdryer</i> .

**B. Improve Waste Defect**

**Tabel 5.39. Rencana Perbaikan Waste Defect**

<i>Failure Mode</i>	<i>Potensial Cause(s)of failure</i>	<b>RPN</b>	<b>Alternatif rekomendasi Rencana Perbaikan</b>
Setting suhu mesin <i>heatpress</i> tidak tepat	tidak ada daftar standar suhu yang harus digunakan untuk setiap jenis cat sablon pada kaos	720	Mengganti mesin <i>heatpress</i> dengan mesin <i>heatpress</i> yang sudah dilengkapi dengan alarm otomatis. Melakukan pelatihan pada operator untuk melakukan <i>setting</i> mesin, pengoperasian mesin <i>heatpress</i> dengan benar serta mempelajari tiap jenis cat sablon yang kemungkinan akan di gunakan dalam konveksi
Mesin <i>heatpress</i> tidak panas			Membuat panduan kerja mengenai suhu-suhu yang tepat pada mesin <i>heatpress</i> yang disesuaikan dengan jenis cat sablon pada kaos.
Jenis cat sablon susah kering	Tidak ada panduan kerja bahwa suhu pengeringan disesuaikan dengan jenis cat sablon yang digunakan	720	
Proses press sablon tidak sempurna			
Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	tidak ada alat bantu untuk memindahkan produk	640	Merekomendasikan penggunaan alat bantu berbentuk seperti tatakan yang berbentuk memanjang dan terdapat pegangan di sisi kanan dan kiri tatakan. Merekomendasikan penggunaan <i>trolley</i> meja yang dapat didorong.
Pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna dilakukan secara manual dan ditumpuk acak sehingga sablon ada yang tertekuk	tidak ada panduan kerja untuk proses pemindahan produk kaos yang cat sablonnya belum kering sempurna	640	Membuat panduan kerja khusus untuk pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna Melakukan pelatihan pada operator tentang metode memindahkan produk kaos cat sablonnya belum kering sempurna

**Tabel 5.39 Rencana Perbaikan *Waste Defect* (lanjutan)**

<i>Failure Mode</i>	<i>Potensial Cause(s) of failure</i>	RPN	Alternatif rekomendasi Rencana Perbaikan
Jenis cat sabon susah kering, Proses press sablon tidak sempurna, dan Mesin heatpress tidak panas	kerusakan mesin heatpress karena tidak ada perawatan rutin	560	Membuat jadwal pengecekan dan perawatan rutin mesin <i>heatpress</i>
	kerusakan mesin heatpress karena tidak ada pengecekan rutin		
	Kerusakan mesin heatpress karena jumlah mesin hanya 1 sehingga terlalu sering digunakan		Merekendasikan untuk penambahan mesin <i>heatpress</i> dengan spesifikasi lebih canggih

C. Matriks Evaluasi Rekomendasi Perbaikan

Matriks evaluasi didapatkan dari hasil *brainstorming* dengan karyawan konveksi yang mempunyai kedudukan setara dengan *supervisor* dan juga kepada operator proses sablon. Berikut hasil *brainstorming* yang telah dilakukan :

**Tabel 5.40. Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan**

Alternatif rekomendasi perbaikan	Evaluasi			
	Biaya		Implementasi	Acceptability pengguna
	Tafsiran biaya	Hasil wawancara		
Mengganti meja sablon yang tingginya disesuaikan dengan kebutuhan operator dan menambahkan laci di bagian bawah meja sablon untuk meletakkan material seperti cat sablon dan material lainnya	Custom meja sablon 30 pallet Rp.14.900.000 (sumber : pemilik supplier meja rel sablon SBIZ, Gading-Klaten)	untuk penggantian meja sablon yang digunakan tidak langsung dapat dilaksanakan karena biaya yang dikeluarkan cukup besar	Untuk pengimplementasian meja sablon baru saat ini masih belum bisa dilaksanakan karena mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan cukup besar, namun memungkinkan untuk diimplementasikan diwaktu mendatang.	Operator setuju dengan adanya meja sablon baru yang sesuai dengan kebutuhan dan postur kerja operator sehingga dapat mempermudah operator dalam bekerja
Penambahan fasilitas yang diperlukan perusahaan seperti kipas angin	kipas angin gantung 62 inch Rp. 457.407-Rp.1.200.000 (www.tokopedia.com/kipasangiangantung)	Dari segi biaya penambahan fasilitas berupa kipas angin masih memungkinkan untuk dilakukan dan biaya masih terjangkau oleh konveksi	Memungkinkan dan bisa diimplementasikan namun tidak bisa langsung saat ini, karena pengeluaran biaya harus disetujui terlebih dahulu oleh pemilik konveksi, namun memungkinkan untuk diimplementasikan diwaktu mendatang.	Operator setuju dan mendukung dengan penambahan kipas angin karena selama ini bau dari cat sablon sangat mengganggu di ruang sablon.
Rekomendasi pemberian masker kepada para operator	Jumlah operator = 5 Penggunaan masker = 5 pcs/hari Penggunaan masker 1 bulan = 5 pcs x 6 hari kerja x 4 minggu = 120 pcs/bulan 1 kotak masker = 50 pcs 1 bulan = ±3 kotak masker = 3 x Rp. 37.500 = Rp. 112.500/bulan (www.tokopedia.com)	Biaya untuk penggunaan masker kepada pekerja tidak menjadi masalah dan masih terjangkau	Bisa di implementasikan untuk pembelian masker bagi para operator	Sangat mendukung, karena bau dari cat sablon sangat mengganggu proses kerja.
Menambahkan tempat secara khusus untuk meletakkan material di area sablon misalnya seperti meja	Harga meja standar RP.150.000-Rp.250.000 (www.tokopedia.com/mejastandar)	Penambahan meja khusus untuk penempatan material, biaya masih terjangkau oleh konveksi	Bisa diimplementasikan untuk penambahan meja material diarea sablon	Sangat mendukung, karena dengan adanya tempat untuk material dapat memperlancar proses produksi dan operator tidak perlu bolak-balik

**Tabel 5.40. Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan (lanjutan)**

Alternatif rekomendasi perbaikan	Evaluasi			
	Biaya		Implementasi	Acceptability pengguna
	Tafsiran biaya	Hasil wawancara		
Merekomendasikan penggunaan alat bantu berbentuk seperti tatakan yang berbentuk memanjang dan terdapat pegangan di sisi kanan dan kiri tatakan.	RP.90.000-Rp.150.000 (Sumber : Toko mebel Koncodewe, babarsari Yogyakarta)	biaya masih terjangkau oleh konveksi	Bisa di implementasikan untuk penambahan alat bantu untuk memindahkan produk di konveksi	Mendukung dengan adanya alat bantu untuk memindahkan produk, sehingga operator bisa bekerja lebih cepat, efektif dan efisien.
Merekomendasikan penggunaan trolley meja yang dapat didorong.	Bahan <i>Stainless steel</i> Rp.930.000-Rp.1.590.000 ( <a href="http://www.tokopedia.com/trolleydorong">www.tokopedia.com/trolleydorong</a> )	biaya masih terjangkau oleh konveksi	Memungkinkan dan bisa diimplementasikan namun tidak bisa langsung saat ini, karena pengeluaran biaya harus disetujui terlebih dahulu oleh pemilik konveksi, namun memungkinkan untuk diimplementasikan diwaktu mendatang.	
Merekomendasikan penambahan <i>hairdryer</i> .	<i>hairdryer</i> minimal 1000 watt Rp.378.000-Rp.1.028.000 ( <a href="http://www.pricebook.co.id/hair-dryer">http://www.pricebook.co.id/hair-dryer</a> )	biaya masih terjangkau oleh konveksi	Memungkinkan untuk diimplementasikan namun pembelian <i>hairdryer</i> , alat bantu pemindahan produk, kipas angin dan peralatan lainnya tidak dapat sekaligus dalam artian dilakukan secara bertahap.	Operator sangat mendukung dengan penambahan <i>hairdryer</i> karena dapat mempercepat proses pengeringan sablon.
Mengganti mesin <i>heatpress</i> dengan mesin <i>heatpress</i> yang sudah dilengkapi dengan alarm otomatis.	Mesin <i>heatpress alarm</i> Rp.6.150.000-Rp.7.750.000 ( <a href="http://www.harmesindo.com/mesin-press-kaos">http://www.harmesindo.com/mesin-press-kaos</a> )	biaya masih bisa di pertimbangkan oleh konveksi karena jumlah mesin <i>heatpress</i> dikonveksi pun masih terbatas	Pengimplementasian mesin <i>heatpress</i> baru bisa dipertimbangkan karena mengingat mesin di konveksi hanya 1, namun mesin <i>heatpress</i> baru tidak bisa langsung di beli karena harus disetujui oleh pemilik terlebih dahulu dan memungkinkan untuk di realisasikan dan diimplementasikan dimasa mendatang.	Penggantian mesin <i>heatpress</i> dengan alarm otomatis sangat didukung oleh operator untuk meminimalisir kesalahan saat <i>press</i> sablon.

**Tabel 5.40. Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan (lanjutan)**

Alternatif rekomendasi perbaikan	Evaluasi			
	Biaya		Implementasi	Acceptability pengguna
	Tafsiran Biaya	Hasil wawancara		
Melakukan pelatihan pada operator untuk melakukan <i>setting</i> mesin, pengoperasian mesin <i>heatpress</i> dengan benar serta mempelajari tiap jenis cat sablon yang kemungkinan akan di gunakan dalam konveksi	-	-	Bisa diimplementasikan dengan cara operator yang sudah senior akan diminta untuk melakukan pelatihan, pengarahan dan pemantauan kepada operator yang masih pekerja baru. Dan mungkin akan dilakukan secara langsung ketika proses sablon sedang dilakukan.	Operator setuju dan mendukung dengan adanya pelatihan kerja, namun lebih setuju jika pelatihan kerja dilakukan dengan cara yang lebih santai misalnya dengan instruksi secara langsung ketika operator sedang bekerja dan tidak dilakukan diluar jam kerja.
Membuat panduan kerja mengenai suhu-suhu yang tepat pada mesin <i>heatpress</i> yang disesuaikan dengan jenis cat sablon pada kaos.	-	-	Bisa diimplementasikan untuk pembuatan panduan kerja mengenai panduan suhu-suhu tertentu yang digunakan ketika memproses suatu sablon dengan jenis cat sablon tertentu dan di tempelkan di dekat mesin <i>heatpress</i> sehingga operator dapat langsung melihat ketika mengoperasikan mesin.	Sangat mendukung dengan adanya panduan kerja, karena pengingat/ <i>reminder</i> dilokasi kerja misalnya berupa panduan kerja secara tertulis akan sangat membantu dalam bekerja sehingga operator dapat membacanya setiap saat
Membuat panduan kerja khusus untuk pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna	-	-	Bisa diimplementasikan mungkin dengan cara memberi tanda pengingat seperti tulisan di kertas yang ditempel untuk tidak menumpuk acak kaos sablon yang masih setengah kering	
Melakukan pelatihan pada operator tentang metode memindahkan produk kaos cat sablonnya belum kering sempurna	-	-	Bisa diimplementasikan dengan cara memberi arahan kepada operator ketika proses sablon sedang berlangsung untuk membawa kaos sablon yang masih setengah kering dengan menumpuk secara rapi (kain tetap dalam posisi direntangkan, namun operator membawa dengan memegang kedua ujung kaos jika belum tersedia alat bantu untuk membawa kaos)	Operator setuju dan mendukung dengan adanya pelatihan kerja, namun lebih setuju jika pelatihan kerja dilakukan dengan cara yang lebih santai misalnya dengan instruksi secara langsung ketika operator sedang bekerja dan tidak dilakukan diluar jam kerja.

**Tabel 5.40. Matriks Evaluasi Rencana Perbaikan (lanjutan)**

Alternatif rekomendasi perbaikan	Evaluasi			
	Biaya		Implementasi	Acceptability pengguna
	Tafsiran Biaya	Hasil wawancara		
Membuat jadwal pengecekan dan perawatan rutin mesin <i>heatpress</i>	-	-	Bisa diimplementasikan untuk mempermudah dan menjadi <i>reminder</i> apakah mesin sudah di cek dan dilakukan perawatan secara rutin	Setuju dengan adanya jadwal pengecekan dan perawatan mesin secara rutin sehingga ketika mesin akan digunakan mesin sudah dalam keadaan "ready"

Berdasarkan hasil brainstorming pada Tabel 5.40. didapatkan hasil bahwa tidak semua rekomendasi perbaikan dapat dilakukan di konveksi, jika memungkinkan untuk diterapkan pun harus melalui proses persetujuan pemilik dan tidak dalam waktu dekat mengingat biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan cukup besar.

### 5.3.5 Control

Tahap *control* adalah tahap untuk memastikan bahwa perbaikan-perbaikan diterapkan atau dilakukan terus-menerus di konveksi. *Control* untuk *waste motions* ataupun *waste defects* akan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

**Tabel 5.41. Control yang dilakukan**

No	Bentuk perbaikan	Control yang dilakukan
1	Melakukan pelatihan pada operator untuk melakukan <i>setting</i> mesin, pengoperasian mesin <i>heatpress</i> dengan benar.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan pengawasan ketika operator mulai mengoperasikan mesin dan melakukan <i>setting</i> mesin.</li> <li>2. Mendokumentasikan tentang perkembangan yang dilakukan operator terkait dengan praktek atau kemampuannya dalam mengoperasikan mesin dan melakukan <i>setting</i> mesin secara berkala dengan menggunakan <i>checksheet</i> (<i>checksheet</i> dilengkapi dengan kolom keterangan untuk menuliskan catatan secara manual)</li> </ol>
2	Membuat panduan kerja mengenai suhu-suhu yang tepat pada mesin <i>heatpress</i> yang disesuaikan dengan jenis cat sablon pada kaos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan pengawasan ketika operator mulai menginputkan suhu mesin secara berkala</li> <li>2. Mendokumentasikan tentang perkembangan atau perbaikan yang dilakukan operator terkait dengan kemampuannya dalam menginputkan suhu sesuai dengan jenis cat sablon yang digunakan dengan membuat catatan kesalahan yang masih dibuat operator secara berkala dengan menggunakan <i>cheecksheet</i> (<i>checksheet</i> dilengkapi dengan kolom keterangan untuk menuliskan catatan secara manual)</li> </ol>

**Tabel 5.41. Control yang dilakukan (lanjutan)**

No	Bentuk perbaikan	Control yang dilakukan
----	------------------	------------------------

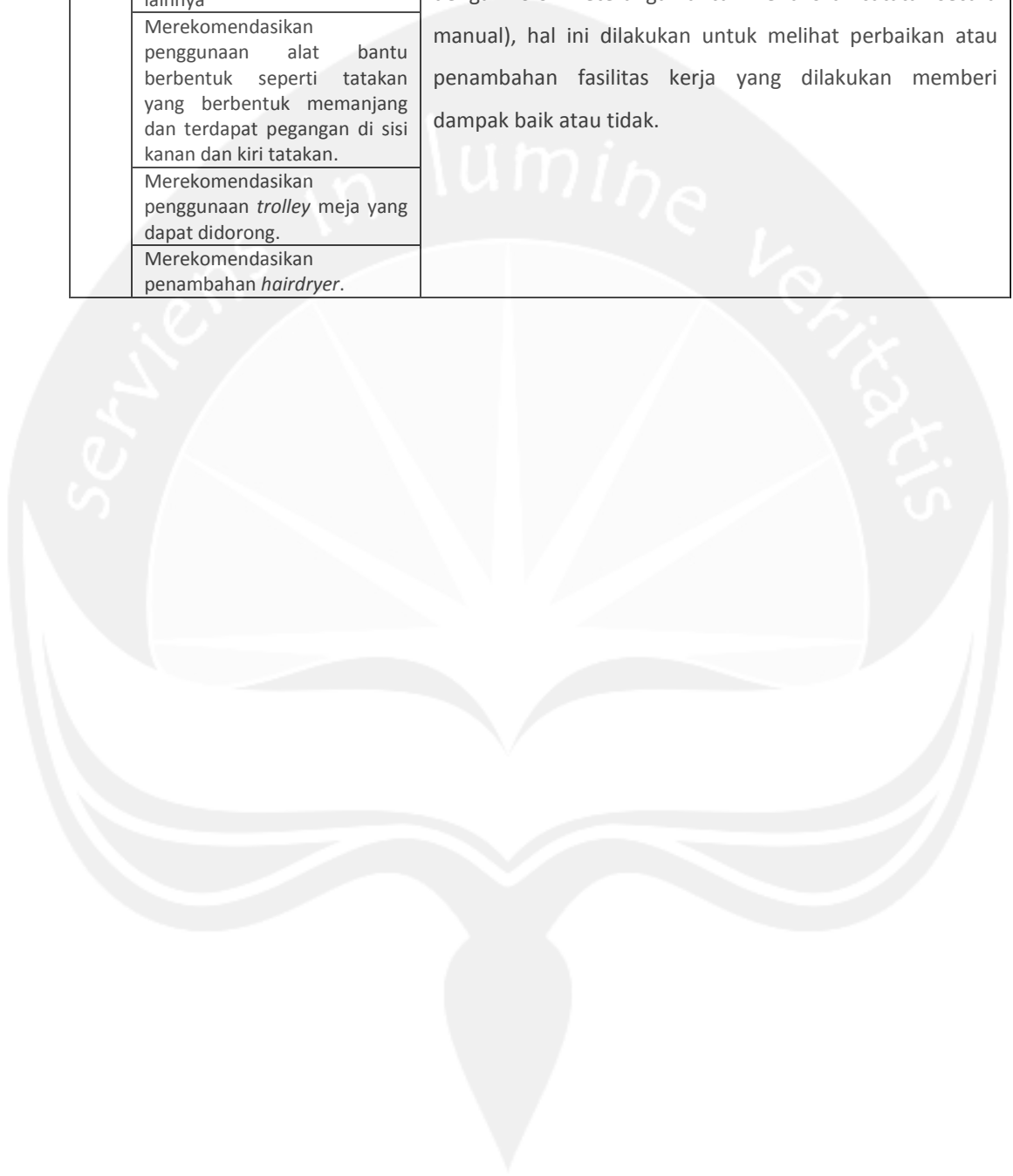
3	Membuat panduan kerja khusus untuk pemindahan kaos sablon yang belum kering sempurna	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengawasan ketika operator mulai memindahkan kaos sablon yang masih belum kering sempurna.</li> <li>Mendokumentasikan (mencatat) tentang perkembangan yang dilakukan operator terkait dengan praktek atau kemampuannya memindahkan kaos sablon yang masih belum kering sempurna secara berkala dengan menggunakan <i>checksheet</i> (<i>checksheet</i> dilengkapi dengan kolom keterangan untuk menuliskan catatan secara manual)</li> </ol>
	Melakukan pelatihan pada operator tentang metode memindahkan produk kaos cat sablonnya belum kering sempurna	
4	Membuat jadwal pengecekan dan perawatan rutin mesin <i>heatpress</i>	Menggunakan <i>Checksheet</i> untuk pengecekan dan perawatan mesin <i>heatpress</i> secara berkala dapat dilakukan perminggu atau perhari.
	Merekomendasikan untuk penambahan mesin <i>heatpress</i> dengan spesifikasi lebih canggih	Mendokumentasikan (mencatat) tentang perkembangan yang dilakukan operator terkait dengan perbaikan atau penambahan fasilitas kerja dengan menggunakan <i>checksheet</i> yang sudah berisi daftar kriteria yang harus di cek dan di kontrol secara berkala ( <i>checksheet</i> dilengkapi dengan kolom keterangan untuk menuliskan catatan secara manual), hal ini dilakukan untuk melihat perbaikan atau penambahan fasilitas kerja yang dilakukan memberi dampak baik atau tidak.
	Mengganti mesin <i>heatpress</i> dengan mesin <i>heatpress</i> yang sudah dilengkapi dengan alarm otomatis.	
	Penambahan alat kerja berupa <i>hairdryer</i> dan penambahana fasilitas kerja seperti kipas angin	
	Menambahkan tempat secara khusus untuk meletakkan material di area sablon misalnya seperti meja	

**Tabel 5.41. Control yang dilakukan (lanjutan)**

No	Bentuk perbaikan	Control yang dilakukan
	Rekomendasi pemberian masker kepada para operator	Mendokumentasikan (mencatat) tentang perkembangan



<p>Mengganti meja sablon yang tingginya disesuaikan dengan kebutuhan operator dan menambahkan laci di bagian bawah meja sablon untuk meletakkan material seperti cat sablon dan material lainnya</p>	<p>yang dilakukan operator terkait dengan perbaikan atau penambahan fasilitas kerja dengan menggunakan <i>checksheet</i> yang sudah berisi daftar kriteria yang harus di cek dan di kontrol secara berkala (<i>checksheet</i> dilengkapi dengan kolom keterangan untuk menuliskan catatan secara manual), hal ini dilakukan untuk melihat perbaikan atau penambahan fasilitas kerja yang dilakukan memberi dampak baik atau tidak.</p>
<p>Merekomendasikan penggunaan alat bantu berbentuk seperti tatakan yang berbentuk memanjang dan terdapat pegangan di sisi kanan dan kiri tatakan.</p>	
<p>Merekomendasikan penggunaan <i>trolley</i> meja yang dapat didorong.</p>	
<p>Merekomendasikan penambahan <i>hairdryer</i>.</p>	



## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjelaskan kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

#### 6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

*Waste* yang teridentifikasi dalam proses produksi konveksi X yaitu *waste motions* dan *waste defect*. *Waste* tersebut dapat dikurangi atau diminimasi dengan cara melakukan beberapa perbaikan sebagai berikut :

- a. Rekomendasi perbaikan untuk *waste motions* : Merancang meja sablon baru, penambahan alat dan fasilitas kerja, pemberian masker kepada operator, merancang tempat untuk material, dan merekomendasikan penggunaan alat bantu untuk memindahkan produk.
- b. Rekomendasi perbaikan untuk *waste defects* : mengganti mesin *heatpress* dengan spesifikasi lebih baik, melakukan pelatihan pada operator, membuat panduan kerja mengenai suhu-suhu yang sesuai untuk setiap jenis cat sablon tertentu, merekomendasikan penggunaan alat bantu dan *trolley* meja, membuat jadwal pengecekan dan perawatan mesin *heatpress*.

#### 6.2. Saran

Saran untuk penerapan *project Lean Ergonomic Six Sigma* yang lebih baik yaitu sebagai berikut :

- a. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti lebih lanjut lagi mengenai *waste* lainnya yang terjadi di Konveksi X.
- b. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan rekomendasi perbaikan yang diberikan dapat diterapkan sehingga hasil atau efek dari perbaikan yang dilakukan dapat terlihat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, Theodore. (2006). *Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma*. Germany : Springer Science and Bunssiness Media.
- Bass, I. & Lawton, B., 2009. *Lean Six Sigma - Using Sigma XL and Minitab*. 1 ed. America: The McGraw-Hill.
- Bridger & R.S. (1995). *Introduction to Ergonomics*. London: McGraw-Hill,Inc.
- Cabrita, domingues, dan Requeijo. (2015). Application od Lean Six Sigma Methodology to Reducing Production Costs : Case Study of a Portuguese bolts manufacture. *International Journal of Management Science and Engineering Management*. New York : Taylor & Francis Group, LLC.
- Carreira, Bill. (2005). *Lean Manufacturing that Works : Powerful Tools For Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits*. New York : American Management Association.
- Chiarini. (2013). Implementing Lean Six Sigma in healthcare: issues from Italy. *International Journal of Public Money and Management*. 33(5), 361-368.
- Christyanti, Jessika & Jonny. (2012). Improving the Quality of Asbestos Roofing at PT BBI Using *Six Sigma* Methodology. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 65 (2012) 306-312.
- Cox, James F. (2005). "APICS Dictionary 1 1st editon". Virginia : APICS Dictionary.
- Cox, James F., & Blackstone, John H. (2005). *APICSDictionary*11th Edition. Alexandria: APICS, cop.
- Dale H. 1994. *Quality Control*. Fourth Edition. Prentice Hall
- Evan, J. R., & Lindsay, W. M. (2005). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement (Terjemahaan Afia R. Fitriati)*. Singapore: Thomson.
- Evans & Lindsay. (2007). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement (Pengantar Six Sigma)*. Jakarta : Penerbit Salemba Empat.

- Firdaus dan Widianti. (2015). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Sebagai Tindakan Pencegahan Pada Kegagalan Pengujian. Pusat Penelitian Mutu dan Teknologi Pengujian, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Tangerang Selatan, Banten.
- Gaspersz, V. (2007) Pedoman implementasi program Six Sigma terintegrasi dengan iso 9001:2000. Jakarta: Gramedia.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma For Manufafturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Goetsch, D.L & Davis, S, 1994 Introduction to Total Quality, Quality, Productivity, Competitiveness. Englewood Cliffs. Prentice Hall International Inc
- Gupta, P. (2004). *The Six Sigma Performance Handbook*. New York : Yhe McGraw-Hill.
- Harmesindo (2017). Daftar harga mesin press kaos. Diakses tanggal 1 Oktober 2017 dari <http://www.harmesindo.com/mesin-press-kaos>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205.
- Indrawati, S., & Ridwansyah, M. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Lean Six Sigma*, 528-534.
- JillK. (2014). Lean, Ergonomics, Six Sigma and Systems Thinking (L.E.S.S™): Part 1:The Case for Integration. Diakses tanggal 29 September 2017 dari <https://www.kelbyergodesign.com>
- Jonny dan Christyanti, Jessica. (2012). Improving The Quality of Asbestos Roofing at PT BBI Using Six Sigma Methodology. *Social and Behavioral Sciences*. 65 : 306-312.
- Kho, Budi. (2016). Pengertian Take Time dan cara menghitungnya. Diakses tanggal 4 Oktober 2017 dari <http://ilmumanajemenindustri.com>
- Kubiak and Benbow. (2009). *The Certified Six Sigma Green Belt handbook*. Milwaukee : ASQ Quality Press.

- Lehto dan Buck. (2008). *Human Factors and ergonomic For Engineering*. New York : Taylor & Francis Group, LLC.
- Mike, R. dan John. 2003. Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. Massachusetts: Lean Enterprise Institute.
- Montgomery (2005). Introduction To Statistical Quality Control. 4th Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Munro, dkk. (2015). *The Certified Six Sigma Green Belt handbook*. Milwaukee : ASQ Quality Press.
- Nasution. (2005). Manajemen Mutu Terpadu. Bogor : Ghalia Indonesia.
- Nunes, Isabel L. (2015). Integration of Ergonomics and Lean Six Sigma.A model proposal. Diakses tanggal 15 Maret 2017 dari <https://www.elsevier.com/>
- Nurmianto E (2003). Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya. Surabaya: Guna Widya.
- Occupational Health and Safety Council of Ontario (OHSCO) (2007). Prevention musculoskeletal tool box. Ontario, USA.
- Pande, dkk. (2000). *The Six Sigma Way : How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. New York : McGraw-Hill.
- Peter Vi H (2004). Construction health: musculoskeletal disorder what are the causes and controls in construction. Diakses tanggal 19 September 2017 dari: <http://www.csa.org/UploadFiles/Magazine/Vol11No3/musculo.htm>.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. New York: The McGraw-Hill Companies,inc.
- Rawabdeh, I. A. 2005. A model for the assessment of waste in job shop environments. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 25 No. 8 : 800-822.
- Shiftindonesia (2014). Belajar lean manufacturing : fase DMAIC dalam freamwork lean. Diakses pada tanggal 4 Oktober 2017 dari <http://shiftindonesia.com>

Standardized Nordic Questionnaire. Diakses pada tanggal 6 Juni 2017 dari <http://www.pei.or.id/>

Susihono (2012). Perbaikan Postur Kerja Untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal dengan Pendekatan Metode OWAS. *Spektrum Industri*, 69-81.

Sutalaksana (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.

Tarwaka, Bakri, Sudiajeng. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta.: UNIBA Press.

Tarwaka. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA

Tokopedia (2017). Hairdryer. Diakses tanggal 1 Oktober 2017 dari <http://www.tokopedia.com/hair-dryer>

Tokopedia (2017). Harga kipas angin gantung. Diakses tanggal 1 Oktober 2017 dari <http://www.tokopedia.com/kipasangantung>

Tokopedia (2017). Harga trolley dorong. Diakses tanggal 1 Oktober 2017 dari <http://www.tokopedia.com/trolleydorong>

Tokopedia (2017). Meja kerja standar. Diakses tanggal 1 Oktober 2017 dari <http://www.tokopedia.com/mejakerjastandar>

Womack et al (1990). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your corporation*. Second Edition. London: Free Press Business.

Lampiran 1 : Tabel Data Cacat Produksi Selama Juli 2017 (*Waste Defect*)

Tanggal	Jumlah Produksi	Keterangan	Jumlah Cacat tiap Jenis								Total Cacat perproduksi
			Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	
02-Jul	50	Produksi 1	0	0	3	4	0	1	0	0	8
	43	Produksi 2	0	0	0	3	5	0	2	0	10
	47	Produksi 3	0	0	3	5	0	1	0	0	9
03-Jul	42	Produksi 4	0	0	3	2	0	2	2	0	9
	50	Produksi 5	0	0	4	8	3	0	3	0	18
	48	Produksi 6	0	0	0	8	3	3	5	0	19
04-Jul	52	Produksi 7	0	0	2	5	0	2	0	0	9
	40	Produksi 8	0	0	3	0	1	1	2	0	7
	40	Produksi 9	0	0	3	2	2	2	2	0	11
05-Jul	56	Produksi 10	0	0	3	0	0	0	3	0	6
	50	produksi 2	0	0	3	12	0	3	2	0	20
	49	Produksi 12	0	0	0	0	2	3	0	0	5
06-Jul	50	Produksi 13	0	0	0	7	1	1	3	0	12
	55	Produksi 14	0	0	4	4	3	1	0	0	12
	41	Produksi 15	0	0	2	4	0	3	0	0	9
07-Jul	55	produksi 16	0	0	4	10	2	5	0	0	21
	50	Produksi 17	0	0	1	1	1	2	2	0	7
	36	Produksi 18	0	0	0	2	3	1	0	0	6
09-Jul	50	produksi 1	0	0	4	13	2	2	1	0	22
	45	Produksi 11	0	0	0	3	0	2	2	0	7
	38	Produksi 3	0	0	0	1	2	0	4	0	7
10-Jul	57	produksi 4	0	0	2	6	0	0	0	0	8
	49	produksi 5	0	0	0	4	0	1	2	0	7

Tanggal	Jumlah Produksi	Keterangan	Jumlah Cacat tiap Jenis								Total Cacat perproduksi
			Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	
	43	produksi 6	0	0	0	2	2	1	3	0	8
11-Jul	40	produksi 7	0	0	0	0	1	1	2	0	4
	56	produksi 8	0	0	2	6	0	3	2	0	13
	50	produksi 9	0	0	0	4	0	0	1	0	5
12-Jul	50	produksi 10	0	0	0	0	1	0	3	0	4
	42	produksi 11	0	0	1	4	0	0	0	0	5
	40	produksi 12	0	0	0	1	0	3	2	0	6
13-Jul	50	produksi 13	0	0	0	2	3	0	3	0	8
	63	produksi 14	0	0	0	6	0	0	0	0	6
	55	produksi 15	0	0	2	4	0	2	3	0	11
14-Jul	45	produksi 16	0	0	3	1	4	1	1	0	10
	47	produksi 17	0	0	0	3	1	0	1	0	5
	50	produksi 18	0	0	0	2	4	0	0	0	6
15-Jul	47	produksi 1	0	0	0	0	1	3	0	0	4
	56	produksi 2	0	0	0	2	0	2	0	0	4
	50	produksi 3	0	0	0	3	3	0	2	0	8
16-Jul	50	produksi 4	0	0	2	3	0	1	2	0	8
	40	produksi 5	0	0	0	0	3	1	3	0	7
	46	produksi 6	0	0	0	4	3	4	3	0	14
17-Jul	48	produksi 7	0	0	0	5	1	1	0	0	7
	40	produksi 8	0	0	2	3	2	3	0	0	10
	36	produksi 9	0	0	0	4	0	0	0	0	4
18-Jul	53	produksi 10	0	0	0	0	4	0	2	0	6
	45	produksi 11	0	0	0	1	1	2	2	0	6
	44	produksi 12	0	0	2	2	0	2	1	0	7



Tanggal	Jumlah Produksi	Keterangan	Jumlah Cacat tiap Jenis								Total Cacat perproduksi
			Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	
19-Jul	49	produksi 13	0	0	0	5	1	0	0	0	6
	54	produksi 14	0	0	2	0	0	0	2	0	4
	35	produksi 15	0	0	0	3	0	3	0	0	6
20-Jul	59	produksi 16	0	0	0	3	0	2	2	0	7
	52	produksi 17	0	0	0	0	4	0	1	0	5
	41	produksi 18	0	0	1	0	1	0	0	0	2
21-Jul	46	produksi 1	0	0	0	2	3	0	0	0	5
	52	produksi 2	0	0	0	3	0	2	0	0	5
	42	produksi 3	0	0	0	3	0	0	0	0	3
22-Jul	53	produksi 4	0	0	0	1	2	0	2	0	5
	55	produksi 5	0	0	0	0	2	0	1	0	3
	36	produksi 6	0	0	0	3	0	2	0	0	5
23-Jul	40	produksi 7	0	0	0	0	0	1	2	0	3
	54	produksi 8	0	0	0	3	0	0	0	0	3
	43	produksi 9	0	0	0	0	2	1	0	0	3
24-Jul	56	produksi 10	0	0	0	2	1	2	0	0	5
	47	produksi 11	0	0	1	3	0	0	2	0	6
	42	produksi 12	0	0	0	2	3	0	1	0	6
25-Jul	60	produksi 13	0	0	0	1	4	0	3	0	8
	49	produksi 14	0	0	0	2	1	3	0	0	6
	46	produksi 15	0	0	1	1	0	1	0	0	3
26-Jul	62	produksi 16	0	0	0	3	2	0	2	0	7
	46	produksi 17	0	0	0	2	0	0	1	0	3
	44	produksi 18	0	0	0	3	0	0	3	0	6
<b>Jumlah Total Cacat</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>211</b>	<b>90</b>	<b>83</b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>540</b>

Lampiran 1 : Kuesioner WRM (Waste Relationship Matrix)

Pertanyaan	Daftar pertanyaan 1				
	i	j	Responden1	Responden2	Responden3
Apakah i menghasilkan/menyebabkan terjadinya j ?	Overproduction	Inventory	b	b	b
	Overproduction	Defect	c	b	c
	Overproduction	Motion	c	b	c
	Overproduction	Transportation	b	c	b
	Overproduction	Waiting	c	b	b
	Inventory	Overproduction	c	c	c
	Inventory	Defect	c	c	b
	Inventory	Motion	b	b	c
	Inventory	Transportation	b	c	c
	Defect	Overproduction	b	c	b
	Defect	Inventory	b	b	b
	Defect	Waiting	a	a	b
	Defect	Transportation	a	b	c
	Defect	Motion	a	b	a
	Motion	Defect	b	a	a
	Motion	Inventory	a	b	b
	Motion	Waiting	a	b	b
	Motion	Processing	b	b	a
	Transportation	Motion	a	b	a
	Transportation	Defect	c	c	b
	Transportation	Inventory	c	c	c
	Transportation	Overproduction	c	c	c
	Processing	Motion	b	b	b
	Processing	Defect	b	a	b
	Processing	Inventory	c	c	c
	Processing	Overproduction	b	c	c
	Processing	Waiting	a	a	b
	Waiting	Defect	b	c	c
	Waiting	Inventory	a	a	a
	Waiting	Overproduction	b	c	c

Keterangan Jawaban :

- a = Selalu
- b = Kadang-kadang
- c = Jarang

Transportation      Waiting

Daftar pertanyaan 2					
Pertanyaan	i	j	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Bagaimana hubungan antara i dan j apakah jika i naik maka j naik, jika i naik j tetap atau tergantung keadaan?	Overproduction	Inventory	a	a	b
	Overproduction	Defect	c	c	c
	Overproduction	Motion	b	b	a
	Overproduction	Transportation	a	a	<del>b</del> c
	Overproduction	Waiting	c	c	<del>b</del> c
	Inventory	Overproduction	c	c	<del>b</del> c
	Inventory	Defect	c	c	<del>b</del> c
	Inventory	Motion	b	b	b
	Inventory	Transportation	c	c	c
	Defect	Overproduction	c	c	c
	Defect	Inventory	c	c	a
	Defect	Waiting	b	b	a
	Defect	Transportation	b	b	c
	Defect	Motion	a	a	a
	Motion	Defect	b	a	a
	Motion	Inventory	c	c	c
	Motion	Waiting	a	a	b
	Motion	Processing	b	b	b
	Transportation	Motion	c	c	c
	Transportation	Defect	b	b	b
	Transportation	Inventory	c	c	c
	Transportation	Overproduction	c	c	c
	Transportation	Waiting	c	c	c
	Processing	Motion	c	c	c
	Processing	Defect	b	b	b
	Processing	Inventory	c	c	c
	Processing	Overproduction	<del>b</del> c	c	c
	Processing	Waiting	<del>b</del> a	a	b
	Waiting	Defect	<del>b</del> a	b	c
	Waiting	Inventory	a	a	a
Waiting	Overproduction	c	c	c	

Keterangan Jawaban :

a = i naik, j naik

b = i naik, j tetap

c = tergantung keadaan

Daftar pertanyaan 3					
Pertanyaan	i	j	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Apa dampak yang terjadi kepada j akibat i, apakah terlihat langsung & jelas, butuh waktu, atau tidak sering muncul dampaknya?	Overproduction	Inventory	c	a	b
	Overproduction	Defect	c	c	c
	Overproduction	Motion	b	a	a
	Overproduction	Transportation	c	b	b
	Overproduction	Waiting	c	c	c
	Inventory	Overproduction	c	c	c
	Inventory	Defect	c	c	c
	Inventory	Motion	c	c	c
	Inventory	Transportation	c	c	c
	Defect	Overproduction	c	c	c
	Defect	Inventory	b	b	b
	Defect	Waiting	b	b	b
	Defect	Transportation	b	b	b
	Defect	Motion	b	b	b
	Motion	Defect	a	a	a
	Motion	Inventory	c	b	c
	Motion	Waiting	a	a	c
	Motion	Processing	b	b	b
	Transportation	Motion	c	c	c
	Transportation	Defect	c	c	b
	Transportation	Inventory	c	c	c
	Transportation	Overproduction	c	c	c
	Transportation	Waiting	b	b	b
	Processing	Motion	b	b	b
	Processing	Defect	c	c	c
	Processing	Inventory	c	c	b
	Processing	Overproduction	c	c	c
	Processing	Waiting	b	b	b
	Waiting	Defect	c	c	b
	Waiting	Inventory	c	c	c
Waiting	Overproduction	c	c	c	

Keterangan Jawaban : <sup>Terdapat jawaban</sup> <sup>dasar</sup>

- a = langsung & jelas
- b = Butuh waktu
- c = tidak sering muncul

**Daftar pertanyaan 4**

Pertanyaan	i	j	Responden 1	Responden 2	Responden 3
	Overproduction	Inventory	c	a	b
	Overproduction	Defect	c	c	c
	Overproduction	Motion	b	b	b
	Overproduction	Transportation	c	c	c
	Overproduction	Waiting	c	b	b
	Inventory	Overproduction	c	c	c
	Inventory	Defect	c	c	c
	Inventory	Motion	c	c	c
	Inventory	Transportation	c	c	c
	Defect	Overproduction	c	c	c
	Defect	Inventory	b	b	b
	Defect	Waiting	a	a	a
	Defect	Transportation	a	b	b
	Defect	Motion	a	a	a
	Motion	Defect	a	a	a
	Motion	Inventory	c	b	c
	Motion	Waiting	a	a	a
	Motion	Processing	b	b	b
	Transportation	Motion	c	c	c
	Transportation	Defect	c	c	c
	Transportation	Inventory	c	c	c
	Transportation	Overproduction	c	c	a
	Transportation	Waiting	a	a	a
	Processing	Motion	b	b	b
	Processing	Defect	c	c	c
	Processing	Inventory	c	c	c
	Processing	Overproduction	c	c	c
	Processing	Waiting	a	a	b
	Waiting	Defect	c	c	c
	Waiting	Inventory	c	c	c
	Waiting	Overproduction	c	c	c

Keterangan Jawaban

a = metode engineering

b = sederhana dan langsung

c = Solusi instruksional

Daftar pertanyaan 5					
Pertanyaan	i	j	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Dampak i yang terjadi pada j mempengaruhi apa ? Apakah kualitas produk, produktivitas sumber daya, lead time/waktu pengerjaan produk, kualitas dan produktifitas, kualitas dan waktu pengerjaan produk, produktifitas dan waktu pengerjaan produk, atau kualitas, produktifitas dan waktu pengerjaan produk?	Overproduction	Inventory	e	e	c
	Overproduction	Defect	f	d	d
	Overproduction	Motion	f	f	e
	Overproduction	Transportation	e	a	e
	Overproduction	Waiting	e	a	e
	Inventory	Overproduction	e	e	e
	Inventory	Defect	a	a	a
	Inventory	Motion	a	e	e
	Inventory	Transportation	c	c	c
	Defect	Overproduction	e	e	e
	Defect	Inventory	g	g	f
	Defect	Waiting	c	e	e
	Defect	Transportation	c	c	c
	Defect	Motion	e	c	c
	Motion	Defect	g	g	g
	Motion	Inventory	e	e	e
	Motion	Waiting	e	e	e
	Motion	Processing	d	d	d
	Transportation	Motion	e	e	e
	Transportation	Defect	f	f	f
	Transportation	Inventory	f	f	f
	Transportation	Overproduction	a	e	a
	Transportation	Waiting	e	e	e
	Processing	Motion	g	g	g
	Processing	Defect	a	a	a
	Processing	Inventory	c	c	c
	Processing	Overproduction	e	e	e
	Processing	Waiting	e	e	e
	Waiting	Defect	g	g	e
	Waiting	Inventory	g	g	c
Waiting	Overproduction	b	b	c	

Keterangan Jawaban :

a = Kualitas produk

c = lead time

e = Kualitas dan waktu pengerjaan produk

b = Kualitas dan sumber daya

d = kualitas dan produktivitas

e = kualitas, produktivitas dan waktu pengerjaan produk

Daftar pertanyaan 6					
Pertanyaan	i	j	Responden 1	Responden 2	Responden 3
Seberapa besar dampak i terhadap j akan mempengaruhi waktu proses produksi / lead time?	Overproduction	Inventory	c	c	c
	Overproduction	Defect	c	b	c
	Overproduction	Motion	c	b	b
	Overproduction	Transportation	c	c	c
	Overproduction	Waiting	a	b	b
	Inventory	Overproduction	a	c	c
	Inventory	Defect	c	c	c
	Inventory	Motion	c	c	c
	Inventory	Transportation	b	c	c
	Defect	Overproduction	c	c	c
	Defect	Inventory	b	b	a
	Defect	Waiting	b	b	b
	Defect	Transportation	b	c	c
	Defect	Motion	a	c	c
	Motion	Defect	a	b	a
	Motion	Inventory	c	b	c
	Motion	Waiting	a	a	b
	Motion	Processing	b	c	b
	Transportation	Motion	c	c	c
	Transportation	Defect	c	c	c
	Transportation	Inventory	c	c	c
	Transportation	Overproduction	c	c	c
	Transportation	Waiting	b	b	b
	Processing	Motion	c	b	b
	Processing	Defect	b	b	b
	Processing	Inventory	c	c	c
	Processing	Overproduction	c	c	c
	Processing	Waiting	b	b	b
	Waiting	Defect	b	c	c
	Waiting	Inventory	a	c	c
Waiting	Overproduction	c	c	c	

Keterangan Jawaban :  
Transportation      Waiting

- a = tinggi
- b = sedang
- c = rendah

## Lampiran 2 : Uji Keseragaman Data (VSM)

### 1. Proses persiapan sablon

#### a. Menentukan jumlah *subgroup*

$$\begin{aligned}k &= 1 + 3,3, \log N \\ &= 1 + 3,3 \log 30 \\ &= 5,8745 \approx 6\end{aligned}$$

#### b. Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

$$\begin{aligned}\bar{x}_1 &= \frac{\sum x_i}{n_i} \\ &= \frac{4857,22 + 4840,56 + \dots + 4854,22}{5} \\ &= 4850,09\end{aligned}$$

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata
1	4857,22	4840,56	4866,00	4832,43	4854,22	4850,09
2	4810,67	4830,00	4855,77	4876,77	4830,10	4840,66
3	4820,77	4840,80	4874,00	4886,50	4856,90	4855,79
4	4864,03	4843,88	4886,50	4856,90	4877,30	4865,72
5	4845,98	4834,50	4867,73	4855,20	4864,76	4853,63
6	4843,00	4879,80	4898,40	4847,83	4852,11	4864,23

#### c. Menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata tiap *subgroup*

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \\ &= \frac{(4850,09 + 4840,66 + 4855,79 + 4865,72 + 4853,63 + 4864,23)}{6} \\ &= 4855,02\end{aligned}$$

#### d. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{30-1}} \\ &= 20,87\end{aligned}$$

#### e. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



$$= \frac{\sigma}{\sqrt{5}}$$

$$= 9,33$$

f. Menghitung BKA dan BKB

$$\text{BKA} = \bar{x} + K \sigma_{\bar{x}}$$

$$= 4855,02 + (2 \times 9,33)$$

$$= 4873,68$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - K \sigma_{\bar{x}}$$

$$= 4855,02 - (2 \times 9,33)$$

$$= 4836,36$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa batas kendali data waktu proses sablon adalah  $4836,36 \leq X_i \leq 4873,68$ . Data seragam bila nilainya berada diantara BKA dan BKB yang telah dihitung. Berikut hasil uji keseragaman data waktu proses di proses sablon :

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata	Keterangan
1	4857,22	4840,56	4866,00	4832,43	4854,22	4850,09	SERAGAM
2	4810,67	4830,00	4855,77	4876,77	4830,10	4840,66	SERAGAM
3	4820,77	4840,80	4874,00	4886,50	4856,90	4855,79	SERAGAM
4	4864,03	4843,88	4886,50	4856,90	4877,30	4865,72	SERAGAM
5	4845,98	4834,50	4867,73	4855,20	4864,76	4853,63	SERAGAM
6	4843,00	4879,80	4898,40	4847,83	4852,11	4864,23	SERAGAM
Jumlah Rata-rata subgroup						4855,02	

## 2. Proses Potong Kain

a. Menentukan jumlah *subgroup*

$$k = 1 + 3,3, \log N$$

$$= 1 + 3,3 \log 30$$

$$= 5,8745 \approx 6$$

b. Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_i}{n_i}$$

$$= \frac{2139 + 1934 + 3 + \dots + 20402}{5}$$

$$= 211,11$$

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata
1	213,90	193,43	230,50	213,70	204,02	211,11
2	198,43	240,01	215,60	185,00	223,40	212,49
3	191,40	233,76	180,43	221,20	228,70	211,10
4	233,43	214,55	213,65	211,08	232,10	220,96
5	224,50	199,70	189,80	204,70	219,66	207,67
6	235,55	240,70	209,43	210,39	202,34	219,68

c. Menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata tiap *subgroup*

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \\ &= \frac{(211,11 + 212,49 + \dots + 219,68)}{6} \\ &= 213,83\end{aligned}$$

d. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{30-1}} \\ &= 39,71\end{aligned}$$

e. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{39,71}{\sqrt{5}} \\ &= 17,76\end{aligned}$$

f. Menghitung BKA dan BKB

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{\bar{x}} + K \sigma_{\bar{x}} \\ &= 213,83 + (2 \times 17,76) \\ &= 249,34\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{\bar{x}} - K \sigma_{\bar{x}} \\ &= 213,83 - (2 \times 17,76) \\ &= 178,31\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa batas kendali data waktu proses sablon adalah  $178,31 \leq X_i \leq 249,34$ . Data seragam bila nilainya berada diantara

BKA dan BKB yang telah dihitung. Berikut hasil uji keseragaman data waktu proses di proses sablon :

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata Subgroup	Keterangan
1	213,90	193,43	230,50	213,70	204,02	211,11	SERAGAM
2	198,43	240,01	215,60	185,00	223,40	212,49	SERAGAM
3	191,40	233,76	180,43	221,20	228,70	211,10	SERAGAM
4	233,43	214,55	213,65	211,08	232,10	220,96	SERAGAM
5	224,50	199,70	189,80	204,70	219,66	207,67	SERAGAM
6	235,55	240,70	209,43	210,39	202,34	219,68	SERAGAM
Jumlah Rata-rata subgroup						213,84	

### 3. Proses Jahit

a. Menentukan jumlah *subgroup*

$$\begin{aligned}
 k &= 1 + 3,3, \log N \\
 &= 1 + 3,3 \log 30 \\
 &= 5,8745 \approx 6
 \end{aligned}$$

b. Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

$$\begin{aligned}
 \bar{x}_1 &= \frac{\sum x_i}{n_i} \\
 &= \frac{1100,70 + 1078,34 + \dots + 1024,71}{5} \\
 &= 1062,64
 \end{aligned}$$

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata
1	1100,70	1078,34	1123,66	985,80	1024,71	1062,64
2	1171,80	1057,65	998,67	1060,30	1126,88	1083,06
3	1077,55	1098,87	1147,61	1032,40	1003,80	1072,05
4	1088,50	1118,80	1032,40	1165,02	1143,30	1109,60
5	1107,07	1008,60	1161,40	1040,12	1143,00	1092,04
6	1157,70	1126,49	996,33	1140,43	1098,40	1103,87

c. Menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata tiap *subgroup*

$$\begin{aligned}
 \bar{\bar{x}} &= \frac{\sum \bar{x}_i}{k} \\
 &= \frac{1062,64 + 1083,06 + \dots + 1103,87}{6} \\
 &= 1087,21
 \end{aligned}$$

d. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X}_i)^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X}_i)^2}{30-1}} \\ &= 60,28\end{aligned}$$

e. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{\sigma}{\sqrt{5}} \\ &= 26,96\end{aligned}$$

f. Menghitung BKA dan BKB

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{x} + K \sigma_{\bar{x}} \\ &= 1087,21 + (2 \times 26,96) \\ &= 1141,13\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{x} - K \sigma_{\bar{x}} \\ &= 1087,21 - (2 \times 26,96) \\ &= 1033,29\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa batas kendali data waktu proses sablon adalah  $1033,29 \leq X_i \leq 1141,13$ . Data seragam bila nilainya berada diantara BKA dan BKB yang telah dihitung. Berikut hasil uji keseragaman data waktu proses di proses sablon :

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata	Keterangan
1	1100,70	1078,34	1123,66	985,80	1024,71	1062,64	SERAGAM
2	1171,80	1057,65	998,67	1060,30	1126,88	1083,06	SERAGAM
3	1077,55	1098,87	1147,61	1032,40	1003,80	1072,05	SERAGAM
4	1088,50	1118,80	1032,40	1165,02	1143,30	1109,60	SERAGAM
5	1107,07	1008,60	1161,40	1040,12	1143,00	1092,04	SERAGAM
6	1157,70	1126,49	996,33	1140,43	1098,40	1103,87	SERAGAM
Jumlah Rata-rata subgroup						1087,21	

#### 4. Proses Packing

a. Menentukan jumlah *subgroup*

$$\begin{aligned}k &= 1 + 3,3, \log N \\ &= 1 + 3,3 \log 30\end{aligned}$$

$$= 5,8745 \approx 6$$

b. Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing *subgroup*

$$\begin{aligned}\bar{x}_1 &= \frac{\sum x_i}{n_i} \\ &= \frac{20,59 + 22 + \dots + 23,8}{5} \\ &= 20,8\end{aligned}$$

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata
1	20,59	22,00	19,10	18,55	23,80	20,81
2	18,76	23,40	18,45	19,23	19,76	19,92
3	18,76	23,80	20,40	21,98	20,33	21,05
4	23,10	19,00	21,98	20,33	20,20	20,92
5	21,45	21,51	22,33	20,70	23,43	21,88
6	20,44	20,65	19,98	21,20	20,15	20,48

c. Menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata tiap *subgroup*

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \\ &= \frac{(20,8 + \dots + 20,8)}{6} \\ &= 21,01\end{aligned}$$

d. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{N - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{30 - 1}} \\ &= 1,85\end{aligned}$$

e. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *subgroup*

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{1,85}{\sqrt{5}} \\ &= 0,83\end{aligned}$$

f. Menghitung BKA dan BKB

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{\bar{x}} + 3 \sigma_{\bar{x}} \\ &= 21,01 + (3 \times 0,83) \\ &= 22,66\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{\bar{x}} - 2 \sigma_{\bar{x}} \\
 &= 21,01 - (2 \times 0,83) \\
 &= 19,35
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa batas kendali data waktu proses sablon adalah  $19,35 \leq X_i \leq 22,66$ . Data seragam bila nilainya berada diantara BKA dan BKB yang telah dihitung. Berikut hasil uji keseragaman data waktu proses di proses sablon :

subgroup	Data (Xi)					Rata-rata	Keterangan
1	20,59	22,00	19,10	18,55	23,80	20,81	SERAGAM
2	18,76	23,40	18,45	19,23	19,76	19,92	SERAGAM
3	18,76	23,80	20,40	21,98	20,33	21,05	SERAGAM
4	23,10	19,00	21,98	20,33	20,20	20,92	SERAGAM
5	21,45	21,51	22,33	20,70	23,43	21,88	SERAGAM
6	20,44	20,65	19,98	21,20	20,15	20,48	SERAGAM
Jumlah Rata-rata subgroup						20,85	

### Lampiran 3 : Uji Kecukupan Data (VSM)

#### Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Yang berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran diperbolehkan menyimpang sebesar 5% dari rata-rata sebenarnya dengan keyakinan mencapai hal tersebut sebesar 95%. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* pada masing-masing proses.

#### 1. Proses persiapan proses sablon

- Menghitung nilai  $\sum Xi^2$ , yaitu total hasil kuadrat masing-masing data
- Menghitung nilai  $\sum Xi$ , yaitu total data dan nilai  $(\sum Xi)^2$ , yaitu hasil kuadrat total data
- Menghitung jumlah pengukuran yang diperlukan :

$$\begin{aligned} N' &= \left( \frac{\frac{k}{S} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \\ &= \left( \frac{\frac{2}{005} \sqrt{30(7071493447) - (21214107767)}}{14565064} \right)^2 \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

Dalam uji kecukupan data, data dikatakan cukup jika didapatkan hasil  $N' < N$ . Dari hasil pengolahan data didapatkan data waktu proses sablon pada kondisi awal dinyatakan cukup karena  $0,03 < 30$  ( $N' < N$ ).

#### 2. Proses potong kain

- Menghitung nilai  $\sum Xi^2$ , yaitu total hasil kuadrat masing-masing data
- Menghitung nilai  $\sum Xi$ , yaitu total data dan nilai  $(\sum Xi)^2$ , yaitu hasil kuadrat total data
- Menghitung jumlah pengukuran yang diperlukan :

$$\begin{aligned} N' &= \left( \frac{\frac{k}{S} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \\ &= \left( \frac{\frac{2}{005} \sqrt{30(1379790) - (4115305895)}}{6415065} \right)^2 \\ &= 9,36 \end{aligned}$$

Dalam uji kecukupan data, data dikatakan cukup jika didapatkan hasil  $N' < N$ . Dari hasil pengolahan data didapatkan data waktu proses sablon pada kondisi awal dinyatakan cukup karena  $9,36 < 30$  ( $N' < N$ ).

### 3. Proses jahit

- Menghitung nilai  $\sum Xi^2$ , yaitu total hasil kuadrat masing-masing data
- Menghitung nilai  $\sum Xi$ , yaitu total data dan nilai  $(\sum Xi)^2$ , yaitu hasil kuadrat total data
- Menghitung jumlah pengukuran yang diperlukan :

$$\begin{aligned} N' &= \left( \frac{\frac{k}{S} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \\ &= \left( \frac{\frac{2}{005} \sqrt{30(3555687961) - (1063822634)}}{3261629} \right)^2 \\ &= 4,34 \end{aligned}$$

Dalam uji kecukupan data, data dikatakan cukup jika didapatkan hasil  $N' < N$ . Dari hasil pengolahan data didapatkan data waktu proses sablon pada kondisi awal dinyatakan cukup karena  $4,34 < 30$  ( $N' < N$ ).

### 4. Proses packing

- Menghitung nilai  $\sum Xi^2$ , yaitu total hasil kuadrat masing-masing data
- Menghitung nilai  $\sum Xi$ , yaitu total data dan nilai  $(\sum Xi)^2$ , yaitu hasil kuadrat total data
- Menghitung jumlah pengukuran yang diperlukan :

$$\begin{aligned} N' &= \left( \frac{\frac{k}{S} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \\ &= \left( \frac{\frac{2}{005} \sqrt{30(1334341) - (3973588)}}{63036} \right)^2 \\ &= 9,25 \end{aligned}$$

Dalam uji kecukupan data, data dikatakan cukup jika didapatkan hasil  $N' < N$ . Dari hasil pengolahan data didapatkan data waktu proses sablon pada kondisi awal dinyatakan cukup karena  $9,25 < 30$  ( $N' < N$ ).



## Lampiran 4 : Perhitungan Waktu Standar (Ws) (VSM)

### 1. Proses Persiapan sablon

No	Waktu	No	Waktu	No	Waktu
1	4857,22	11	4820,77	21	4845,98
2	4840,56	12	4840,80	22	4834,50
3	4866,00	13	4874,00	23	4867,73
4	4832,43	14	4889,56	24	4855,20
5	4854,22	15	4859,10	25	4864,76
6	4810,67	16	4864,03	26	4843,00
7	4830,00	17	4843,88	27	4879,80
8	4855,77	18	4886,50	28	4898,40
9	4876,77	19	4856,90	29	4847,83
10	4830,10	20	4877,30	30	4852,11

$$\text{Waktu siklus rata-rata} = \left[ \frac{4857,22 + 4840,56 + \dots + 4852,11}{30} \right] = 4855,2 \text{ detik}$$

### Faktor Penyesuaian pada Persiapan Proses Sablon dengan menggunakan cara *Westinghouse*

	Lambang	Keterangan	Kelas	Penyesuaian
<b>Keterampilan</b>	C1	Operator dapat membuat/mencampur cat dengan sangat baik sehingga warna yang dibuat sesuai dengan desain yang diminta, melakukan afdruck <i>screen</i> dengan baik karena afdruck <i>screen</i> merupakan proses cukup butuh ketelitian	Good	0,06
<b>Usaha</b>	C2	operator melakukan pekerjaannya dengan baik dan kesungguhan yang baik sehingga hasil yang didapat sesuai dengan permintaan.	Good	0,02
<b>Kondisi</b>	F	tempat kerja kurang memadai seperti tidak terdapat meja khusus untuk mencampur cat, afdruck dilakukan operator dengan posisi jongkok	Poor	-0,07
<b>konsistensi</b>	E	Konsistensi waktu dalam mengerjakan proses masih beragam (varibilitas cukup banyak)	Fair	-0,02
<b>jumlah</b>				-0,01
<b>Maka, nilai penyesuaian :</b>				
<b>P = 1 - 0,01 = 0,99</b>				

Setelah didapatkan nilai penyesuaian lalu dilakukan perhitungan untuk waktu normal proses sablon dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (Wn)} &= Ws \times P \\ &= 4855,2 \times 0,99 \\ &= 4806,471 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya setelah dilakukan perhitungan untuk waktu normal, dilakukan perhitungan untuk kelonggaran (*allowance*) pada operator di proses sablon yaitu sebagai berikut :

### **Allowance Operator Proses Persiapan proses Sablon**

No	Allowance	Keterangan	%
1	Menghilangkan fatigue karena Sikap kerja	posisi jongkok ketika afdruk screen & mencampur cat	8
2	Menghilangkan fatigue karena Kelelahan mata	pandangan terputus-putus/tidak terlalu fokus pada 1 hal(pencahayaan baik)	2
3	Kebutuhan pribadi	toilet, minum dsb	2,5
<b>Total Allowance</b>			<b>12,5</b>

Jadi, perhitungan waktu standar pada proses sablon adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Wb &= Wn \times \left( \frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right) \\ &= 4806,471 \times \left( \frac{100}{100 - 12,5} \right) \\ &= 5493,1 \text{ detik} \end{aligned}$$

## **2. Proses Potong Kain**

No	Waktu	No	Waktu	No	Waktu
1	213,90	11	191,40	21	224,50
2	193,43	12	233,76	22	199,70
3	230,50	13	180,43	23	189,80
4	213,70	14	221,20	24	204,70
5	204,02	15	228,70	25	219,66
6	198,43	16	233,43	26	235,55
7	240,01	17	214,55	27	240,70
8	215,60	18	213,65	28	209,43
9	185,00	19	211,08	29	210,39
10	223,40	20	232,10	30	202,34

$$\text{Waktu siklus rata-rata} = \left[ \frac{2139 + 19343 + \dots + 20234}{30} \right] = 213,84 \text{ detik}$$

**Faktor Penyesuaian pada Proses Potong Kain dengan menggunakan cara  
*Westinghouse***

	Lambang	Kelas	Keterangan	Penyesuaian
Keterampilan	C2	Good	operator dapat memotong dengan baik sehingga jarang ditemukan potongan yang tidak sesuai pola	0,03
Usaha	D	Average	usaha yang dilakukan tidak kurang ataupun juga berlebihan karena proses pemotongan kain termasuk aktivitas yang ringan sehingga tidak dibutuhkan usaha yang berlebih	0
Kondisi	E	Fair	masih terdapat kain yang bercecer dimeja ataupun dilantai sisa dari pemotongan karena tidak disediakan tempat khusus untuk kain sisa pemotongan (hanya di kumpulkan di satu tempat/bukan tempat khusus)	-0,03
konsistensi	E	Fair	Konsistensi waktu dalam mengerjakan proses masih beragam (varibilitas cukup banyak)	-0,02
<b>jumlah</b>				<b>-0,02</b>
Maka, nilai penyesuaian :				
$P = 1 - 0,02 = 0,98$				

Setelah didapatkan nilai penyesuaian lalu dilakukan perhitungan untuk waktu normal proses sablon dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu Nornal (Wn)} &= W_s \times P \\ &= 213,84 \times 0,98 \\ &= 209,56 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya setelah dilakukan perhitungan untuk waktu normal, dilakukan perhitungan untuk kelonggaran (*allowance*) pada operator di proses sablon yaitu sebagai berikut :

### Allowance Operator Proses Potong Kain

No	Allowance	Keterangan	%
1	Menghilangkan fatigue karena Sikap kerja	posisi kerja berdiri ketika memotong kain	4
2	Kelelahan mata	pandangan terputus-putus/tidak terlalu fokus pada 1 hal(pencahayaan baik)	3
3	Kebutuhan pribadi	toilet, minum dsb	2,5
<b>Total Allowance</b>			9,5

Jadi, perhitungan waktu standar pada proses sablon adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W_b &= W_n \times \left( \frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right) \\
 &= 209,56 \times \left( \frac{100}{100 - 9,5} \right) \\
 &= 231,56 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

### 3. Proses Jahit

No	Waktu	No	Waktu	No	Waktu
1	1100,70	11	1077,55	21	1107,07
2	1078,34	12	1098,87	22	1008,60
3	1123,66	13	1147,61	23	1161,40
4	985,80	14	1032,40	24	1040,12
5	1024,71	15	1003,80	25	1143,00
6	1171,80	16	1088,50	26	1157,70
7	1057,65	17	1118,80	27	1126,49
8	998,67	18	1032,40	28	996,33
9	1060,30	19	1165,02	29	1140,43
10	1126,88	20	1143,30	30	1098,40

$$\text{Waktu siklus rata-rata} = \left[ \frac{1100,70 + 1078,34 + \dots + 1098,40}{30} \right] = 1087,21 \text{ detik}$$

### Faktor Penyesuaian pada Proses Jahit dengan menggunakan cara *Westinghouse*

	Lambang	Kelas	Keterangan	Penyesuaian
<b>Keterampilan</b>	C1	Good	Dapat menjahit dengan baik serta peluang jahitan tidak rapi sangat kecil.	0,06
<b>Usaha</b>	D	Average	untuk menjahit tidak diperlukan usaha yang berlebih karena operator sudah terbiasa dan tidak mengalami kesulitan	0

**Faktor Penyesuaian pada Proses Jahit dengan menggunakan cara  
Westinghouse (lanjutan)**

	Lambang	Kelas	Keterangan	Penyesuaian
Kondisi	D	Average	untuk keseluruhan kondisi lingkungan di proses ini sudah cukup, baik itu untuk suhu, kebisingan dsb tidak mengganggu.	0
konsistensi	E	Fair	Konsistensi waktu dalam mengerjakan proses masih beragam (varibilitas cukup banyak)	-0,02
jumlah				<b>0,04</b>
Maka, nilai penyesuaian : $P = 1 + 0,04 = 1,04$				

Setelah didapatkan nilai penyesuaian lalu dilakukan perhitungan untuk waktu normal proses sablon dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Nornal (Wn)} &= Ws \times P \\
 &= 1087,21 \times 0,91 \\
 &= 1130,7 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya setelah dilakukan perhitungan untuk waktu normal, dilakukan perhitungan untuk kelonggaran (*allowance*) pada operator di proses sablon yaitu sebagai berikut :

**Allowance Operator Proses Jahit**

No	Allowance	Keterangan	%
1	Menghilangkan <i>fatigue</i> karena Sikap kerja	Posisi kerja yang duduk terus menerus	7
2	Menghilangkan <i>fatigue</i> karena Kelelahan mata	pandangan terputus-putus/tidak terlalu fokus pada 1 hal(pencahayaan baik)	2
3	Kebutuhan pribadi	toilet, minum dsb	2,5
<b>Total Allowance</b>			<b>11,5</b>

Jadi, perhitungan waktu standar pada proses sablon adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Wb &= Wn \times \left( \frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right) \\
 &= 1130,7 \times \left( \frac{100}{100 - 11,5} \right) \\
 &= 1277,63 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

#### 4. Proses Packing

No	Waktu	No	Waktu	No	Waktu
1	20,59	11	18,76	21	21,45
2	22,00	12	23,80	22	21,51
3	19,10	13	20,40	23	22,33
4	18,55	14	21,70	24	20,70
5	23,80	15	22,42	25	23,43
6	18,76	16	23,10	26	20,44
7	23,40	17	19,00	27	20,65
8	18,45	18	21,98	28	19,98
9	19,23	19	20,33	29	21,20
10	19,76	20	20,20	30	20,15

$$\text{Waktu siklus rata-rata} = \left[ \frac{20,59 + 22 + \dots + 20,15}{30} \right] = 20,85 \text{ detik}$$

#### Faktor Penyesuaian pada Proses Packing dengan menggunakan cara *Westinghouse*

	Lambang	Kelas	Keterangan	Penyesuaian
Keterampilan	C2	Good	operator dapat melakukan packing dengan cepat dan baik.	0,03
Usaha	D	Average	pekerjaan tidak terlalu berat sehingga pekerja melakukannya tanpa usaha yang berlebih	0
Kondisi	D	Average	kondisi di proses packing tidak terdapat masalah dan keseluruhan sudah baik untuk suhu, kebisingan dsb.	0
konsistensi	E	Fair	Konsistensi waktu dalam mengerjakan proses masih beragam (varibilitas cukup banyak)	-0,02
<b>jumlah</b>				<b>0,01</b>
<b>Maka, nilai penyesuaian :</b>				
<b>P = 1 - 0,01 = 0,99</b>				

Setelah didapatkan nilai penyesuaian lalu dilakukan perhitungan untuk waktu normal proses sablon dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal (Wn)} &= W_s \times P \\ &= 20,85 \times 0,99 \\ &= 21,05 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya setelah dilakukan perhitungan untuk waktu normal, dilakukan perhitungan untuk kelonggaran (*allowance*) pada operator di proses sablon yaitu sebagai berikut :

### **Allowance Operator Proses Packing**

No	Allowance	Keterangan	%
1	Menghilangkan <i>fatigue</i> karena Sikap kerja	sikap kerja packing berdiri	0
2	Menghilangkan <i>fatigue</i> karena Kelelahan mata	pandangan terputus-putus (pencahayaan baik)	2
3	Kebutuhan pribadi	toilet, minum dsb	2,5
<b>Total Allowance</b>			<b>4,5</b>

Jadi, perhitungan waktu standar pada proses sablon adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W_b &= W_n \times \left( \frac{100}{100 - Allowance} \right) \\
 &= 21,22 \times \left( \frac{100}{100 - 4,5} \right) \\
 &= 22,05 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

**Bagian A. Demografi**

**Data Diri Responden**

1. Jenis Kelamin : ~~Pria~~ Laki-Laki
2. Tempat/ tanggal lahir : bejonegoro 20-02-1996
3. Tinggi Badan (cm) : - 161 1/2
4. Berat Badan (kg) : - 50 kg
5. Pendidikan Terakhir : SMK MNGRAHO
6. Suku Bangsa :  Betawi  Sunda  Jawa  Batak  Minangkabau  
 Lainnya:.....

**Data Perusahaan**

1. Berikan tanda centang(✓) pada jenis industri yang sesuai dengan tempat kerja Anda:

Industri Pertanian		Industri Angkutan Darat	
Industri Kehutanan		Industri Angkutan Air	
Industri Perikanan		Industri Angkutan Udara	
Industri Pertambangan		Industri Jasa	
Industri Pengolahan Makanan/ Minuman		Industri Real Estat	
Industri Tekstil	✓	Pendidikan	
Industri Farmasi		Konstruksi	
Industri Barang Elektronik		Lainnya:	
		.....	

2. Jumlah Karyawan :  < 20 orang  20-100 orang  101-500 orang  >500 orang
3. Lokasi Industri (Kota/ Provinsi) : \_\_\_\_\_ / DIY

**Data Pekerjaan**

- Spesialisasi/ Divisi Pekerjaan : ~~.....~~ Sablon
- Berapa lama Anda melakukan pekerjaan ini : \_\_\_\_\_ tahun / 2 bulan
- Berapa rata-rata jam kerja per hari : 8 jam per hari
- Apakah Anda cenderung bekerja dengan tangan kiri/ kidal : Ya/ Tidak\*
- Apakah Anda bekerja dalam shift : Ya/ Tidak\*

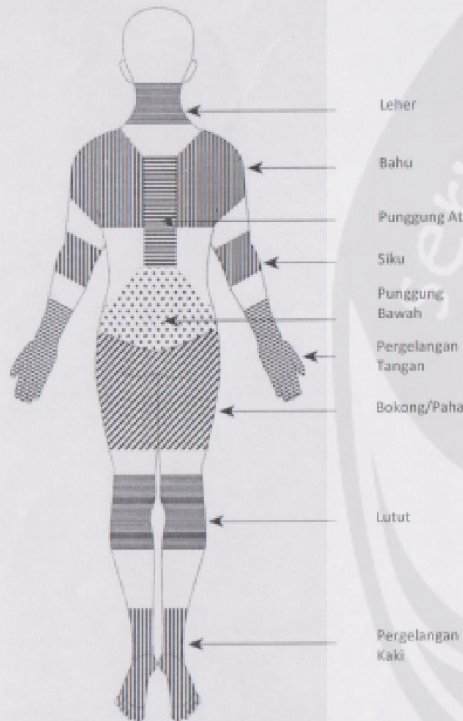
\*Coret yang bukan merupakan jawaban



**Bagian B. Isian**

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

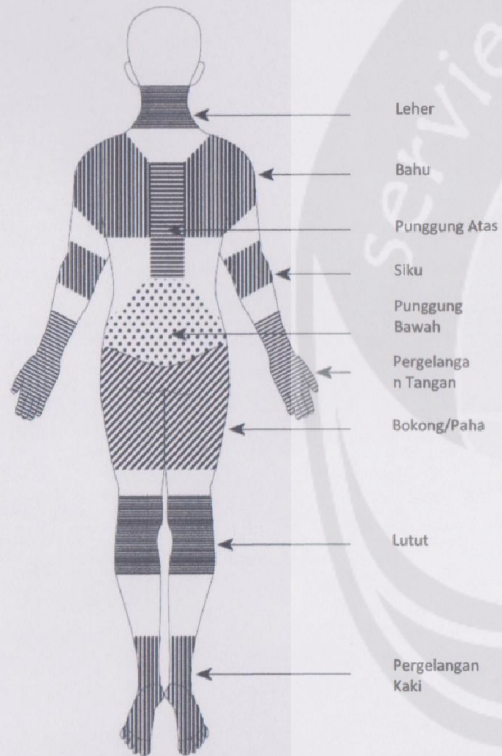
Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
LEHER	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
BAHU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
PUNGGUNG ATAS	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
PUNGGUNG BAWAH	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
BOKONG/PAHA	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
LUTUT	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
PERGELANGAN KAKI	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/terapis?
LEHER	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BOKONG/PAHA	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
LUTUT	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN KAKI	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya

Bagian A. Demografi

Data Diri Responden

1. Jenis Kelamin : Perempuan/ Laki-laki\*
2. Tempat/ tanggal lahir : 06.06.1990
3. Tinggi Badan (cm) : 173
4. Berat Badan (kg) : 74
5. Pendidikan Terakhir : SMA
6. Suku Bangsa :  Betawi  Sunda  Jawa  Batak  Minangkabau  
 Lainnya:.....

Data Perusahaan

1. Berikan tanda centang(√) pada jenis industri yang sesuai dengan tempat kerja Anda:

Industri Pertanian		Industri Angkutan Darat	
Industri Kehutanan		Industri Angkutan Air	
Industri Perikanan		Industri Angkutan Udara	
Industri Pertambangan		Industri Jasa	
Industri Pengolahan Makanan/ Minuman		Industri Real Estat	
Industri Tekstil	√	Pendidikan	
Industri Farmasi		Konstruksi	
Industri Barang Elektronik		Lainnya:	
		.....	

2. Jumlah Karyawan :  < 20 orang  20-100 orang  101-500 orang  >500 orang
3. Lokasi Industri (Kota/ Provinsi) : Sleman , DIY

Data Pekerjaan

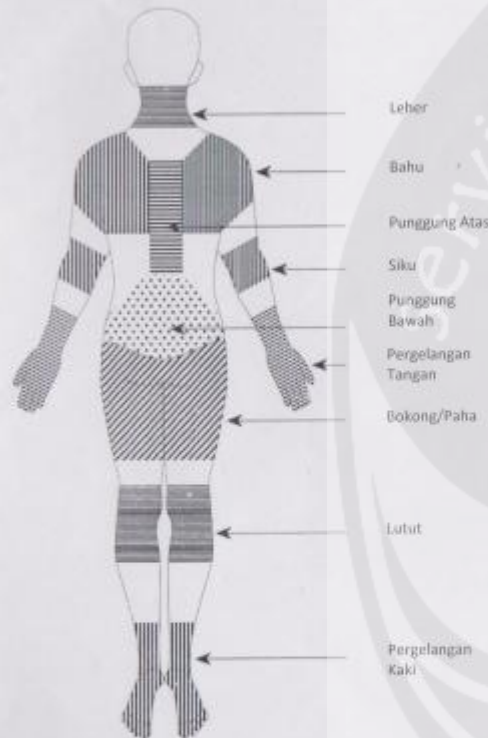
- Spesialisasi/ Divisi Pekerjaan : Produksi (Sablon)
- Berapa lama Anda melakukan pekerjaan ini : 3 tahun 6 bulan
- Berapa rata-rata jam kerja per hari : 8 jam per hari
- Apakah Anda cenderung bekerja dengan tangan kiri/ kidal :  Tidak\*  Tisak
- Apakah Anda bekerja dalam shift :  Ya/  Tidak\*

\*Coret yang bukan merupakan jawaban

**Bagian B. Isian**

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

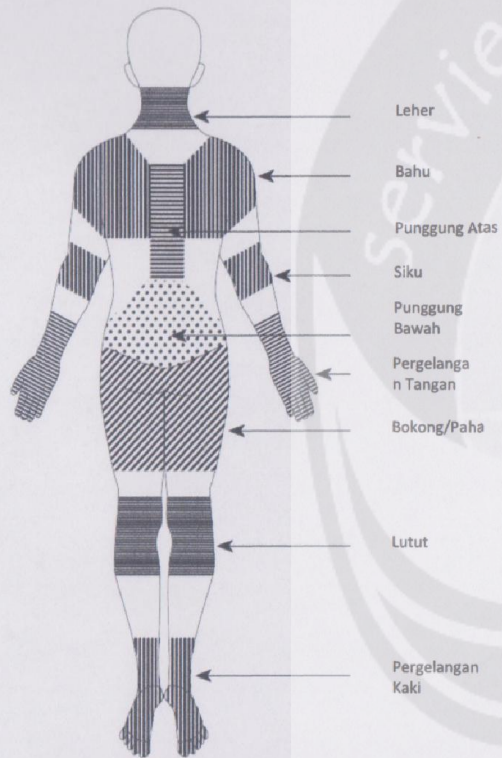
Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
Leher	LEHER <input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
Bahu	BAHU <input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
Punggung Atas	PUNGGUNG ATAS <input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
Siku	SIKU <input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
Punggung Bawah	PUNGGUNG BAWAH <input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
Pergelangan Tangan	PERGELANGAN TANGAN <input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
Bokong/Paha	BOKONG/PAHA <input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
Lutut	LUTUT <input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
Pergelangan Kaki	PERGELANGAN KAKI <input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/ nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/ terapis?
LEHER	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BOKONG/PAHA	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
LUTUT	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN KAKI	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya

Bagian A. Demografi

Data Diri Responden

- 1. Jenis Kelamin : Perempuan/ Laki-laki\*
- 2. Tempat/ tanggal lahir : Bantul, 20 Juni 1988
- 3. Tinggi Badan (cm) : 178
- 4. Berat Badan (kg) : 78
- 5. Pendidikan Terakhir : SMA
- 6. Suku Bangsa :  Betawi  Sunda  Jawa  Batak  Minangkabau  
 Lainnya:.....

Data Perusahaan

1. Berikan tanda centang(√) pada jenis industri yang sesuai dengan tempat kerja Anda:

Industri Pertanian		Industri Angkutan Darat	
Industri Kehutanan		Industri Angkutan Air	
Industri Perikanan		Industri Angkutan Udara	
Industri Pertambangan		Industri Jasa	
Industri Pengolahan Makanan/ Minuman		Industri Real Estat	
Industri Tekstil	✓	Pendidikan	
Industri Farmasi		Konstruksi	
Industri Barang Elektronik		Lainnya:	
		.....	

- 2. Jumlah Karyawan :  < 20 orang  20-100 orang  101-500 orang  >500 orang
- 3. Lokasi Industri (Kota/ Provinsi) : Jogja / \_\_\_\_\_

Data Pekerjaan

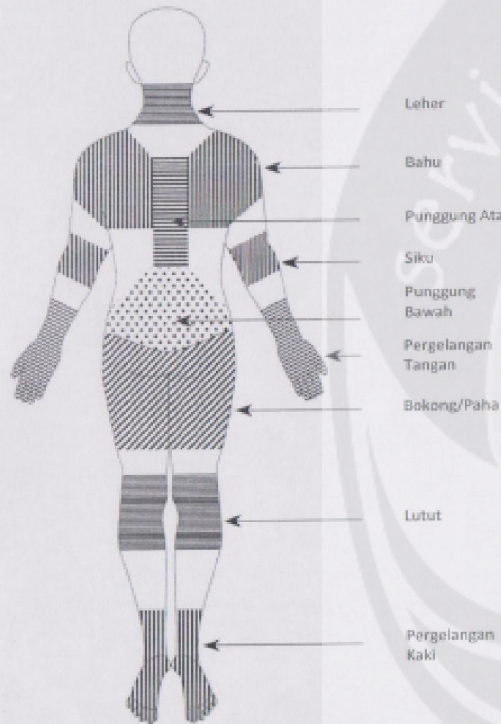
- Spesialisasi/ Divisi Pekerjaan : Produksi (Sablon)
- Berapa lama Anda melakukan pekerjaan ini : 4 tahun    bulan
- Berapa rata-rata jam kerja per hari : 8 jam per hari
- Apakah Anda cenderung bekerja dengan tangan kiri/ kidal : Ya/ Tidak\*
- Apakah Anda bekerja dalam shift : Ya/ Tidak\*

\*Coret yang bukan merupakan jawaban

**Bagian B. Isian**

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

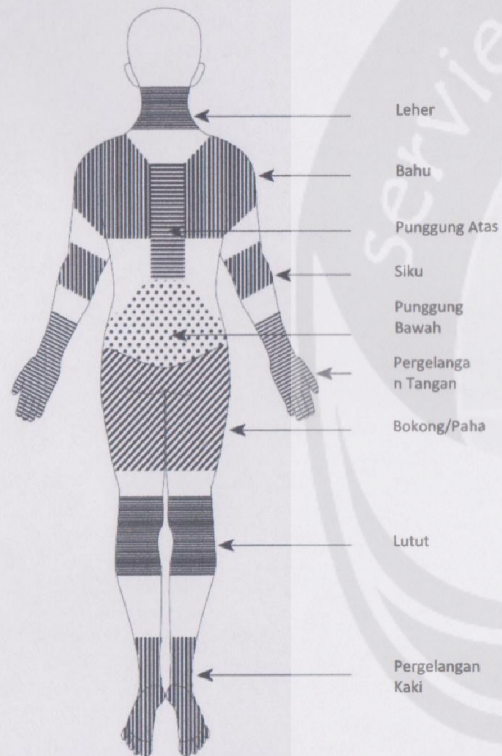
Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
LEHER	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
BAHU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
PUNGGUNG ATAS	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
SIKU	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
PUNGGUNG BAWAH	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
BOKONG/PAHA	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
LUTUT	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
PERGELANGAN KAKI	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/ nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/ terapis?
LEHER	0 1 2 3 4 5 (6) 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	0 1 2 (3) 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 (4) 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	0 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 6 7 (8) 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	0 1 2 (3) 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BOKONG/PAHA	0 (1) 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
LUTUT	0 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN KAKI	0 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya



Bagian A. Demografi

Data Diri Responden

1. Jenis Kelamin : ~~Perempuan~~/ Laki-laki\*
2. Tempat/ tanggal lahir : Poso 19-04-1995
3. Tinggi Badan (cm) : 175 cm
4. Berat Badan (kg) : 53
5. Pendidikan Terakhir : SMA
6. Suku Bangsa :  Betawi  Sunda  Jawa  Batak  Minangkabau  
 Lainnya:.....

Data Perusahaan

1. Berikan tanda centang(✓) pada jenis industri yang sesuai dengan tempat kerja Anda:

Industri Pertanian		Industri Angkutan Darat	
Industri Kehutanan		Industri Angkutan Air	
Industri Perikanan		Industri Angkutan Udara	
Industri Pertambangan		Industri Jasa	
Industri Pengolahan Makanan/ Minuman		Industri Real Estat	
Industri Tekstil	✓	Pendidikan	
Industri Farmasi		Konstruksi	
Industri Barang Elektronik		Lainnya:	
		.....	

2. Jumlah Karyawan :  < 20 orang  20-100 orang  101-500 orang  >500 orang
3. Lokasi Industri (Kota/ Provinsi) : Jogja , DIY

Data Pekerjaan

- Spesialisasi/ Divisi Pekerjaan : Produksi (Sablon)
- Berapa lama Anda melakukan pekerjaan ini : \_\_\_\_\_ tahun 6 bulan
- Berapa rata-rata jam kerja per hari : 8 jam per hari
- Apakah Anda cenderung bekerja dengan tangan kiri/ kidal : ~~Ya~~ Tidak\*
- Apakah Anda bekerja dalam shift : ~~Ya~~ Tidak\*

\*Coret yang bukan merupakan jawaban

**Bagian B. Isian**

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
LEHER	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
PUNGGUNG ATAS	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
PUNGGUNG BAWAH	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
BOKONG/PAHA	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
LUTUT	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
PERGELANGAN KAKI	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/terapis?
LEHER	0 1 2 3 (4) 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	0 1 2 3 (4) 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 (4) 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	0 (1) 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 (6) 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	0 1 2 (3) 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BOKONG/PAHA	0 (1) 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
LUTUT	0 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN KAKI	0 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya

**Bagian A. Demografi**

**Data Diri Responden**

1. Jenis Kelamin : Perempuan/ Laki-laki\*
2. Tempat/ tanggal lahir : Gunungkidul, 20 October, 1992
3. Tinggi Badan (cm) : 175
4. Berat Badan (kg) : 50.1kg
5. Pendidikan Terakhir : SMP
6. Suku Bangsa :  Betawi  Sunda  Jawa  Batak  Minangkabau  
 Lainnya:.....

**Data Perusahaan**

1. Berikan tanda centang (✓) pada jenis industri yang sesuai dengan tempat kerja Anda:

Industri Pertanian		Industri Angkutan Darat	
Industri Kehutanan		Industri Angkutan Air	
Industri Perikanan		Industri Angkutan Udara	
Industri Pertambangan		Industri Jasa	
Industri Pengolahan Makanan/ Minuman		Industri Real Estat	
Industri Tekstil	✓	Pendidikan	
Industri Farmasi		Konstruksi	
Industri Barang Elektronik		Lainnya:	
		.....	

2. Jumlah Karyawan :  < 20 orang  20-100 orang  101-500 orang  >500 orang
3. Lokasi Industri (Kota/ Provinsi) : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Data Pekerjaan**

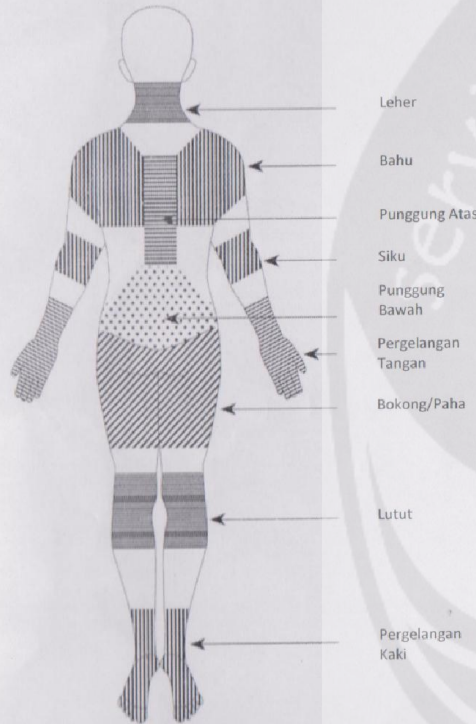
- Spesialisasi/ Divisi Pekerjaan : Produksi (Sablon)
- Berapa lama Anda melakukan pekerjaan ini : \_\_\_\_\_ tahun 10 bulan
- Berapa rata-rata jam kerja per hari : 8 jam per hari
- Apakah Anda cenderung bekerja dengan tangan kiri/ kidal : Ya/ Tidak\*
- Apakah Anda bekerja dalam shift : Ya/ Tidak\*

\*Coret yang bukan merupakan jawaban

**Bagian B. Isian**

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

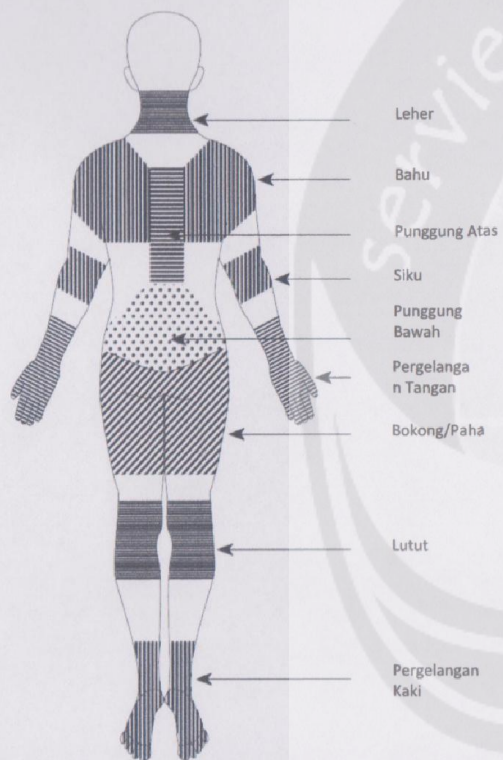
Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Selama 12 bulan terakhir, apakah Anda terhalang dalam menjalankan aktivitas normal karena masalah tersebut pada bagian tubuh ini?	Apakah dalam 7 hari terakhir Anda pernah memiliki masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?
LEHER	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bahu kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bahu kanan dan kiri
PUNGGUNG ATAS	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
SIKU	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada siku kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua siku kanan dan kiri
PUNGGUNG BAWAH	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kanan <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan tangan kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan tangan kanan dan kiri
BOKONG/PAHA	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kanan <input checked="" type="checkbox"/> Ya, pada bokong/paha kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua bokong/paha kanan dan kiri
LUTUT	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada lutut kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua lutut kanan dan kiri
PERGELANGAN KAKI	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kanan <input type="checkbox"/> Ya, pada pergelangan kaki kiri <input type="checkbox"/> Ya, pada kedua pergelangan kaki kanan dan kiri

Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

Silakan beri tanda centang (✓) pada salah satu kotak untuk setiap pertanyaan berikut.



Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, berikan penilaian rasa sakit/nyeri yang Anda pernah rasakan? (lingkari pada angka yang sesuai)	Apakah pada saat mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, Anda menemui dokter/terapis?
LEHER	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BAHU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
SIKU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN TANGAN	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
BOKONG/PAHA	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
LUTUT	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya
PERGELANGAN KAKI	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya

**Lampiran 5 : Pengolahan Data *Measurement System Analysis***

**1. MSA Jenis Cacat Y4**

**Tabel MSA Y4**

Trial 1														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	I14	TL	TL	16	IRUL	I5	L	L	31	ITO	I1	L	L
2	DAUD	I3	L	L	17	IRUL	I14	TL	TL	32	ITO	I13	TL	TL
3	DAUD	I8	L	L	18	IRUL	I2	L	L	33	ITO	I9	L	L
4	DAUD	I10	L	TL	19	IRUL	I13	TL	TL	34	ITO	I10	TL	TL
5	DAUD	I7	L	L	20	IRUL	I8	L	L	35	ITO	I4	L	L
6	DAUD	I15	TL	TL	21	IRUL	I7	L	L	36	ITO	I14	TL	TL
7	DAUD	I1	L	L	22	IRUL	I6	L	L	37	ITO	I3	L	L
8	DAUD	I4	L	L	23	IRUL	I15	TL	TL	38	ITO	I2	L	L
9	DAUD	I9	L	L	24	IRUL	I10	TL	TL	39	ITO	I12	TL	TL
10	DAUD	I12	TL	TL	25	IRUL	I1	L	L	40	ITO	I11	TL	TL
11	DAUD	I2	L	L	26	IRUL	I12	TL	TL	41	ITO	I8	L	L
12	DAUD	I13	TL	TL	27	IRUL	I4	L	L	42	ITO	I6	L	L
13	DAUD	I6	L	L	28	IRUL	I9	L	L	43	ITO	I7	L	L
14	DAUD	I11	TL	TL	29	IRUL	I11	TL	TL	44	ITO	I5	L	L
15	DAUD	I5	L	L	30	IRUL	I3	L	L	45	ITO	I15	TL	TL
Trial 2														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	I4	L	L	16	IRUL	I13	TL	TL	31	ITO	I9	L	L
2	DAUD	I6	L	L	17	IRUL	I2	L	L	32	ITO	I6	L	L
3	DAUD	I5	L	L	18	IRUL	I7	L	L	33	ITO	I2	L	L
4	DAUD	I10	TL	TL	19	IRUL	I1	L	L	34	ITO	I1	L	L
5	DAUD	I9	L	L	20	IRUL	I12	TL	TL	35	ITO	I13	TL	TL
6	DAUD	I7	L	L	21	IRUL	I8	L	L	36	ITO	I14	TL	TL
7	DAUD	I12	TL	TL	22	IRUL	I5	L	L	37	ITO	I12	TL	TL
8	DAUD	I14	TL	TL	23	IRUL	I11	TL	TL	38	ITO	I8	L	L
9	DAUD	I11	TL	TL	24	IRUL	I4	L	L	39	ITO	I4	L	L
10	DAUD	I13	TL	TL	25	IRUL	I15	TL	TL	40	ITO	I3	L	L
11	DAUD	I8	L	L	26	IRUL	I3	L	L	41	ITO	I7	L	L
12	DAUD	I2	L	L	27	IRUL	I14	TL	TL	42	ITO	I5	L	L
13	DAUD	I1	L	L	28	IRUL	I6	L	L	43	ITO	I15	L	TL
14	DAUD	I15	TL	TL	29	IRUL	I10	TL	TL	44	ITO	I10	TL	TL
15	DAUD	I3	L	L	30	IRUL	I9	L	L	45	ITO	I11	TL	TL

**Keterangan :**

A : *RunOrder*

B : *Appraisers*

C : *Samples*

D : *Assessment*

E : *Standards*

**Attribute Agreement Analysis for Assessments**

**Within Appraisers**

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	14	93,33	(68,05; 99,83)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	14	93,33	(68,05; 99,83)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	0,85646	0,258199	3,31705	0,0005
	TL	0,85646	0,258199	3,31705	0,0005
IRUL	L	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
ITO	L	0,85646	0,258199	3,31705	0,0005
	TL	0,85646	0,258199	3,31705	0,0005

Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments. Kendall's coefficients not computed.

**Each Appraiser vs Standard**

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	14	93,33	(68,05; 99,83)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	14	93,33	(68,05; 99,83)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Assessment Disagreement

Appraiser	# TL / L	Percent	# L / TL	Percent	# Mixed	Percent
DAUD	0	0,00	0	0,00	1	6,67
IRUL	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ITO	0	0,00	0	0,00	1	6,67

# TL / L: Assessments across trials = TL / standard = L.

# L / TL: Assessments across trials = L / standard = TL.

# Mixed: Assessments across trials are not identical.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
-----------	----------	-------	----------	---	-----------



DAUD	L	0,92823	0,182574	5,08412	0,0000
	TL	0,92823	0,182574	5,08412	0,0000
IRUL	L	1,00000	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1,00000	0,182574	5,47723	0,0000
ITO	L	0,92823	0,182574	5,08412	0,0000
	TL	0,92823	0,182574	5,08412	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### Between Appraisers

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	13	86,67	(59,54; 98,34)

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	0,905462	0,0666667	13,5819	0,0000
TL	0,905462	0,0666667	13,5819	0,0000

#### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### All Appraisers vs Standard

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	13	86,67	(59,54; 98,34)

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	0,952153	0,105409	9,03292	0,0000
TL	0,952153	0,105409	9,03292	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### i. Within Appraisers

Bagian *Within In Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan dari operator dalam melakukan pengamatan pada produk selama 2 kali pengulangan. Hasil *Minitab* diatas menunjukkan bahwa nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada operator Daud dan Ito untuk setiap produk lolos dan tidak lolos dan tidak lolos sebesar 0,85646. Sehingga dapat diketahui bahwa untuk operator Daud dan Ito dalam melakukan inspeksi cacat Y4 masih terjadi sedikit kesalahan ketika melakukan pengamatan selama 2 kali

pengulangan dan nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan sebesar 0,85646, sedangkan untuk operator Irul sangat konsisten dalam melakukan inspeksi selama 2 kali pengulangan dapat dilihat dari nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapat sebesar 1.

**ii. Each Appraisers vs Standard**

Bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator dalam melakukan pengamatan produk namun dibandingkan dengan standar cacat produk dan dilakukan selama 2 kali pengulangan. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan untuk operator Irul dari hasil pengolahan *Minitab* pada cacat Y4 adalah 1, hal tersebut menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan operator selama 2 kali pengulangan sudah sesuai standar cacat produk yang ada. Sedangkan untuk operator Daud dan Ito nilai *Fleiss Kappa Statistic* sebesar 0,92823, hal ini menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan oleh operator Daud dan Ito sudah cukup sesuai dengan standar cacat produk yang telah ditentukan walaupun masih ada sedikit kesalahan dan nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan tidak sampai 1 yaitu hanya sebesar 0,92823.

**iii. Between Appraisers**

*Between Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan satu operator dalam melakukan pengamatan pada produk jika dibandingkan dengan operator lain. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan pada *Minitab* untuk produk yang lolos inspeksi dan tidak lolos inspeksi adalah 0,905462, yang menunjukkan bahwa antar operator satu dengan yang lainnya sudah cukup memiliki kesesuaian penilaian dalam pengamatan produk walaupun nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan kurang dari 1.

**iv. All Appraisers vs Standard**

Untuk bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator secara keseluruhan terhadap standar perusahaan. Hasil *Minitab* yang didapatkan untuk nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada cacat Y4 adalah 0,952153, yang menunjukkan bahwa kemampuan operator secara keseluruhan sudah cukup sesuai dengan standar perusahaan, walaupun nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan hanya mendekati 1, namun secara keseluruhan sudah baik dan sesuai dengan standar.

## 2. MSA Jenis Cacat Y5

Tabel MSA Y5

Trial 1														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	J7	TL	TL	16	IRUL	J10	L	L	31	ITO	J11	L	L
2	DAUD	J11	L	L	17	IRUL	J15	L	L	32	ITO	J7	TL	TL
3	DAUD	J10	L	L	18	IRUL	J1	L	L	33	ITO	J1	L	L
4	DAUD	J14	L	L	19	IRUL	J6	TL	TL	34	ITO	J15	L	L
5	DAUD	J15	L	L	20	IRUL	J12	L	L	35	ITO	J3	TL	TL
6	DAUD	J12	L	L	21	IRUL	J13	L	L	36	ITO	J8	TL	TL
7	DAUD	J8	TL	TL	22	IRUL	J4	TL	TL	37	ITO	J9	L	L
8	DAUD	J3	TL	TL	23	IRUL	J3	TL	TL	38	ITO	J12	L	L
9	DAUD	J1	L	L	24	IRUL	J9	L	L	39	ITO	J13	L	L
10	DAUD	J5	TL	TL	25	IRUL	J5	TL	TL	40	ITO	J4	TL	TL
11	DAUD	J13	L	L	26	IRUL	J11	L	L	41	ITO	J14	L	L
12	DAUD	J2	L	L	27	IRUL	J8	TL	TL	42	ITO	J6	TL	TL
13	DAUD	J4	TL	TL	28	IRUL	J2	L	L	43	ITO	J10	L	L
14	DAUD	J9	L	L	29	IRUL	J7	TL	TL	44	ITO	J5	TL	TL
15	DAUD	J6	TL	TL	30	IRUL	J14	L	L	45	ITO	J2	L	L
Trial 2														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	J15	L	L	16	IRUL	J14	L	L	31	ITO	J9	L	L
2	DAUD	J8	TL	TL	17	IRUL	J11	L	L	32	ITO	J7	TL	TL
3	DAUD	J5	TL	TL	18	IRUL	J10	L	L	33	ITO	J5	TL	TL
4	DAUD	J6	TL	TL	19	IRUL	J5	TL	TL	34	ITO	J2	L	L
5	DAUD	J10	L	L	20	IRUL	J9	L	L	35	ITO	J11	L	L
6	DAUD	J14	L	L	21	IRUL	J7	TL	TL	36	ITO	J14	L	L
7	DAUD	J4	TL	TL	22	IRUL	J8	TL	TL	37	ITO	J13	L	L
8	DAUD	J12	L	L	23	IRUL	J1	L	L	38	ITO	J8	TL	TL
9	DAUD	J13	L	L	24	IRUL	J3	TL	TL	39	ITO	J10	L	L
10	DAUD	J7	TL	TL	25	IRUL	J6	TL	TL	40	ITO	J3	TL	TL
11	DAUD	J3	TL	TL	26	IRUL	J13	L	L	41	ITO	J6	TL	TL
12	DAUD	J9	L	L	27	IRUL	J2	L	L	42	ITO	J4	TL	TL
13	DAUD	J1	L	L	28	IRUL	J12	L	L	43	ITO	J15	L	L
14	DAUD	J11	L	L	29	IRUL	J15	L	L	44	ITO	J12	L	L
15	DAUD	J2	L	L	30	IRUL	J4	TL	TL	45	ITO	J1	L	L

**Keterangan :**

A : RunOrder

- B : Appraisers
- C : Samples
- D : Assesment
- E : Standards

### Attribute Agreement Analysis Worksheet

Samples: 15 Appraisers: 3  
 Replicates: 2 Total runs: 90

### Attribute Agreement Analysis for Assessments

#### Within Appraisers

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001
IRUL	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001
ITO	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001

##### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments. Kendall's coefficients not computed.

#### Each Appraiser vs Standard

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

##### Assessment Disagreement

Appraiser	# TL / L	Percent	# L / TL	Percent	# Mixed	Percent
DAUD	0	0,00	0	0,00	0	0,00
IRUL	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ITO	0	0,00	0	0,00	0	0,00

# TL / L: Assessments across trials = TL / standard = L.

# L / TL: Assessments across trials = L / standard = TL.

# Mixed: Assessments across trials are not identical.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
IRUL	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
ITO	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### Between Appraisers

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,0666667	15	0,0000
TL	1	0,0666667	15	0,0000

#### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### All Appraisers vs Standard

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,105409	9,48683	0,0000
TL	1	0,105409	9,48683	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### i. Within Appraisers

Bagian *Within In Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan dari operator dalam melakukan pengamatan pada produk selama 2 kali pengulangan. Hasil *Minitab* diatas menunjukkan bahwa nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada cacat Y5 untuk setiap operator adalah 1, yang berarti

operator konsisten dalam melakukan pengamatan selama 2 kali pengulangan.

**ii. *Each Appraisers vs Standard***

Bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator dalam melakukan pengamatan produk namun dibandingkan dengan standar cacat produk dan dilakukan selama 2 kali pengulangan. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan dari hasil pengolahan *Minitab* pada bagian ini adalah 1, hal tersebut menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan operator selama 2 kali pengulangan sudah sesuai standar cacat produk yang ada.

**iii. *Between Appraisers***

*Between Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan satu operator dalam melakukan pengamatan pada produk jika dibandingkan dengan operator lain. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan pada *Minitab* adalah 1, yang menunjukkan bahwa antar operator satu dengan yang lainnya memiliki kesesuaian penilaian dalam pengamatan produk.

**iv. *All Appraisers vs Standard***

Untuk bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator secara keseluruhan terhadap standar perusahaan. Hasil *Minitab* yang didapatkan untuk nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada cacat Y5 adalah 1, yang menunjukkan bahwa kemampuan operator secara keseluruhan sudah sesuai dengan standar perusahaan.

### 3. MSA Jenis Cacat Y6

Tabel MSA Y6

Trial 1														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	K10	L	L	16	IRUL	K9	L	L	31	ITO	K11	L	L
2	DAUD	K14	L	L	17	IRUL	K13	L	L	32	ITO	K14	L	L
3	DAUD	K9	L	L	18	IRUL	K3	TL	TL	33	ITO	K7	L	L
4	DAUD	K15	L	L	19	IRUL	K6	TL	TL	34	ITO	K10	L	L
5	DAUD	K2	TL	TL	20	IRUL	K2	TL	TL	35	ITO	K6	TL	TL
6	DAUD	K3	TL	TL	21	IRUL	K14	L	L	36	ITO	K1	TL	TL
7	DAUD	K4	TL	TL	22	IRUL	K11	L	L	37	ITO	K8	L	L
8	DAUD	K6	TL	TL	23	IRUL	K15	L	L	38	ITO	K2	TL	TL
9	DAUD	K1	TL	TL	24	IRUL	K5	TL	TL	39	ITO	K3	TL	TL
10	DAUD	K11	L	L	25	IRUL	K10	L	L	40	ITO	K5	TL	TL
11	DAUD	K7	L	L	26	IRUL	K1	TL	TL	41	ITO	K15	L	L
12	DAUD	K12	L	L	27	IRUL	K4	TL	TL	42	ITO	K9	L	L
13	DAUD	K5	TL	TL	28	IRUL	K8	L	L	43	ITO	K12	L	L
14	DAUD	K8	L	L	29	IRUL	K7	L	L	44	ITO	K4	TL	TL
15	DAUD	K13	L	L	30	IRUL	K12	L	L	45	ITO	K13	L	L
Trial 2														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
2	DAUD	K15	L	L	16	IRUL	K9	L	L	31	ITO	K12	L	L
3	DAUD	K14	L	L	17	IRUL	K1	TL	TL	32	ITO	K9	L	L
4	DAUD	K8	L	L	18	IRUL	K13	L	L	33	ITO	K10	L	L
5	DAUD	K13	L	L	19	IRUL	K2	TL	TL	34	ITO	K11	L	L
6	DAUD	K7	L	L	20	IRUL	K11	L	L	35	ITO	K15	L	L
7	DAUD	K12	L	L	21	IRUL	K14	L	L	36	ITO	K13	L	L
8	DAUD	K5	TL	TL	22	IRUL	K3	TL	TL	37	ITO	K3	TL	TL
9	DAUD	K11	L	L	23	IRUL	K8	L	L	38	ITO	K7	L	L
10	DAUD	K10	L	L	24	IRUL	K10	L	L	39	ITO	K1	TL	TL
11	DAUD	K4	TL	TL	25	IRUL	K7	L	L	40	ITO	K6	TL	TL
12	DAUD	K9	L	L	26	IRUL	K15	L	L	41	ITO	K14	L	L
13	DAUD	K6	TL	TL	27	IRUL	K4	TL	TL	42	ITO	K4	TL	TL
14	DAUD	K1	TL	TL	28	IRUL	K5	TL	TL	43	ITO	K8	L	L
15	DAUD	K2	TL	TL	29	IRUL	K12	L	L	44	ITO	K5	TL	TL

Keterangan :

A : RunOrder

- B : Appraisers
- C : Samples
- D : Assesment
- E : Standards

Verifikasi dilakukan dengan menggunakan software *Minitab* 16 dengan hasil sebagai berikut :

### Attribute Agreement Analysis for Assessments

#### Within Appraisers

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001
IRUL	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001
ITO	L	1	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1	0,258199	3,87298	0,0001

##### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments. Kendall's coefficients not computed.

#### Each Appraiser vs Standard

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

##### Assessment Disagreement

Appraiser	# TL / L	Percent	# L / TL	Percent	# Mixed	Percent
DAUD	0	0,00	0	0,00	0	0,00
IRUL	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ITO	0	0,00	0	0,00	0	0,00

# TL / L: Assessments across trials = TL / standard = L.

# L / TL: Assessments across trials = L / standard = TL.

# Mixed: Assessments across trials are not identical.

##### Fleiss' Kappa Statistics



Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
IRUL	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
ITO	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### Between Appraisers

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,0666667	15	0,0000
TL	1	0,0666667	15	0,0000

#### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### All Appraisers vs Standard

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,105409	9,48683	0,0000
TL	1	0,105409	9,48683	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### i. Within Appraisers

Bagian *Within In Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan dari operator dalam melakukan pengamatan pada produk selama 2 kali pengulangan. Hasil *Minitab* diatas menunjukkan bahwa nilai *Fleiss Kappa Statistic* untuk setiap operator adalah 1, yang berarti operator konsisten dalam melakukan pengamatan selama 2 kali pengulangan.

## **ii. Each Appraisers vs Standard**

Bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator dalam melakukan pengamatan produk namun dibandingkan dengan standar cacat produk dan dilakukan selama 2 kali pengulangan. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan dari hasil pengolahan *Minitab* pada bagian ini adalah 1, hal tersebut menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan operator selama 2 kali pengulangan sudah sesuai standar cacat produk yang ada.

## **iii. Between Appraisers**

*Between Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan satu operator dalam melakukan pengamatan pada produk jika dibandingkan dengan operator lain. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan pada *Minitab* adalah 1, yang menunjukkan bahwa antar operator satu dengan yang lainnya memiliki kesesuaian penilaian dalam pengamatan produk.

## **iv. All Appraisers vs Standard**

Untuk bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator secara keseluruhan terhadap standar perusahaan. Hasil *Minitab* yang didapatkan untuk nilai *Fleiss Kappa Statistic* adalah 1, yang menunjukkan bahwa kemampuan operator secara keseluruhan sudah sesuai dengan standar perusahaan.

#### 4. MSA Jenis Cacat Y7

Tabel MSA Y7

Trial 1														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	L4	TL	TL	16	IRUL	L12	L	L	31	ITO	L11	L	L
2	DAUD	L9	L	L	17	IRUL	L5	L	TL	32	ITO	L3	TL	TL
3	DAUD	L14	L	L	18	IRUL	L4	TL	TL	33	ITO	L9	L	L
4	DAUD	L5	TL	TL	19	IRUL	L14	L	L	34	ITO	L15	L	L
5	DAUD	L12	L	L	20	IRUL	L2	TL	TL	35	ITO	L4	TL	TL
6	DAUD	L2	TL	TL	21	IRUL	L7	L	L	36	ITO	L13	L	L
7	DAUD	L1	TL	TL	22	IRUL	L3	TL	TL	37	ITO	L12	L	L
8	DAUD	L3	TL	TL	23	IRUL	L8	L	L	38	ITO	L8	L	L
9	DAUD	L13	L	L	24	IRUL	L1	TL	TL	39	ITO	L14	L	L
10	DAUD	L15	L	L	25	IRUL	L10	L	L	40	ITO	L6	TL	TL
11	DAUD	L6	TL	TL	26	IRUL	L15	L	L	41	ITO	L2	TL	TL
12	DAUD	L10	L	L	27	IRUL	L9	L	L	42	ITO	L10	L	L
13	DAUD	L7	L	L	28	IRUL	L6	TL	TL	43	ITO	L1	TL	TL
14	DAUD	L11	L	L	29	IRUL	L13	L	L	44	ITO	L5	TL	TL
15	DAUD	L8	L	L	30	IRUL	L11	L	L	45	ITO	L7	L	L
Trial 2														
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	DAUD	L14	L	L	16	IRUL	L3	TL	TL	31	ITO	L5	TL	TL
2	DAUD	L13	L	L	17	IRUL	L6	TL	TL	32	ITO	L15	L	L
3	DAUD	L2	TL	TL	18	IRUL	L2	TL	TL	33	ITO	L12	L	L
4	DAUD	L3	TL	TL	19	IRUL	L13	L	L	34	ITO	L9	L	L
5	DAUD	L1	TL	TL	20	IRUL	L4	TL	TL	35	ITO	L1	TL	TL
6	DAUD	L4	TL	TL	21	IRUL	L1	TL	TL	36	ITO	L7	L	L
7	DAUD	L12	L	L	22	IRUL	L9	L	L	37	ITO	L10	L	L
8	DAUD	L7	L	L	23	IRUL	L10	L	L	38	ITO	L13	L	L
9	DAUD	L11	L	L	24	IRUL	L5	TL	TL	39	ITO	L6	TL	TL
10	DAUD	L9	L	L	25	IRUL	L12	L	L	40	ITO	L3	TL	TL
11	DAUD	L8	L	L	26	IRUL	L7	L	L	41	ITO	L4	TL	TL
12	DAUD	L5	TL	TL	27	IRUL	L14	L	L	42	ITO	L11	L	L
13	DAUD	L10	L	L	28	IRUL	L8	L	L	43	ITO	L2	TL	TL
14	DAUD	L6	TL	TL	29	IRUL	L15	L	L	44	ITO	L8	L	L
15	DAUD	L15	L	L	30	IRUL	L11	L	L	45	ITO	L14	L	L

**Keterangan :**

A : RunOrder

B : Appraisers

C : Samples

D : Assesment

E : Standards

### Attribute Agreement Analysis Worksheet

Samples: 15 Appraisers: 3  
Replicates: 2 Total runs: 90

### Attribute Agreement Analysis for Assessments

#### Within Appraisers

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
IRUL	L	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
ITO	L	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001
	TL	1,00000	0,258199	3,87298	0,0001

##### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments. Kendall's coefficients not computed.

#### Each Appraiser vs Standard

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
DAUD	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
IRUL	15	15	100,00	(81,90; 100,00)
ITO	15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

##### Assessment Disagreement

Appraiser	# TL / L	Percent	# L / TL	Percent	# Mixed	Percent
DAUD	0	0,00	0	0,00	0	0,00
IRUL	0	0,00	0	0,00	0	0,00
ITO	0	0,00	0	0,00	0	0,00

# TL / L: Assessments across trials = TL / standard = L.

# L / TL: Assessments across trials = L / standard = TL.

# Mixed: Assessments across trials are not identical.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
DAUD	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
IRUL	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000
ITO	L	1	0,182574	5,47723	0,0000
	TL	1	0,182574	5,47723	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### Between Appraisers

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,0666667	15	0,0000
TL	1	0,0666667	15	0,0000

#### Kendall's Coefficient of Concordance

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### All Appraisers vs Standard

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
15	15	100,00	(81,90; 100,00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
L	1	0,105409	9,48683	0,0000
TL	1	0,105409	9,48683	0,0000

#### Kendall's Correlation Coefficient

Only one or two distinct values in assessments and standards. Kendall's coefficients not computed.

### i. Within Appraisers

Bagian *Within In Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan dari operator dalam melakukan pengamatan pada produk selama 2 kali pengulangan. Hasil *Minitab* diatas menunjukkan bahwa nilai *Fleiss Kappa Statistic* untuk setiap operator pada cacat Y7 adalah 1, yang berarti

operator konsisten dalam melakukan pengamatan selama 2 kali pengulangan.

**ii. *Each Appraisers vs Standard***

Bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator dalam melakukan pengamatan produk namun dibandingkan dengan standar cacat produk dan dilakukan selama 2 kali pengulangan. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan dari hasil pengolahan *Minitab* pada bagian ini adalah 1, hal tersebut menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan operator selama 2 kali pengulangan sudah sesuai standar cacat produk yang ada.

**iii. *Between Appraisers***

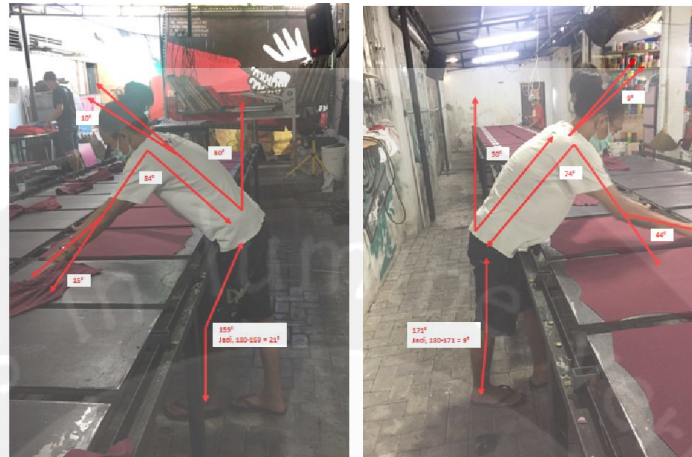
*Between Appraisers* berfungsi untuk menilai kemampuan satu operator dalam melakukan pengamatan pada produk jika dibandingkan dengan operator lain. Nilai *Fleiss Kappa Statistic* yang didapatkan pada *Minitab* adalah 1, yang menunjukkan bahwa antar operator satu dengan yang lainnya memiliki kesesuaian penilaian dalam pengamatan produk.

**iv. *All Appraisers vs Standard***

Untuk bagian ini berfungsi untuk menilai kemampuan operator secara keseluruhan terhadap standar perusahaan. Hasil *Minitab* yang didapatkan untuk nilai *Fleiss Kappa Statistic* pada cacat Y7 adalah 1, yang menunjukkan bahwa kemampuan operator secara keseluruhan sudah sesuai dengan standar perusahaan.

**Lampiran : Analisis REBA tiap aktivitas di proses sablon.**

i. Proses merentangkan kain sebelum perbaikan



**Gambar 5.17. Proses Merentangkan Kain 2 Sebelum Perbaikan**

**Tabel 5.22. Analisis Proses Merentangkan Kain 2 Sebelum Perbaikan**

Analisis REBA Proses Merentangkan Kain di Meja Sablon 2 Sebelum Perbaikan				
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)				
Postur Tubuh	Kiri		Kanan	
	Keterangan (derajat)	Skor	Skor	Keterangan
Step 1 : Leher	10 <sup>0</sup>	1	1	9 <sup>0</sup>
Step 2 : Batang tubuh	50 <sup>0</sup>	3	3	50 <sup>0</sup>
Step 3 : Kaki	21 <sup>0</sup>	2	2	9 <sup>0</sup>
Step 4 : Skor Tabel A		4	4	
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0	0	<11 lbs
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		4	4	
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)				
Step 7 : Lengan Atas	84 <sup>0</sup>	3	3	74 <sup>0</sup>
Step 8 : Lengan Bawah	15 <sup>0</sup>	2	2	44 <sup>0</sup>
Step 9 : Pergelangan Tangan	0 <sup>0</sup>	1	1	0 <sup>0</sup>
Step 10 : Skor Tabel B		4	4	
Step 11 : Skor Genggaman	0	0	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		4	4	
Skor Tabel C		4	4	
Step 13 : Skor Aktivitas		2	2	
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)	6		6	

Skor akhir untuk aktivitas proses merentangkan kain pada meja sablon 2 sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 6, dimana hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri pada proses tersebut memiliki resiko cedera yang sedang dan perlu dilakukan perbaikan.



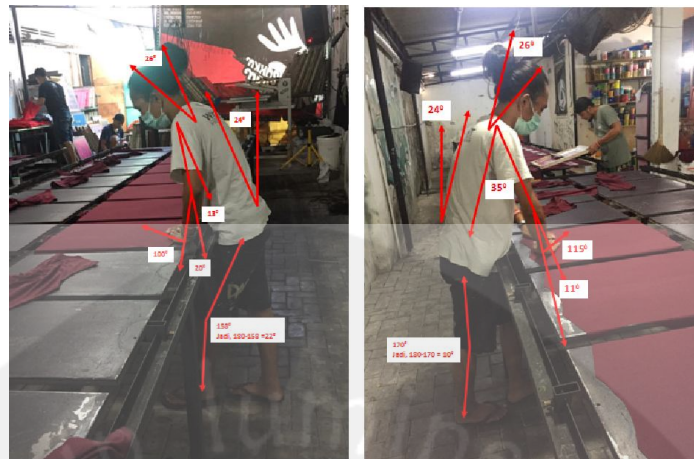
Gambar 5.18. Proses Merentangkan Kain 3 Sebelum Perbaikan

Tabel 5.23. Analisis Proses Merentangkan Kain 3 Sebelum Perbaikan

Analisis REBA Proses Merentangkan Kain di Meja Sablon 3 Sebelum Perbaikan				
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)				
Postur Tubuh	Kiri		Kanan	
	Keterangan (derajat)	Skor	Skor	Keterangan
Step 1 : Leher	25 <sup>0</sup>	2	2	27 <sup>0</sup>
Step 2 : Batang tubuh	29 <sup>0</sup>	3	3	29 <sup>0</sup>
Step 3 : Kaki	25 <sup>0</sup>	2	2	6 <sup>0</sup>
Step 4 : Skor Tabel A		5	5	5
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0	0	<11 lbs
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		5	5	5
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)				
Step 7 : Lengan Atas	35 <sup>0</sup>	2	1	0 <sup>0</sup>
Step 8 : Lengan Bawah	20 <sup>0</sup>	2	1	65 <sup>0</sup>
Step 9 : Pergelangan Tangan	60 <sup>0</sup>	2	2	46 <sup>0</sup>
Step 10 : Skor Tabel B		3	2	
Step 11 : Skor Genggaman	0	0	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		3	2	
Skor Tabel C		4	4	
Step 13 : Skor Aktivitas		2	2	
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)	6		6	

Skor akhir untuk aktivitas proses merentangkan kain pada meja sablon 3 sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 6, dimana hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri pada proses tersebut memiliki resiko cedera yang sedang dan perlu dilakukan perbaikan.





Gambar 5.19. Proses Merentangkan Kain 4 Sebelum Perbaikan

Tabel 5.24. Analisis Proses Merentangkan Kain 4 Sebelum Perbaikan

Analisis REBA Proses Merentangkan Kain di Meja Sablon 4 Sebelum Perbaikan				
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)				
Postur Tubuh	Kiri		Kanan	
	Keterangan (derajat)	Skor	Skor	Keterangan
Step 1 : Leher	26 <sup>0</sup>	2	2	26 <sup>0</sup>
Step 2 : Batang tubuh	24 <sup>0</sup>	3	3	24 <sup>0</sup>
Step 3 : Kaki	22 <sup>0</sup>	2	2	10 <sup>0</sup>
Step 4 : Skor Tabel A		5	5	
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0	0	<11 lbs
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		5	5	
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)				
Step 7 : Lengan Atas	13 <sup>0</sup>	1	2	35 <sup>0</sup>
Step 8 : Lengan Bawah	20 <sup>0</sup>	2	2	11 <sup>0</sup>
Step 9 : Pergelangan Tangan	100 <sup>0</sup> (bent from midline)	3	3	115 <sup>0</sup> (bent from midline)
Step 10 : Skor Tabel B		3	4	
Step 11 : Skor Genggaman	0	0	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		3	4	
Skor Tabel C		4	5	
Step 13 : Skor Aktivitas		2	2	
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)		6	7	

Skor akhir untuk aktivitas proses merentangkan kain pada meja sablon 4 sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 6 dan 7. Hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri berada pada kategori resiko sedang dan perlu dilakukan perbaikan.

ii. Proses penyablonan kain sebelum perbaikan



Gambar 5.20. Proses Penyablonan 1 Sebelum Perbaikan

Tabel 5.25. Analisis Proses Penyablonan 1 Sebelum Perbaikan

Analisis REBA Proses Penyablonan Kain 1 Sebelum Perbaikan		
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)		
Postur Tubuh	Kiri-kanan (simetris)	
	Keterangan (derajat)	Skor
Step 1 : Leher	50 <sup>0</sup>	2
Step 2 : Batang tubuh	0 <sup>0</sup>	1
Step 3 : Kaki	8 <sup>0</sup>	1
Step 4 : Skor Tabel A		1
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		1

Tabel 5.25. Analisis Proses Penyablonan 1 Sebelum Perbaikan (lanjutan)

Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)		
Postur Tubuh	Kiri-kanan (simetris)	
	Keterangan (derajat)	Skor
Step 7 : Lengan Atas	15 <sup>0</sup>	1
Step 8 : Lengan Bawah	60 <sup>0</sup>	1
Step 9 : Pergelangan Tangan	20 <sup>0</sup>	2
Step 10 : Skor Tabel B		2
Step 11 : Skor Genggaman	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		2
Skor Tabel C		1
Step 13 : Skor Aktivitas		2
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)		3

Skor akhir untuk aktivitas penyablonan 1 sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 3. Hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri berada pada kategori resiko rendah dan memungkinkan untuk dilakukan perbaikan.



**Gambar 5.21. Proses Penyablonan 2 Sebelum Perbaikan**

**Tabel 5.26. Analisis Proses Penyablonan 2 Sebelum Perbaikan**

Analisis REBA Proses Merentangkan Kain di Meja Sablon 1 Analisis REBA Proses Penyablonan Kain 2 Sebelum Perbaikan		
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)		
Postur Tubuh	Kiri-kanan (simetris)	
	Keterangan (derajat)	Skor
Step 1 : Leher	42 <sup>0</sup>	2
Step 2 : Batang tubuh	9 <sup>0</sup>	2
Step 3 : Kaki	14 <sup>0</sup>	1
Step 4 : Skor Tabel A		3
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		3
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)		
Step 7 : Lengan Atas	22 <sup>0</sup>	2
Step 8 : Lengan Bawah	70 <sup>0</sup>	1
Step 9 : Pergelangan Tangan	30 <sup>0</sup>	2
Step 10 : Skor Tabel B		2
Step 11 : Skor Genggaman	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		2
Skor Tabel C		3
Step 13 : Skor Aktivitas		2
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)		6

Proses penyablonan 2 sebelum perbaikan bagian kanan dan kiri didapatkan skor akhir sebesar 6 (kanan dan kiri). Berdasarkan nilai skor akhir postur kerja pada proses ini memiliki resiko cedera sedang dan perlu dilakukan perbaikan postur kerja.



**Gambar 5.22. Proses Penyablonan 3 Sebelum Perbaikan**

**Tabel 5.27. Analisis Proses Penyablonan 3 Sebelum Perbaikan**

Analisis REBA Proses Penyablonan Kain 3 Sebelum Perbaikan		
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)		
Postur Tubuh	Kiri-kanan (simetris)	
	Keterangan (derajat)	Skor
Step 1 : Leher	43 <sup>0</sup>	2
Analisis REBA Proses Penyablonan Kain 3 Sebelum Perbaikan		
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)		
Step 2 : Batang tubuh	10 <sup>0</sup>	2
Step 3 : Kaki	4 <sup>0</sup>	1
Step 4 : Skor Tabel A		3
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		3
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)		
Step 7 : Lengan Atas	0 <sup>0</sup>	1
Step 8 : Lengan Bawah	72 <sup>0</sup>	1
Step 9 : Pergelangan Tangan	45 <sup>0</sup>	2
Step 10 : Skor Tabel B		3
Step 11 : Skor Genggaman	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		3
Skor Tabel C		3
Step 13 : Skor Aktivitas		2
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)	5	

Skor akhir untuk aktivitas penyablonan 3 sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 5. Hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri berada pada kategori resiko sedang dan perlu dilakukan perbaikan.

iii. Proses pengeringan sablon sebelum perbaikan



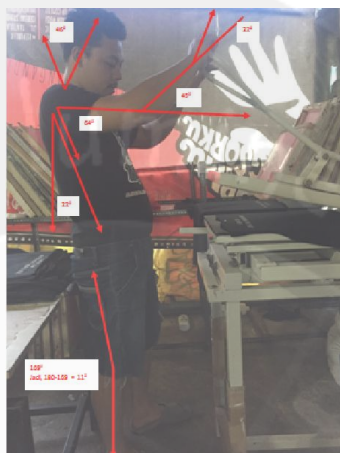
Gambar 5.23. Proses Pengeringan Sablon Sebelum Perbaikan

Tabel 5.28. Analisis Proses Pengeringan Sablon Sebelum Perbaikan

Analisis REBA Proses Pengeringan Sablon Sebelum Perbaikan				
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)				
Postur Tubuh	Kiri	Skor	Kanan	Keterangan
	Keterangan (derajat)		Skor	
Step 1 : Leher	40 <sup>0</sup>	2	2	40 <sup>0</sup>
Step 2 : Batang tubuh	0 <sup>0</sup>	1	1	0 <sup>0</sup>
Step 3 : Kaki	7 <sup>0</sup>	1	1	7 <sup>0</sup>
Step 4 : Skor Tabel A		1	1	
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0	0	<11 lbs
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		1	1	
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)				
Step 7 : Lengan Atas	11 <sup>0</sup>	1	1	20 <sup>0</sup>
Step 8 : Lengan Bawah	73 <sup>0</sup>	1	1	70 <sup>0</sup>
Step 9 : Pergelangan Tangan	20 <sup>0</sup>	2	2	30 <sup>0</sup>
Step 10 : Skor Tabel B		2	2	
Step 11 : Skor Genggaman	0	0	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		2	2	
Skor Tabel C		1	1	
Step 13 : Skor Aktivitas		2	2	
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)	3			3

Skor akhir untuk aktivitas pengeringan sablon sebelum perbaikan untuk postur kiri dan kanan adalah 3. Hasil tersebut menunjukkan baik postur kerja bagian kanan dan kiri berada pada kategori resiko rendah dan memungkinkan untuk dilakukan perbaikan.

iv. Proses Press sablon sebelum Perbaikan

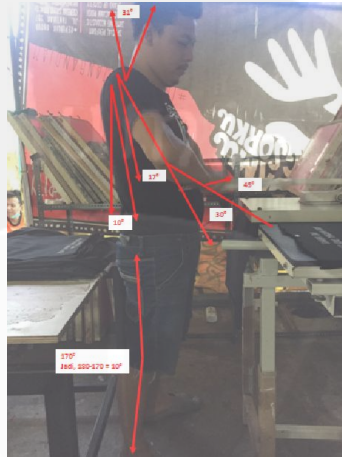


**Gambar 5.24. Proses Press Sablon 1 Sebelum Perbaikan**

**Tabel 5.29. Analisis Proses Press Sablon 1 Sebelum Perbaikan**

Analisis REBA Proses Press Salon 1 Sebelum Perbaikan		
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)		
Postur Tubuh	Kiri-kanan (simetris)	
	Keterangan (derajat)	Skor
Step 1 : Leher	46 <sup>0</sup>	2
Step 2 : Batang tubuh	22 <sup>0</sup>	3
Step 3 : Kaki	11 <sup>0</sup>	1
Step 4 : Skor Tabel A		4
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		4
Step 7 : Lengan Atas	64 <sup>0</sup>	3
Step 8 : Lengan Bawah	45 <sup>0</sup>	2
Step 9 : Pergelangan Tangan	22 <sup>0</sup>	2
Step 10 : Skor Tabel B		5
Step 11 : Skor Genggaman	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		5
Skor Tabel C		5
Step 13 : Skor Aktivitas		2
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)		7

Proses press sablon 1 sebelum perbaikan bagian kanan dan kiri adalah 7. Pada proses ini postur kerja kiri dan kanan sama atau simetris sehingga nilai skor yang didapatkan juga sama. Berdasarkan nilai skor akhir postur kerja pada proses ini baik bagian kanan dan kiri memiliki resiko cedera sedang dan perlu dilakukan perbaikan postur kerja.



**Gambar 5.25. Proses Press Sablon 2 Sebelum Perbaikan**

**Tabel 5.30. Analisis Proses Press Sablon 1 Sebelum Perbaikan**

Analisis REBA Proses Press Salon 2 Sebelum Perbaikan		
Kelompok A (Analisis Leher, Batang Tubuh dan Kaki)		
Postur Tubuh	Kiri-kanan (simetris)	
	Keterangan (derajat)	Skor
Step 1 : Leher	31 <sup>0</sup>	2
Step 2 : Batang tubuh	10 <sup>0</sup>	2
Step 3 : Kaki	10 <sup>0</sup>	1
Step 4 : Skor Tabel A		3
Step 5 : Skor Beban	<11 lbs	0
Step 6 : Total Skor A (Step (4+5))		3
Kelompok B ( Analisis Tangan dan Pergelangan Tangan)		
Step 7 : Lengan Atas	12 <sup>0</sup>	1
Step 8 : Lengan Bawah	30 <sup>0</sup>	2
Step 9 : Pergelangan Tangan	45 <sup>0</sup>	2
Step 10 : Skor Tabel B		2
Step 11 : Skor Genggaman	0	0
Step 12 : Total Skor B (Step(10+11))		2
Skor Tabel C		3
Step 13 : Skor Aktivitas		2
Skor Akhir (Skor Tabel C + Step 13)		5

Proses press sablon 2 sebelum perbaikan bagian kanan dan kiri sebesar 5. Pada proses ini postur kerja kiri dan kanan sama atau simetris sehingga nilai skor yang didapatkan juga sama. Berdasarkan nilai skor akhir postur kerja pada proses ini baik bagian kanan dan kiri memiliki resiko cedera sedang dan perlu dilakukan perbaikan postur kerja.



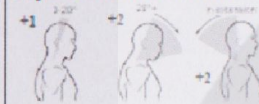


# REBA Employee Assessment Worksheet

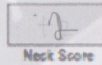
Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



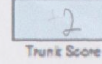
Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1



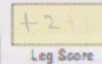
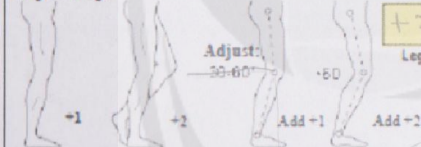
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

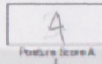


### Step 3: Legs



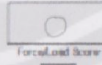
### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A



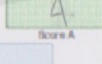
### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1



### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.



### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5
	3	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	4	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	5	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9

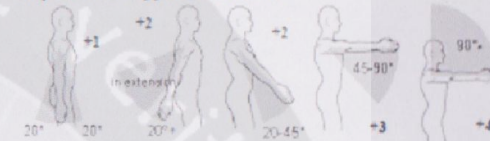
Table B		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm Score	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	6
	4	4	5	6	5	6	7
	5	5	6	7	6	7	8
	6	6	7	8	7	8	9

Score A (Score from Table A Head/Neck Score)	Table C											
	Score B, (Table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

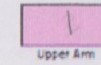
4 + 1+1 = 6  
Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

## B. Arm and Wrist Analysis

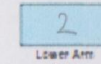
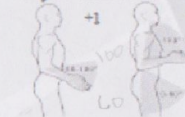
### Step 7: Locate Upper Arm Position:



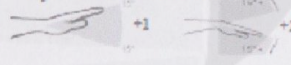
Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1



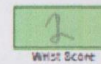
### Step 8: Locate Lower Arm Position:



### Step 9: Locate Wrist Position:

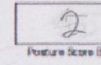


Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1



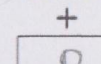
### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B



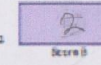
### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3



### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add value from step 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.



### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range motion (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: merchandise handling Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2004 Human Factors Inc.

provided by Practical Ergonomics

prwerker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**  
  
**Step 1a: Adjust...**  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1  
**Neck Score: 2**

**Step 2: Locate Trunk Position**  
  
**Step 2a: Adjust...**  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1  
**Trunk Score: 2**

**Step 3: Legs**  
  
**Step 3a: Adjust...**  
 90-60°: Add +1  
 >60°: Add +2  
**Leg Score: 2**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A  
**Posture Score A: 4**

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load = 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1  
**Force/load Score: 0**

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
 Find Row in Table C  
**Score A: 4**

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
  
**Step 7a: Adjust...**  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1  
**Upper Arm Score: 1**

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  
  
**Step 8a: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1  
**Lower Arm Score: 2**

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
  
**Step 9a: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1  
**Wrist Score: 2**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B  
**Posture Score B: 2**

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3  
**Coupling Score: 0**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.  
**Score B: 2**

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Table A			
Neck			
	1	2	3
Legs	1	2	3
Trunk Posture Score	1	2	3
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Table B		
Lower Arm		
	1	2
Wrist	1	2
Upper Arm Score	1	2
2	3	4
3	4	5
4	5	6
5	6	7
6	7	8

Table C												
Score B, (table B value occupying score)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score A	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9	9
4	3	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	8	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

4

+

1+1

Table C Score      Activity Score

4

+

1+1

Final REBA Score: 6

Task name: Merehabatkan kain kanvas Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

provided by Practical Ergonomics

rbarker@ergosmart.com (826) 444-1667

© 2004 REBA Consulting, Inc.

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**

Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: -1  
If neck is side bending: -1

Neck Score: 1

**Step 2: Locate Trunk Position**

Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: -1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 3

**Step 3: Legs**

Adjust: 30-60° (+1), 60° (+2)

Leg Score: 2

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 4

**Step 5: Add Force/Load Score**  
If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score: 0

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C

Score A: 4

**Scoring:**  
1 = negligible risk  
2 or 3 = low risk, change may be needed  
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
11+ = very high risk, implement change

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score: 3

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

Lower Arm Score: 2

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 4

**Step 11: Add Coupling Score**  
Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 4

**Step 13: Activity Score**  
+1: 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
-1: Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1: Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

SCORES	
Table A	Neck
	1 2 3
Legs	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 1 2 3 4 1 2 3 4 3 3 5 6
	2 2 3 4 5 3 4 5 6 4 5 6 7
	3 2 4 5 6 4 5 6 7 5 6 7 8
	4 3 5 6 7 5 6 7 8 6 7 8 9
	5 4 6 7 8 6 7 8 9 7 8 9 9

Table B	
Lower Arm	
	1 2
Wrist	1 2 3 1 2 3
Upper Arm Score	1 1 2 2 1 2 3
	2 1 2 3 2 3 4
	3 3 4 5 4 5 6
	4 4 5 5 5 6 7
	5 6 7 8 7 8 8
	6 7 8 8 8 9 9

Table C	
Score A (score from Table A + Force/Load Score)	Score B (Table B value + coupling score)
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1	1 1 1 2 3 3 4 5 6 7 7 7
2	1 2 2 3 4 4 5 6 6 7 7 8
3	2 3 3 3 4 5 6 7 7 8 8 8
4	3 4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9
5	4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9 9
6	5 5 5 7 8 8 9 9 10 10 10 10
7	7 7 7 8 9 9 9 10 10 11 11 11
8	8 8 8 9 10 10 10 10 11 11 11 11
9	9 9 9 10 10 10 11 11 11 12 12 12
10	10 10 10 11 11 11 11 12 12 12 12 12
11	11 11 11 11 12 12 12 12 12 12 12 12
12	12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12

4

+

1+1

Table C Score      Activity Score

4

+

2

Final REBA Score

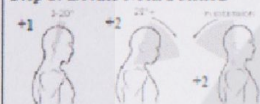
# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

3

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

2  
Neck Score

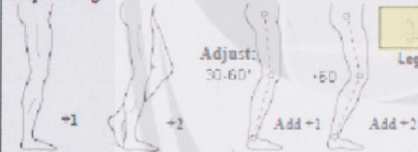
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

3  
Trunk Score

### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

5  
Posture Score A

### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

0  
Force/Load Score

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

5  
Score A

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck												
		1				2				3				
Trunk Posture Score	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	8
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	9
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	9

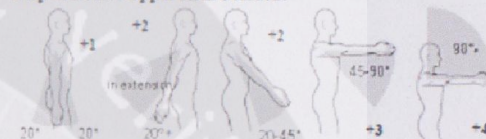
Table B		Lower Arm					
		1					
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	6
	4	4	4	5	5	5	6

Score A (Score from table A + Force/Load Score)	Table C											
	Score B, (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

4 + 1+1 = 6  
Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

## B. Arm and Wrist Analysis

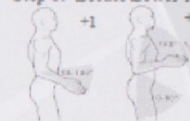
### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

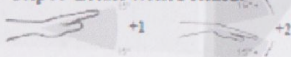
2  
Upper Arm Score

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



2  
Lower Arm Score

### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

2  
Wrist Score

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

3  
Posture Score B

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

0  
Coupling Score

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from step 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

3  
Score B

### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: Menzakungkan kais z kiri Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2000 New Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

rtarlier@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Fibre Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-208

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**  
  
 Step 1a: Adjust...  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**  
  
 Step 2a: Adjust...  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs**  
  
 Adjust: 30-60° Add +1, >60° Add +2

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A. Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
  
 Step 7a: Adjust...  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
  
 Step 9a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

**Step 12: Score B. Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C score.

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

SCORES	
Table A	Neck
	1 2 3
Legs	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Lower Arm	
Table B	Wrist
	1 2 3 1 2 3
Upper Arm Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Table C	
Score B, (table B value coupling score)	
Score A (score from table A + force/load score)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1	1 1 1 2 3 3 4 5 6 6 7 7 7 7
2	1 2 2 3 4 4 5 6 6 7 7 8
3	2 3 3 3 4 5 6 6 7 7 8 8 8
4	3 4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9 9
5	4 5 5 5 6 7 8 9 9 10 10 10 10
6	5 6 6 6 7 8 9 10 10 11 11 11 11
7	6 7 7 7 8 9 10 11 11 12 12 12 12
8	7 8 8 8 9 10 11 12 12 13 13 13 13
9	8 9 9 9 10 11 12 13 13 14 14 14 14
10	9 10 10 10 11 12 13 14 14 15 15 15 15
11	10 11 11 11 12 13 14 15 15 16 16 16 16
12	11 12 12 12 13 14 15 16 16 17 17 17 17

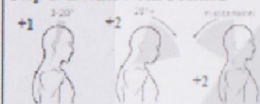
5	+	11
Table C Score + Activity Score		
16		
Final REBA Score		

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score: 1

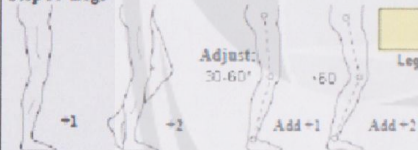
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 3

### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 4

### Step 5: Add Force Load Score

If load = 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load = 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force Load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

Score A: 4

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Table B		Lower Arm					
		1			2		
Wrist	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	1	2	3
	3	1	2	3	1	2	3
	4	1	2	3	1	2	3
	5	1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	1	2	3
	3	1	2	3	1	2	3
	4	1	2	3	1	2	3
	5	1	2	3	1	2	3

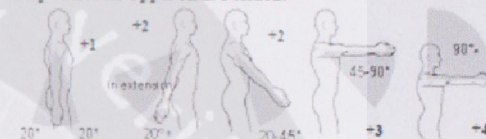
Score A (Score from Table A + Force Load Score)	Table C											
	Score B, (Table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10
7	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

4 + 1 + 1 = 6

Final REBA Score: 6

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

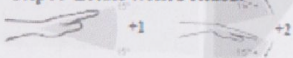
Upper Arm Score: 3

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 2

### Step 9: Locate Wrist Position:



Wrist Score: 1

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 4

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: +

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 4

### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: Mercanturan Rain Zkaga Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2004 Nova Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

rturker@ergosmart.com (816) 444-1667

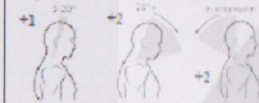
# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

4

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

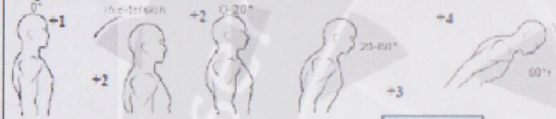
### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: -1  
If neck is side bending: -1

Neck Score: 2

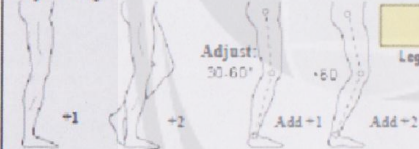
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 3

### Step 3: Legs



Leg Score: 2

### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 5

### Step 5: Add Force/Load Score

If load = 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load = 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A: 5

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Trunk Posture Score	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	3	5
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9

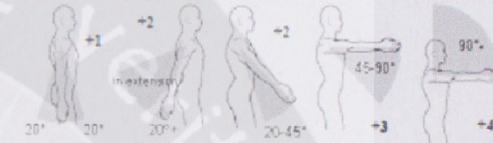
Table B		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	1	2	3
	1	1	1	2	2	1	2
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	6
	4	4	5	6	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	9

Score A (Score from Table A + Force/Load Score)	Table C											
	Score B, (Table B value x coupling score)											
1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
6	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	
7	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Table C Score: 4 + Activity Score: 1+1 = Final REBA Score: 6

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

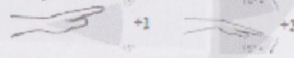
Upper Arm Score: 1

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 2

### Step 9: Locate Wrist Position:



Wrist Score: 2+1

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 3

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: *good*: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: *fair*: +1  
Hand hold not acceptable but possible: *poor*: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: *Unacceptable*: +3

Coupling Score: 0

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 3

### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: Membranban ban 4 ban Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2008 REBA Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

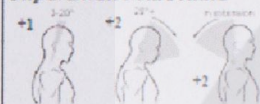
rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

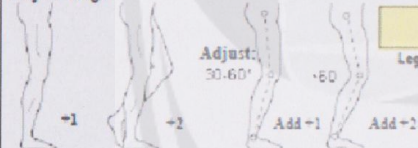
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 1

### Step 3: Legs



Leg Score: 1

### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 7

### Step 5: Add Force Load Score

If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force Load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A: 7

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck																
		1				2				3								
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
	2	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6				
	3	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	4	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	6	7	8	9		
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	9		

Table B		Lower Arm					
		1			2		
Wrist	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	6
	4	4	5	5	5	6	7
	5	5	6	7	8	7	8
Upper Arm Score	6	6	7	8	8	9	9
	7	7	8	8	9	9	9

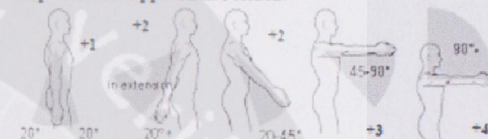
Score A		Table C											
Score B, (table B value + coupling score)		Score B, (table B value + coupling score)											
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	5	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
6	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Table C Score: 1 + Activity Score: 1+1 = 2

Final REBA Score: 3

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

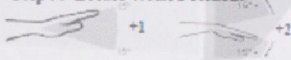
Upper Arm Score: 1

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 1

### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

Step 11: Add Coupling Score  
Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C score.

Score: 2

### Step 13: Activity Score

- +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
- +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
- +1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Task name: Penyabutan 1 (Kiritoman) Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2008 New Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

rturker@ergosmart.com (816) 444-1667

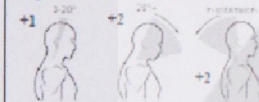


# REBA Employee Assessment Worksheet

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: -1

Neck Score: 2

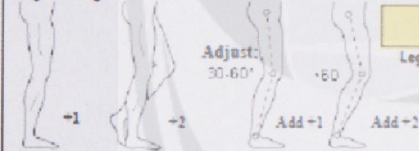
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 3

### Step 3: Legs



Leg Score: 2

### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 5

### Step 5: Add Force Load Score

If load = 11 lbs: +0  
If load = 11 to 22 lbs: +1  
If load = 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force Load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

Score A: 5

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	3	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	4	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	5	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9

Table B		Lower Arm											
		1						2					
Upper Arm Score	1	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	
	2	1	2	3	4	5	2	3	4	5	6	7	
	3	2	3	4	5	6	3	4	5	6	7	8	
	4	3	4	5	6	7	4	5	6	7	8	9	
	5	4	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	
	6	5	6	7	8	9	6	7	8	9	10	11	

Score A (Score from table A + force score)	Table C												
	Score B, (table B value + coupling score)												
1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	
4	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	
5	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	
6	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12	
8	8	8	8	9	10	10	11	11	12	12	12	13	
9	9	9	9	10	11	11	12	12	13	13	14	14	
10	10	10	10	11	12	12	13	13	14	14	15	15	
11	11	11	11	12	13	13	14	14	15	15	16	16	
12	12	12	12	13	14	14	15	15	16	16	17	17	

5 + 1+1 = 7  
Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

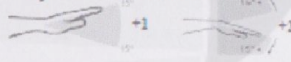
Upper Arm Score: 2

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 2

### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2+1

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 4

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 4

### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Task name: Mera karyan baia 4 karga Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2004 Nasa Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

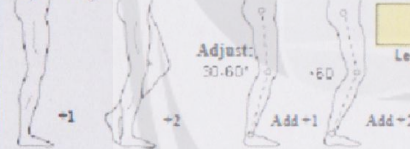
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 2

### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 3

### Step 5: Add Force/Load Score

If load = 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load = 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

Score A: 3

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Trunk Posture Score	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	4
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9

Table B		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	2	2	1	2	3	2	3
	3	3	3	4	5	4	5
	4	4	4	5	5	5	6

Score A (Score from Table A + Force/Load Score)	Table C											
	Score B, (Table B value + coupling score)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

3 + 1+1 = 5  
Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

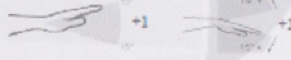
Upper Arm Score: 2

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 1

### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 2

### Step 13: Activity Score

+1: 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1: Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1: Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Task name: Playdown 2 (Kron + Kiri) Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2004 Nova Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, Makarany, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**

Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

**Step 2: Locate Trunk Position**

Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 2

**Step 3: Legs**

Adjust: 30-60°

Leg Score: 1

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 3

**Step 5: Add Force/Load Score**  
If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score: 0

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

Score A: 3

**Scoring:**  
1 = negligible risk  
2 or 3 = low risk, change may be needed  
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
11+ = very high risk, implement change

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score: 1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**

Lower Arm Score: 1

**Step 9: Locate Wrist Position:**

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

**Step 11: Add Coupling Score**  
Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 2

**Step 13: Activity Score**  
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

SCORES	
Table A	Neck
	1      2      3
Legs	1 2 3 4   1 2 3 4   1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 1 2 3 4   1 2 3 4 3 3 5 6   2 3 4 5 6 7 8
	2 2 3 4 5   3 4 5 6 4 5 6 7   3 4 5 6 7 8
	3 2 4 5 6   4 5 6 7 5 6 7 8   4 5 6 7 8 9
	4 3 5 6 7   5 6 7 8 6 7 8 9   5 6 7 8 9 9
	5 4 6 7 8   6 7 8 9 7 8 9 9   6 7 8 9 9 9

Table B	
Lower Arm	
	1      2
Wrist	1 2 3   1 2 3
Upper Arm Score	1 1 2 2   1 2 3
	2 1 2 3   2 3 4
	3 3 4 5   4 5 6
	4 4 5 5   5 6 7
	5 6 7 8   7 8 8
	6 7 8 8   8 9 9

Table C													
Score A (Score from Table A + Force/Load Score)		Score B (Table B value + coupling score)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

3

+

4

Table C Score      Activity Score

3

+

2

Posture Score A      Score B

3

+

0

Force/Load Score      Coupling Score

3

+

2

Score A      Score B

3

+

2

Table C Score      Activity Score

5

Final REBA Score

Task name: proyablan 3 (karakis) Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2004 Nova Consulting, Inc. provided by Practical Ergonomics r.tarker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, Makrantonou, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: -1  
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

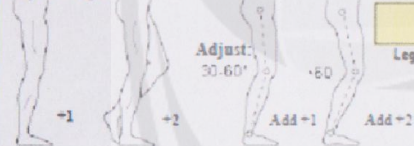
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 1

### Step 3: Legs



Leg Score: 1

### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 1

### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C

Score A: 1

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	2	3	4	5	2	3	4	5
	3	2	3	4	5	3	4	5	6	3	4	5	6
	4	3	4	5	6	4	5	6	7	4	5	6	7
	5	4	5	6	7	5	6	7	8	5	6	7	8

Table B		Lower Arm							
		1				2			
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	2	1	2	3		
	2	1	2	3	2	3	4		
	3	3	4	5	4	5	6		
	4	4	5	5	5	6	7		
	5	5	6	7	8	7	8		

Score A (Score from Table A + Force/Load score)	Table C											
	Score B, (table B value + coupling score)											
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	2	3	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	9	9
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	10
7	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11
8	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11
9	8	8	8	9	10	10	11	11	11	12	12	12
10	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12
11	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
12	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score: 1 + Activity Score: 1+ = Final REBA Score: 3

## B. Arm and Wrist Analysis

### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

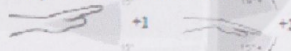
Upper Arm Score: 1

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 1

### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand held or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand held not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: unacceptable: +3

Coupling Score: 0

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 2

### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Task name: plageringan sablon kin Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

© 2004 REBA Consulting, Inc.

provided by Practical Ergonomics

rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**  

Adjust: If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: -1

Neck Score: 2

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  

Adjust: If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score: 1

### SCORES

**Table A: Neck**

	Neck		
	1	2	3
Legs	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Table B: Lower Arm**

	Lower Arm		
	1	2	3
Wrist	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Upper Arm Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Table C: Posture Score B**

Score A	Score B, (Table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9
6	5	5	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10
7	6	6	6	7	8	9	10	10	11	11	11	11
8	7	7	7	8	9	10	10	11	11	11	11	11
9	8	8	8	9	10	10	11	11	11	12	12	12
10	9	9	9	10	10	11	11	12	12	12	12	12
11	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
12	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12

**Step 3: Legs**  

Adjust: 30-60° Add +1, 60° Add +2

Leg Score: 1

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

**Step 5: Add Force Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force Load Score: 0

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A: 1

**Step 7: Locate Wrist Position:**  

Adjust: If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  

Lower Arm Score: 1

**Step 9: Adjust...**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 2

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Activity Score: 1+1

**Final REBA Score**  
3

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**  
  
 Step 1a: Adjust...  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1  
**Neck Score: 2**

**Step 2: Locate Trunk Position**  
  
 Step 2a: Adjust...  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1  
**Trunk Score: 2**

**Step 3: Legs**  
  
**Leg Score: 1**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A  
**Posture Score A: 4**

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1  
**Force/Load Score: 0**

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
 Find Row in Table C.  
**Score A: 4**

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
  
 Step 7a: Adjust...  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1  
**Upper Arm Score: 3**

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  
  
**Lower Arm Score: 2**

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
  
 Step 9a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1  
**Wrist Score: 2**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B  
**Posture Score B: 5**

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
 Hand held not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3  
**Coupling Score: 0**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.  
**Score B: 5**

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Table A	
Neck	
Legs	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 1 2 3 4 1 2 3 4 3 3 5 6 2 2 3 4 5 3 4 5 6 4 5 6 7 3 2 4 5 6 4 5 6 7 5 6 7 8 4 3 5 6 7 5 6 7 8 6 7 8 9 5 4 6 7 8 6 7 8 9 7 8 9 9

Table B	
Lower Arm	
Wrist	1 2 3 1 2 3
Upper Arm Score	1 1 2 2 1 2 3 2 1 2 3 2 3 4 3 3 4 5 4 5 5 4 4 5 5 5 6 7 5 6 7 8 7 8 8 6 7 8 8 8 9 9

Table C	
Score A (Score from Table A + Force/Load score)	Score B (Table B value + coupling score)
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1	1 1 1 2 3 3 4 5 6 7 7 7
2	1 2 2 3 4 4 5 6 6 7 7 8
3	2 3 3 3 4 5 6 7 7 8 8 8
4	3 4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9
5	4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9 9
6	5 5 5 7 8 8 9 9 10 10 10 10
7	7 7 7 8 8 9 9 9 10 10 11 11
8	8 8 8 9 9 10 10 10 10 11 11 11
9	9 9 9 10 10 10 11 11 11 12 12 12
10	10 10 10 11 11 11 11 12 12 12 12 12
11	11 11 11 11 12 12 12 12 12 12 12 12
12	12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12

5

+

1+1

Table C Score      Activity Score

7

Final REBA Score

Task name: Press Sablon (non-kin)      Reviewer: \_\_\_\_\_      Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

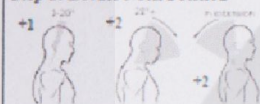
This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2000 Practical Ergonomics, Inc. provided by Practical Ergonomics rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667

# REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-206

## A. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

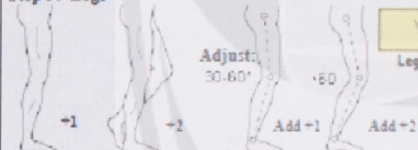
### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 2

### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 3

### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs: +0  
If load 11 to 22 lbs: +1  
If load > 22 lbs: +2  
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score: 0

### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

Score A: 3

### Scoring:

- 1 = negligible risk
- 2 or 3 = low risk, change may be needed
- 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
- 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
- 11+ = very high risk, implement change

## SCORES

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
	3	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
	4	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
	5	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7

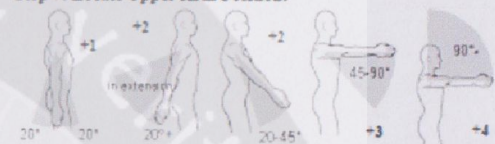
Table B		Lower Arm						
		1						
Upper Arm Score	Wrist	1	2	3	1	2	3	
	1	1	1	2	2	1	2	3
	2	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	3	4	5	4	5	6
	4	4	4	5	5	5	6	7
	5	5	6	7	8	7	8	8

Score A (Score from Table A + Force/Load Score)	Table C											
	Score B, (Table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score: 3 + Activity Score: 1+1 = Final REBA Score: 5

## B. Arm and Wrist Analysis

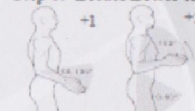
### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

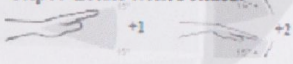
Upper Arm Score: 1

### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 2

### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: 2

### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip: good: +0  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
Hand held not acceptable but possible: poor: +2  
No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

Coupling Score: 0

### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 2

### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: ross sablon 2 (brun kid) Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

provided by Practical Ergonomics

rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667