

**PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA PENGELASAN
UNTUK MENURUNKAN PERSENTASE *REWORK***

TUGAS AKHIR

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



DANANG RAHMATUL HIDAYAT

18 16 10047

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2019/2020**

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA PENGELASAN UNTUK MENURUNKAN
PERSENTASE REWORK

yang disusun oleh

DANANG RAHMATUL HIDAYAT

181610047

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 20 Januari 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Luciana Triani Dewi, S.T., MT.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Luciana Triani Dewi, S.T., MT.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Luciana Triani Dewi, S.T., MT.	Telah menyetujui
Penguji 2	: Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc	Telah menyetujui
Penguji 3	: Kristanto Agung Nugroho, S.T., M.Sc.	Telah menyetujui

Yogyakarta, 20 Januari 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

ttd

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc



PERNYATAAN ORIGINALITAS

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Danang Rahmatul Hidayat

NPM : 18 16 10047

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pengelasan untuk Menurunkan Persentase *Rework*" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2019/2020 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana dikemudian 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 sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 28 Desember 2020

Yang menyatakan,

A green postage stamp with a value of 6000 Rupiah. The stamp features a central illustration of a figure and the text "POSTERAI KEMPEL" at the top and "6000" at the bottom. A handwritten signature is written over the stamp.

Danang Rahmatul Hidayat

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pengelasan Untuk Menurunkan Persentase *Rework*”. Penyusunan tugas akhir ini dibantu secara langsung dan tidak langsung oleh beberapa pihak. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Luciana Triani Dewi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah sabar dan penuh perhatian memberikan penulis bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir
2. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Ririn Diar Astanti, S.T., M.MT., D.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. PT Surya Indah Cabang Klaten, Bapak Sariman, Saudara Amin, dan Saudara Arifin yang telah membantu penulis dalam melaksanakan setiap rangkaian penelitian.
5. Kedua orang tua, Bapak Suwono dan Ibu Suharti yang memberikan seluruh doa dan dukungan tanpa batas.
6. Saudari Saktiandaru Auraningtyas dan Aisyah Risky Millenia yang selalu memberikan perhatian dan bantuannya.
7. Carissa Luthfi Maida sebagai *partner* diskusi yang membangun.
8. Teman-teman program ekstensi ATMI-UAJY 2018 yang selalu kompak dalam hal kebaikan.
9. Seluruh dosen Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membuka wawasan penulis mengenai keilmuan teknik industri.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan sumbangsuhnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini memiliki kesalahan dan kekurangan, maka dari itu mohon kritik serta saran yang membangun di masa depan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Klaten, 28 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	HALAMAN JUDUL	i
	HALAMAN PENGESAHAN	ii
	PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
	KATA PENGANTAR	iv
	DAFTAR ISI	v
	DAFTAR TABEL	vii
	DAFTAR GAMBAR	viii
	DAFTAR LAMPIRAN	x
	INTISARI	xi
1	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang Masalah	1
	1.2. Rumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Batasan Masalah	3
2	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
	2.1. Tinjauan Pustaka	4
	2.2. Dasar Teori	6
3	METODOLOGI PENELITIAN	28
	3.1. Jenis Penelitian	28
	3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	28
	3.3. Data	28
	3.4. Alat dan Bahan	28
	3.5. Prosedur Penelitian	29
4	DATA DAN PENGOLAHAN DATA	35
	4.1. Produk dan Perusahaan	35
	4.2. Data Awal	44
	4.3. Karakteristik Pekerjaan	47
	4.4. Karakteristik Pekerja	56
	4.5. Penilaian Postur Kerja Awal Menggunakan REBA	59

5	PERANCANGAN DAN PENERAPAN	61
	5.1. Pemilihan Sikap Kerja Dasar	61
	5.2. Penerapan Data Antropometri	61
	5.3. Analisis Desain Meja Kerja	62
	5.4. Analisis Desain Tool Cart	66
	5.5. Alokasi Area Kerja (2D)	70
	5.6. Desain Stasiun Kerja (3D)	70
	5.7. Pertimbangan Keamanan	73
	5.8. Gambar Kerja	85
	5.9. Fabrikasi Stasiun Kerja Usulan	85
	5.10. Analisis Penerapan Stasiun Kerja Usulan	87
6	KESIMPULAN DAN SARAN	95
	6.1. Kesimpulan	95
	6.2. Saran	95
	DAFTAR PUSTAKA	96
	LAMPIRAN	99

DAFTAR TABEL

JUDUL	HAL
Tabel 2.1. Matriks Penilaian A REBA	11
Tabel 2.2. Matriks Penilaian B REBA	11
Tabel 2.3. Matriks Penilaian C REBA	12
Tabel 2.4. Pemilihan Sikap Kerja	18
Tabel 2.5. Sifat Mekanis Beberapa Profil Baja SNI	27
Tabel 4.1. Spesifikasi Komponen <i>Folding Gate</i> Model Daun	38
Tabel 4.2. Proses Produksi <i>Folding gate</i>	43
Tabel 4.3. Keluhan <i>Musculoskeletal</i> Pekerja	44
Tabel 4.4. Penghitungan Jumlah <i>Rework</i>	46
Tabel 4.5. Sikap Kerja Pekerja Amin	48
Tabel 4.6. Sikap Kerja Pekerja Arifin	49
Tabel 4.7. Peralatan dan Perlengkapan Kerja	53
Tabel 4.8. Dimensi Tubuh Pekerja	57
Tabel 4.9. Skor Akhir Penilaian Sikap Kerja	60
Tabel 5.1. Persamaan Material Penyusun Meja Kerja	74
Tabel 5.2. Rincian Massa Komponen Rangka Produk 400x300	75
Tabel 5.3. Massa Total yang Diterima Roda	80
Tabel 5.4. Persamaan Material Penyusun <i>Tool Cart</i>	81
Tabel 5.5. Skor Akhir REBA Pada Postur Kerja Setelah Perbaikan	89
Tabel 5.6. Perbandingan Hasil Analisis Postur Kerja	90
Tabel 5.7. Jumlah <i>Rework</i> Pekerja Amin	91
Tabel 5.8. Jumlah <i>Rework</i> Pekerja Arifin	92
Tabel 5.9. Perbandingan Data <i>Rework</i>	93

DAFTAR GAMBAR

JUDUL	HAL
Gambar 2.1. Alur Penilaian REBA	10
Gambar 2.2. Ilustrasi Penilaian REBA	10
Gambar 2.3. Rekomendasi Parameter Pengelasan	13
Gambar 2.4. Kesalahan Penetrasi Pengelasan	14
Gambar 2.5. Contoh <i>Inclusion, Porosity, Undercut</i>	15
Gambar 2.6. Rekomendasi Tinggi Landasan Kerja	20
Gambar 2.7. Ilustrasi ZCR	21
Gambar 2.8. Sudut Pandang Efektif	22
Gambar 2.9. Isian Pertama SNQ dari PEI	25
Gambar 2.10. Isian Kedua SNQ dari PEI	25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4.1. Lokasi Perusahaan	35
Gambar 4.2. Mesin Produksi	36
Gambar 4.3. Model Pintu Lipat yang Diproduksi	37
Gambar 4.4. Proses Produksi <i>Folding gate</i>	40
Gambar 4.5. Ruang dan Kondisi Kerja	54
Gambar 4.6. Ukuran Ruang Kerja Pengelasan (dalam cm)	55
Gambar 4.7. Alat dan Proses Pengukuran	56
Gambar 4.8. Penggunaan Alat Bantu	58
Gambar 4.9. Proses Pengukuran Sudut Antar Segmen Tubuh	60
Gambar 5.1. Jangkauan Tangan	64
Gambar 5.2. Pengelasan Rangka <i>Folding Gate</i>	64
Gambar 5.3. Penempatan Peralatan pada <i>Tool Cart</i>	68
Gambar 5.4. Posisi Meja Kerja dan <i>Tool Cart</i> (dalam mm)	70
Gambar 5.5. Desain Meja Kerja Pengelasan	71
Gambar 5.6. Desain <i>Tool Cart</i>	72
Gambar 5.7. Ilustrasi Pemberian <i>Fixture</i> dan <i>External Load</i>	76
Gambar 5.8. Hasil <i>Meshing</i> Model Meja	76
Gambar 5.9. Hasil Simulasi Tegangan Model Meja	77
Gambar 5.10. Hasil Uji <i>Displacement</i> Model Meja	78
Gambar 5.11. <i>Factor of Safety</i> Meja Kerja Pengelasan	79
Gambar 5.12. Spesifikasi <i>Caster</i>	79

Gambar 5.13. Ilustrasi <i>Fixtures</i> , <i>External Load</i> , dan <i>Meshing</i>	82
Gambar 5.14. Hasil Uji <i>Stress Tool Cart</i>	83
Gambar 5.15. Hasil Uji <i>Displacement Tool Cart</i>	83
Gambar 5.16. FOS <i>Tool Cart</i>	84
Gambar 5.17. Proses Fabrikasi dan Mendapatkan <i>Feedback</i>	86
Gambar 5.18. Penggantian Pengunci Dengan Knob	86
Gambar 5.19. Hasil Fabrikasi Stasiun Kerja Usulan	87



DAFTAR LAMPIRAN

JUDUL	HAL
Lampiran 1: Surat Pernyataan Melaksanakan Penelitian	99
Lampiran 2: Diagram Keterkaitan Masalah	100
Lampiran 3: <i>Standardize Nordic Questionnaire</i>	101
Lampiran 4: Jumlah Sambungan Las Produk <i>Folding Gate</i>	102
Lampiran 5: Lembar Perhitungan Rework Sebelum Perbaikan	102
Lampiran 6: Lembar Pengukuran Sudut Kerja Sebelum Perbaikan	103
Lampiran 7: Lembar Pengukuran Sudut Kerja Setelah Perbaikan	104
Lampiran 8: Lembar Pengukuran Antropometri	105
Lampiran 9: Lembar Pengamatan Peralatan Kerja	106
Lampiran 10: Lembar Pengamatan Komponen <i>Folding Gate</i>	107
Lampiran 11: Lembar Kuisisioner Kebutuhan Kerja	108
Lampiran 12: Transkrip Wawancara	110
Lampiran 13: Lembar Pengamatan Rework Setelah Perbaikan	112
Lampiran 14: Gambar Kerja Meja	113
Lampiran 15: Gambar Kerja <i>Tool Cart</i>	118
Lampiran 16: Lembar Analisis REBA Sebelum Perbaikan	125
Lampiran 17: Lembar Analisis REBA Setelah Perbaikan	130
Lampiran 18: Dokumentasi	135
Lampiran 19: Hasil <i>Similarity Test</i>	136

INTISARI

Peningkatan produksi industri manufaktur logam bukan mesin di provinsi Jawa Tengah dirasakan PT Surya Indah sebagai salah satu produsen pintu lipat (*folding gate*). Keadan ini diikuti dengan peningkatan produksi *folding gate* yang didominasi operasi pengelasan. Pengelasan *folding gate* diketahui dilakukan dengan postur yang tidak ergonomis seperti jongkok dan membungkuk. Survei awal menggunakan *Standardized Nordic Questionnaire* (SNQ) mendapati fakta bahwa dalam setahun terakhir, pekerja mengeluhkan pernah terjadi nyeri pada bagian bahu, punggung, leher, lengan, dan pergelangan tangan. Pekerja tidak jarang menggerinda untuk memperbaiki sambungan karena kesalahan pengelasan (*rework*). Data periode 28 Februari hingga 26 Maret 2020 menunjukkan masing-masing pekerja melakukan *rework* sebanyak 11,74% (Amin) dan 15,23% (Arifin) dari total sambungan. Fokus penelitian ini adalah merancang stasiun kerja pengelasan dengan pendekatan ergonomi. Proses perancangan memanfaatkan perangkat lunak *Solidworks 2018* untuk membuat model tiga dimensi dan direalisasikan dalam satu set stasiun kerja pengelasan. Stasiun kerja usulan berupa meja kerja dan *tool cart* yang terbuat dari material baja. Material *folding gate* diletakkan pada alas kerja dengan ketinggian 88,55cm sehingga pengguna tidak jongkok selama durasi kerja. Perubahan postur kerja dianalisis dengan instrumen *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) untuk mengetahui level resiko cedera pekerja. Penerapan stasiun kerja ergonomis terbukti dapat menurunkan persentase *rework* masing-masing pekerja menjadi 6,95% (Amin) dan 7,91% (Arifin). Perbaikan desain stasiun kerja ini juga berhasil menurunkan level resiko cedera pekerja dari *high risk* dan *very high risk* menjadi *medium risk*.

Kata Kunci: *Folding Gate*, SNQ, REBA, *Solidwork*, *Rework*.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Provinsi Jawa Tengah memiliki beberapa sektor perekonomian utama seperti pertanian, hasil hutan, dan kerajinan batik tulis bernuansa klasik. Selain sektor tersebut, Badan Pusat Statistik (BPS) menginformasikan bahwa industri manufaktur barang logam bukan mesin mengalami peningkatan produksi 12,17% pada triwulan dua 2019. Manufaktur sendiri menurut *APICS Dictionary* diartikan sebagai rangkaian operasi yang saling terkait melibatkan desain, pemilihan bahan, perencanaan, produksi, penjaminan kualitas, manajemen, dan pemasaran barang diskret. Kegiatan ini identik dengan industri logam yang produknya dihasilkan melalui rangkaian proses yang relatif panjang.

PT Surya Indah merupakan salah satu perusahaan manufaktur logam yang berlokasi di Jl. Jogja – Solo Km.8 Tegal Sari, Wonobojo, Jogonalan, Klaten. Perusahaan ini membuat produk, komponen, serta menjual aksesoris pintu lipat (*folding gate*). Produk *folding gate* merupakan sebuah pintu dari baja yang memiliki mekanisme buka tutup dengan cara dilipat. Pintu dengan model seperti ini biasa digunakan pada pertokoan karena memiliki keamanan tinggi dan ruang yang minimal dalam proses buka tutup. Selama satu tahun terakhir, perusahaan juga menyediakan profil baja ringan serta melayani permintaan konstruksi baja ringan.

Proses produksi *folding gate* diawali dengan membuat komponen penyusunnya seperti profil-U, *silangan*, dan komponen lainnya. Komponen tersebut diproduksi dengan menggunakan mesin *punch*, *press*, dan *roll*. Langkah kedua yakni pembuatan modul rakitan *tigaan* dan rangka. Seluruh komponen dirakit menjadi satu kesatuan dengan sambungan las dan *rivet* kemudian dicat. Langkah terakhir adalah pemasangan *folding gate* pada lokasi yang ditunjuk pelanggan. Proses produksi modul rakitan, perakitan, dan pemasangan dikerjakan dengan pengelasan. Pengelasan menjadi operasi yang paling dominan dalam pembuatan *folding gate* karena digunakan pada sebagian besar proses produksi. Diketahui ada sebanyak 228 sambungan las pada produk dengan lebar 300cm dan tinggi 240cm. Pengelasan modul rakitan dan perakitan membutuhkan sambungan las sebanyak 208 sedangkan pemasangan *folding gate* memerlukan sambungan las sebanyak 20.

Survei awal memperlihatkan bahwa pekerjaan pengelasan *folding gate* dilakukan di lantai dengan posisi duduk pada kursi rendah dan jongkok. Peralatan kerja berserakan sehingga menyulitkan pekerja dalam mencari serta menjangkau. Hasil survei menggunakan *Standardized Nordic Questionnaire* (SNQ) menunjukkan fakta bahwa dalam setahun terakhir, pekerja mengeluhkan pernah mengalami nyeri pada bagian bahu, punggung bawah, punggung atas, leher, lengan, dan pergelangan tangan. Pekerja tidak jarang menggerinda untuk memperbaiki sambungan las karena kesalahan pengelasan (*rework*). *Rework* secara umum disebabkan oleh kesalahan sambungan pengelasan dan kesalahan urutan pengerjaan. Penyebab tersebut didukung oleh banyaknya sambungan las pada produk *folding gate* yang dilakukan dalam posisi kerja tidak nyaman. Data periode 28 Februari hingga 26 Maret 2020 menunjukkan bahwa pekerja Amin melakukan 193 kali *rework* dari total 1644 sambungan (11,74%). Pekerja Arifin diketahui melakukan 226 kali *rework* dari total 1484 sambungan (15,23%). Tingginya persentase *rework* ini dapat mengakibatkan bertambahnya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produk.

Proses pengelasan membutuhkan posisi pekerja statis dalam waktu yang relatif lama. Torik (2016) menyebutkan bahwa postur pekerjaan seperti ini jika dilakukan dengan cara yang salah secara perlahan dapat menyebabkan keluhan otot rangka. Keluhan otot rangka dapat disebabkan oleh jenis kegiatan harian pekerja, durasi pekerjaan, dan postur kerja yang buruk. Postur kerja yang buruk mengakibatkan pekerja tidak mengerahkan usaha penuh pada pekerjaan sehingga dapat menurunkan produktivitas (Rahman dkk, 2015). Penurunan produktivitas pekerja merupakan hal yang tidak diharapkan oleh perusahaan karena dapat mempengaruhi produktivitas perusahaan secara umum. Mali dan Vyavahare (2016) menjelaskan bahwa produktivitas pekerjaan banyak bergantung pada desain stasiun kerja yang ergonomis.

Desain stasiun kerja yang ergonomis mempertimbangkan jenis pekerjaan yang dilakukan, penempatan peralatan kerja, *antropometri* tubuh pekerja, dan analisis postur kerja. Berpegang pada prinsip ergonomi, desain stasiun kerja yang baik dapat mengurangi penggunaan anggota tubuh. Penelitian ini akan membahas perancangan stasiun kerja ergonomis untuk menurunkan persentase *rework* pekerja pengelasan di PT Surya Indah.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah tingginya persentase *rework* disertai keluhan otot rangka pekerja pengelasan PT Surya Indah yang diakibatkan oleh desain stasiun kerja yang tidak ergonomis.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang stasiun kerja pengelasan yang ergonomis. Stasiun kerja yang baru diharapkan dapat menurunkan persentase *rework* dan memperbaiki postur kerja pekerja pada stasiun kerja pengelasan.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini dibuat agar pembahasan lebih fokus, mendalam, dan tidak meluas. Beberapa batasan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

- a. Penelitian dilaksanakan pada stasiun kerja pengelasan di PT Surya Indah Cabang Klaten.
- b. Produk yang diteliti adalah *folding gate* dengan lebar 400cm, tinggi 300cm, dan ukuran di bawahnya.
- c. Perhitungan jumlah *rework* mengasumsikan bahwa satu sambungan adalah semua titik pengelasan yang dibutuhkan untuk menggabungkan dua buah komponen. Proses ini dilakukan oleh pekerja pengelasan dikarenakan keterbatasan waktu penelitian.
- d. Penelitian menggunakan pendekatan ergonomi dalam perancangan stasiun kerja pengelasan. Setiap informasi yang ditampilkan dimaksudkan untuk mendukung prinsip, fungsi, perhitungan, dan langkah-langkah perancangan.
- e. Tahap pembuatan maket untuk mendapatkan *feedback* dari pengguna digantikan dengan skema yang melibatkan pengguna dalam proses fabrikasi. *Feedback* pengguna didapatkan pada saat proses fabrikasi berjalan kurang lebih 50%.
- f. *Prototype* stasiun kerja usulan dibuat dalam satu *set* stasiun kerja sehingga pengambilan data dilakukan secara bergantian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Sub bab ini menampilkan beberapa penelitian terdahulu yang membahas permasalahan postur kerja dan akibatnya pada pekerjaan di dunia industri. Selain itu, ditampilkan juga gambaran umum penelitian yang akan dilakukan.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Buruknya postur kerja pengelasan yang dilakukan dalam waktu relatif lama dapat memicu munculnya keluhan *musculoskeletal*. Ariyanti dkk (2019) menemukan keluhan nyeri pada pekerja las pipa besar yang terjadi di leher, punggung, lengan, dan kaki. Hal ini disebabkan oleh postur kerja mengukur, *setting*, dan mengelas yang tidak ergonomis. Pekerja las membungkuk serta jongkok dalam keadaan statis untuk melakukan proses-proses pengelasan. Yusop dkk (2018) meneliti pada fasilitas praktek pendidikan pengelasan di Malaysia. Ditemukan gejala seperti tangan bergetar dan nyeri pada otot tubuh peserta didik. Melalui proses wawancara, diketahui bahwa postur tidak tegap dan posisi lengan yang statis merupakan alasan utama yang diungkapkan peserta didik. Penempatan peralatan las yang memaksa peserta didik untuk menjangkau dan membungkuk juga menjadi faktor pendukung timbulnya keluhan tersebut. Mahendra dkk (2016) menjelaskan hal yang sama terjadi pada industri kecil yang melakukan operasi pengelasan di India. *Assessment* dilakukan dengan menggunakan kuisioner yang memperlihatkan tingkat keluhan yang dirasakan pekerja. Diketahui keluhan terjadi pada hampir semua bagian tubuh pekerja. Keluhan tersebut disebabkan banyaknya pekerjaan berulang dalam pengelasan.

Keluhan digunakan sebagai masukan untuk melakukan analisis postur kerja. Peneliti terdahulu menggunakan beberapa metode untuk menganalisa postur kerja. Cahyadi dkk (2018) melakukan analisis dan evaluasi pada pekerja produksi amplang. Postur kerja berdiri dipilih sebagai postur yang direkomendasikan dalam pembuatan amplang berdasarkan analisis menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Lasota (2014) menindaklanjuti keluhan fisik yang dirasakan oleh operator pengepakan sebuah perusahaan manufaktur. Postur kerja operator dianalisa menggunakan REBA (*Rapid Entire Body Assesment*). Punggung membungkuk dan memutar dianalisis sebagai faktor utama yang

menyebabkan postur kerja dimasukkan dalam kategori resiko tinggi. Modjanggo (2019) memperbaiki postur kerja penjahit dengan menggunakan metode REBA. Analisis yang dihasilkan tentunya perlu ditindaklanjuti salah satunya dengan perbaikan metode kerja.

Perbaikan metode kerja dilakukan dalam rangka mengurangi keluhan *musculoskeletal*. Secara tidak langsung, perbaikan metode kerja berbasis ergonomi mempengaruhi *outcome* pekerja. Rahman dkk (2015) menggunakan metode RULA untuk menganalisa 39 pekerja pabrik keramik. Penilaiannya kemudian dibandingkan dengan produktivitas pekerja setiap stasiun kerja. Diketahui bahwa semakin tinggi skor RULA, produktivitas pekerja semakin rendah. Sukania dkk (2016) melakukan perbaikan metode kerja pada operator *waterbase section* PT Triplast Indonesia. Perbaikan ini diimplementasikan dengan perubahan fasilitas kerja yang dapat menurunkan waktu siklus selama delapan detik. Penurunan waktu siklus ini menandakan adanya hubungan antara perbaikan fasilitas kerja dan produktivitas pekerja.

Perbaikan metode kerja erat kaitannya dengan desain stasiun kerja yang disediakan. Gerakan alami pekerja akan menyesuaikan desain stasiun kerja yang digunakan. Para peneliti mengimplementasikan desain stasiun kerja yang ergonomis sebagai bagian dari perbaikan postur kerja (Wibowo, 2019; Ariyanti dkk, 2019; Yusop dkk, 2018; Astrella, 2017; Modjanggo, 2019). Desain stasiun kerja yang ergonomis mempermudah pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan. Kemudahan yang diberikan tak jarang membuat pekerjaan selesai lebih cepat dan mengurangi terjadinya kesalahan. Neubert dkk (2012) menjelaskan bahwa stasiun kerja yang ergonomis dapat mengurangi *rework* dan waktu pengerjaannya.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian ini akan dilaksanakan di PT Surya Indah *Folding Gate*. Subyek yang diamati adalah pekerja pengelasan yang diketahui melakukan postur kerja tidak ergonomis. Pekerja tak jarang melakukan kesalahan pengelasan sehingga produk membutuhkan *rework*. Tujuan dari penelitian ini adalah menurunkan persentase *rework* melalui perancangan ulang stasiun kerja pengelasan dengan pendekatan ergonomi.

2.2. Dasar Teori

Sub bab dasar teori berisi teori-teori yang dibutuhkan untuk memberikan dasar pada setiap tindakan dalam penelitian. Teori yang berhubungan dengan pengelasan, ergonomi, postur kerja, desain stasiun kerja, dan produktivitas digunakan untuk mendukung penelitian.

2.2.1. Konsep Dasar Ergonomi

Bahasan mengenai ergonomi dapat disajikan dalam suatu konsep berpikir yang rasional. Keberadaannya dalam kehidupan manusia bisa dijelaskan dengan jawaban dari pertanyaan umum 5W dan 1H. Ergonomi diartikan secara harafiah sebagai "*ergon*" yang memiliki arti kerja dan "*nomos*" yang memiliki arti manusia dalam bahasa Yunani. Kata ini kemudian diartikan sebagai aturan atau sistem kerja. Ergonomi juga dikenal dengan berbagai istilah seperti Bioteknologi, *Human Engineering*, atau *Human Factor Engineering*. Berdasarkan penelitian sebelumnya, pekerjaan yang tidak mengimplementasikan sistem kerja menunjukkan adanya ketidaknyamanan, kecelakaan kerja, dan turunnya performansi manusia. Tidak hanya pada pekerjaan, ergonomi dapat diterapkan dalam aktifitas apapun yang melibatkan manusia. Setiap manusia dapat menerapkannya kapan saja bahkan pada saat beristirahat. Konsepnya dapat diterapkan dengan memahami ergonomi secara utuh (Tarwaka dkk, 2004). Dalam dasar teori ini, kajian ergonomi yang dibahas lebih dalam adalah keluhan *musculoskeletal*, produktivitas kerja, dan desain stasiun kerja.

2.2.2. Tubuh Manusia dan Keluhan Musculoskeletal

Ergonomi berurusan dengan fakta bahwa manusia memiliki ukuran, bentuk, kekuatan, ketahanan, dan kapasitas tubuh yang berbeda. Menurut Lehto dan Landry (2013) tubuh manusia terdiri empat komponen utama:

a. Sistem penginderaan

Sistem ini dirangsang melalui energi yang datang dari lingkungan luar. Sebagai contoh, penglihatan yang dirangsang oleh cahaya dan pendengaran yang dirangsang oleh suara.

b. Pusat pengolah informasi

Komponen ini bertanggungjawab pada pengolahan informasi yang didapatkan dari sistem penginderaan. Pengolah informasi terdiri dari sistem saraf pusat dan otak.

c. Sistem efektor

Efektor secara sadar dikontrol oleh pengolah informasi untuk melakukan perubahan terhadap lingkungan dan mendapatkan informasi. Misalnya, tangan menutup mata untuk mengurangi paparan cahaya yang menuju mata.

d. Sistem pendukung

Sistem ini bekerja untuk mendukung sistem lain agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Sistem yang berhubungan dengan keluhan *musculoskeletal* adalah sistem efektor. Walaupun setiap sistem melakukan aksi yang berbeda, terjadi interaksi yang kompleks diantaranya sehingga dapat mendukung aktivitas manusia. Gerakan yang dilakukan manusia dapat terjadi ketika otot mengalami *flexion* (pemendekan) atau *extension* (pemanjangan). Aliran darah yang dipompa dari jantung membawa oksigen untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Ketika otot mengalami kontraksi berlebih, peredaran darah pada area tersebut berkurang. Hal ini menyebabkan asupan oksigen juga berkurang. Ketika oksigen tidak dalam pasokan yang cukup, asam laktat akan terbentuk pada otot manusia. Inilah yang menyebabkan manusia merasakan keluhan pada bagian otot tertentu. Keluhan sering terjadi pada otot rangka (skeletal) seperti otot leher, bahu, lengan, punggung, dan bagian bawah tubuh yang kemudian dikenal dengan keluhan *musculoskeletal*. Keluhan *musculoskeletal* dapat berlangsung sementara (*reversible*) ataupun menetap (*persistent*). Tarwaka dkk (2004) menjelaskan berbagai faktor yang dapat menyebabkan munculnya keluhan *musculoskeletal*.

a. Peregangan otot yang berlebihan (*overexertion*)

Penyebab ini sering terjadi pada pekerja dengan aktivitas yang membutuhkan tenaga besar seperti mengangkat dan menarik.

b. Aktivitas berulang (*repetitive*)

Keluhan ini diakibatkan oleh adanya beban secara terus menerus dengan kesempatan relaksasi yang minim pada otot.

c. Sifat kerja *awkward*

Sifat ini didefinisikan sebagai jauhnya posisi bagian tubuh dari posisi alamiahnya. Sebagai contoh kegiatan mengangkat tangan keatas, membungkuk, dan mendongak.

d. Faktor sekunder

Faktor sekunder terdiri dari tekanan, getaran, dan mikroamplit. Nyeri otot disebabkan adanya tekanan secara terus menerus pada jaringan otot lunak. Getaran dengan frekuensi yang tinggi menyebabkan kontraksi otot yang berlebihan. Perbedaan temperatur kerja dapat mempengaruhi kondisi fisiologis manusia.

e. Penyebab Kombinasi

Kombinasi dari tipe aktivitas di atas meningkatkan resiko terhadap munculnya keluhan *musculoskeletal*.

f. Faktor lain yang mempengaruhi fisiologi manusia seperti usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, kesegaran jasmani, kekuatan fisik, dan antropometri.

2.2.3. Ergonomi dan Produktivitas Kerja

Sub bab sebelumnya sudah menjelaskan bahwa ergonomi memberikan manfaat bagi manusia dilihat dari sudut pandang kesehatan kerja. Di dunia industri, prinsip ergonomi diharapkan tidak hanya memberikan kenyamanan pada pekerja akan tetapi dapat memberikan nilai tambah bagi perusahaan. Perbaikan yang mengacu pada prinsip ergonomi hendaknya memberikan pengaruh ekonomis bagi perusahaan. Konsep dasar yang sering digunakan dalam produktivitas adalah perbandingan antara *output* dan *input*. Beberapa kondisi yang dapat disebut sebagai peningkatan produktivitas adalah:

- a. Peningkatan jumlah output yang diikuti dengan penurunan jumlah input.
- b. Peningkatan jumlah output yang tidak diikuti perubahan jumlah input.
- c. Peningkatan jumlah output tinggi dan peningkatan jumlah input rendah.
- d. Tidak ada peningkatan jumlah output, akan tetapi terjadi penurunan jumlah input yang signifikan.
- e. Penurunan jumlah output yang diikuti penurunan input yang signifikan.

Tarwaka dkk (2004) menjelaskan bahwa secara umum pengukuran produktivitas dilakukan dengan dua cara yaitu pengukuran produktivitas total dan pengukuran produktivitas parsial. Produktivitas total diartikan sebagai perbandingan antara *output* (hasil) total dengan *input* total (waktu, tenaga kerja, modal, bahan baku, energi, dsb). Sedangkan, produktivitas parsial membandingkan *output* (hasil) dengan salah satu atau beberapa parameter *input* saja. Perbaikan yang berbasis ergonomi berpengaruh signifikan pada produktivitas parsial yaitu tenaga kerja. Perubahan produktivitas parsial secara tidak langsung memengaruhi produktivitas

total (*aggregate*). Rumus 2.1 digunakan untuk dapat menghitung produktivitas pekerja.

$$\text{Produktivitas Pekerja} = \frac{\text{Output (hasil)}}{\text{Input tenaga kerja}} \quad (2.1)$$

Output yang diperhitungkan dapat dalam bentuk produk ataupun kegiatan. Sedangkan *input* yang digunakan dapat berupa jumlah pekerja atau jam kerja. Perhitungan produktivitas seperti ini sangat tergantung pada jenis data yang digunakan. Perhitungan menggunakan jam kerja akan lebih cocok untuk sistem lembur yang pada umumnya dihitung berdasarkan jam kerja. Maka dari itu perhitungan produktivitas parsial bisa jadi sangat beragam. Perbaikan berbasis ergonomi sebaiknya diukur dengan menggunakan rasio produktivitas. Rasio produktivitas membandingkan produktivitas setelah perbaikan dan produktivitas sebelum perbaikan. Berdasarkan perhitungan ini, dapat diketahui apakah perbaikan memberikan peningkatan produktivitas atau tidak. Rumus perhitungan ditampilkan pada persamaan 2.2.

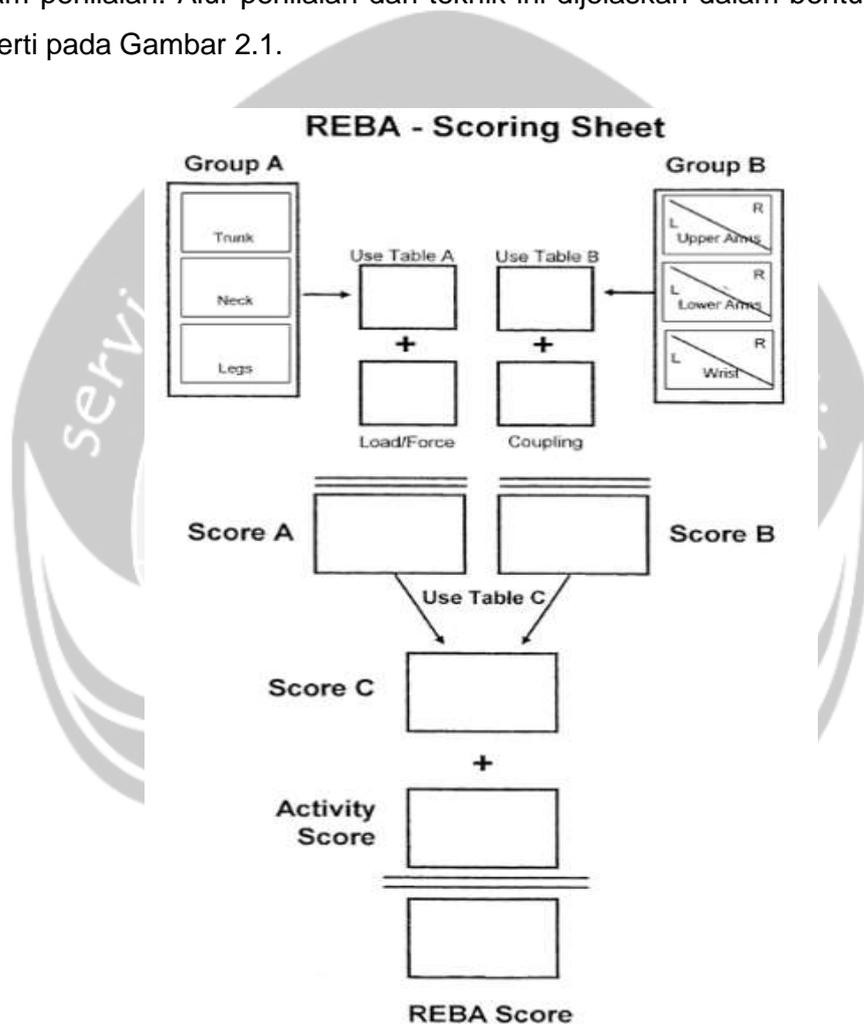
$$\text{Rasio Produktivitas} = \frac{\text{Produktivitas Setelah Perbaikan}}{\text{Produktivitas Sebelum Perbaikan}} \quad (2.2)$$

Produktivitas setelah perbaikan dan produktivitas sebelum perbaikan harus diukur dalam satuan yang sama agar dapat dibandingkan. Peningkatan produktivitas terjadi apabila rasio produktivitas lebih dari satu. Perbaikan tidak memberikan peningkatan produktivitas pada saat rasio sama dengan satu. Perbaikan menurunkan produktivitas pekerja pada saat rasio produktivitas kurang dari satu. Penting untuk mengetahui bahwa produktivitas kerja manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti motivasi, kedisiplinan, etos kerja, keterampilan, pendidikan, peralatan kerja, metode kerja dan lingkungan kerja.

2.2.4. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

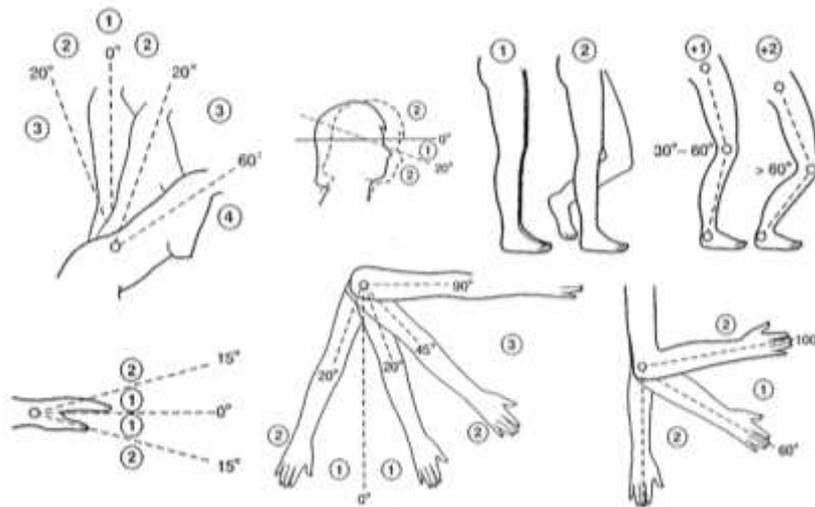
Hignet dan McAtamney (2000) menjelaskan bahwa analisa postur dapat dijadikan teknik yang kuat dalam penilaian aktivitas kerja. Kontradiksi antara kepentingan untuk penilaian postur umum dan sensitivitas yang diperlukan dianggap dapat diakomodasi oleh teknik REBA. Teknik ini dapat digunakan untuk menganalisa resiko cedera *musculoskeletal*. Metode ini juga dapat digunakan untuk menganalisa apakah sebuah stasiun kerja dinilai ergonomis atau tidak. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2000 ini melibatkan 14 orang profesional dari berbagai

bidang pekerjaan seperti fisioterapi, perawat, dan pelaku ergonomi. Analisis dilakukan pada 600 contoh postur kerja dari beberapa industri seperti kesehatan, manufaktur, dan elektronik. Teknik ini memisahkan bagian tubuh yang akan dianalisa menjadi dua kelompok yaitu A dan B. Kelompok A terdiri dari kaki, punggung, dan leher. Kelompok B terdiri dari pergelangan tangan, lengan atas, dan lengan bawah. Prosedur ini juga mempertimbangkan kategori pegangan pekerja pada obyek. Berat obyek yang diberikan perlakuan juga dipertimbangkan dalam penilaian. Alur penilaian dari teknik ini dijelaskan dalam bentuk alur kerja seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Alur Penilaian REBA (Hignett dan McAtamney, 2000)

Secara sederhana tahap yang dilakukan pertama kali adalah penilaian postur pada kelompok A dan kelompok B. Penilaian setiap segmen tubuh mengacu pada kriteria penilaian postur kerja yang ditampilkan dalam ilustrasi pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Ilustrasi Penilaian REBA (Hignett dan McAtamney, 2000)

Pencocokan pada tabel matriks A dilakukan setelah penilaian. Selanjutnya dilakukan penilaian pada berat obyek dan jenis pengangan. Matriks penilaian A yang mewakili penilaian punggung, leher, dan kaki ditampilkan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Matriks Penilaian A REBA (Hignett dan McAtamney, 2000)

Table A	Neck											
	1		2		3							
	Leg											
Trunk	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	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

Penilaian menjadi sangat sensitif terhadap perbedaan sudut pada segmen tubuh. Sebagai contoh punggung dengan kemiringan 20 derajat dari garis vertikal mendapatkan penilaian dua sedangkan untuk sudut 60 derajat mendapatkan penilaian empat. Gambaran lain pada postur mencangkul, kaki dianggap tertekuk sebesar 45 derajat, punggung membungkuk 60 derajat dan leher menunduk 10 derajat. Postur tersebut mendapatkan skor 5 pada matriks B. Hal ini akan berbeda apabila kaki tertekuk sebesar 60 derajat, maka skor yang dihasilkan adalah 6. Matriks penilaian B yang mewakili penilaian lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan ditampilkan oleh Tabel 2.2 di bawah.

Tabel 2.2. Matriks Penilaian B REBA (Hignett dan McAtamney, 2000)

Table B		Lower Arm					
		1			2		
	Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm	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

Perbedaan sudut pada setiap segmen tubuh yang dinilai mengubah hasil penilaian. Pengukuran dengan alat dan cara yang tepat sangat disarankan demi diperolehnya hasil akhir yang valid. Matriks yang ditampilkan pada Tabel 2.3 merupakan matriks yang menghasilkan skor akhir.

Tabel 2.4. Matriks Penilaian C REBA (Hignett dan McAtamney, 2000)

Score A	Table C											
	Score B											
	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	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	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

Hasil akhir dari skor REBA ini diintegrasikan dalam lima tingkat. Skor satu maka pekerjaan dapat dikatakan sebagai aktivitas tidak beresiko menyebabkan cedera. Skor akhir dua atau tiga maka aktivitas dapat dikategorikan berisiko rendah. Skor akhir empat sampai tujuh menunjukkan resiko sedang yang harus dicari penyebabnya untuk segera dilakukan perubahan. Skor REBA delapan sampai 10 merupakan aktivitas dengan kategori risiko tinggi sehingga perlu dilaksanakan perubahan. Skor 11 menunjukkan bahwa aktivitas sangat berpotensi menyebabkan pekerja mengalami cedera *muscoloskeletal*.

2.2.5. Proses Pengelasan

Timings (2008) menjelaskan bahwa secara garis besar proses pengelasan dibagi menjadi dua jenis yaitu peleburan (*fusion welding*) dan penekanan (*pressure welding*). Pengelasan dengan meleburkan logam menjadi hal yang umum digunakan dalam dunia industri. Proses dasar pengelasan peleburan dibagi menjadi dua yaitu *gas welding* dan *metal arc welding* (MAW) atau yang sering disebut "*stick welding*". Teori tentang pengelasan ini akan membahas mengenai *manual metal arc welding* (MMAW) karena sesuai dengan proses yang digunakan pada lokasi penelitian.

Busur listrik dihasilkan pada tegangan (V) rendah dan arus (A) tinggi yang melewati celah udara antara elektroda dan sambungan logam. Panas dari busur ini menyebabkan logam yang berdekatan meleleh sehingga tersambung. Elektroda memiliki logam pengisi yang dapat leleh dan mengisi ruang antar sambungan pengelasan. Celah yang ada antara elektroda dan logam yang akan disambung perlu dijaga pada jarak tiga milimeter. Jarak yang terlalu dekat akan membuat busur listrik kecil sehingga panas yang dihasilkan tidak maksimal. Jarak yang terlalu jauh mengakibatkan besarnya busur listrik yang menghasilkan panas berlebihan sehingga sulit untuk dikendalikan. Proses pengelasan MMAW perlu memperhatikan beberapa hal berikut.

a. Elektroda

Elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan MMAW adalah elektroda yang dilapisi (*coated electrode*). Lapisan ini bertujuan untuk melindungi busur listrik dari gas atmosfer seperti oksigen yang dapat menyebabkan karat. Terak cair (*liquid slag*) yang dihasilkan dari proses pengelasan memiliki tiga fungsi berikut.

- i. Melindungi padatan logam las dari kontaminasi gas atmosfer.
- ii. Mencegah pendinginan logam terlalu cepat.
- iii. Menjaga bentuk kontur pengelasan yang sudah selesai.

Fungsi dari elektroda lebih dari sekedar penghantar listrik. Elektroda juga berfungsi sebagai logam pengisi. Gumpalan logam pengisi ditransfer secara eksplosif bukan oleh gaya gravitasi. Hal ini yang menyebabkan pengelasan di atas kepala dapat dilakukan.

b. Arus (A) pengelasan

Setiap elektroda dirancang untuk digunakan dalam keadaan tertentu. Elektroda dapat digunakan secara optimal pada arus (A) tertentu. Produsen elektroda

sudah memberikan patokan besar arus yang digunakan untuk beberapa keadaan seperti tebal logam yang dilas, besar arus (A) yang digunakan, dan diameter elektroda. Gambar 2.3 menampilkan kondisi-kondisi yang direkomendasikan untuk mencapai performa pengelasan terbaik.

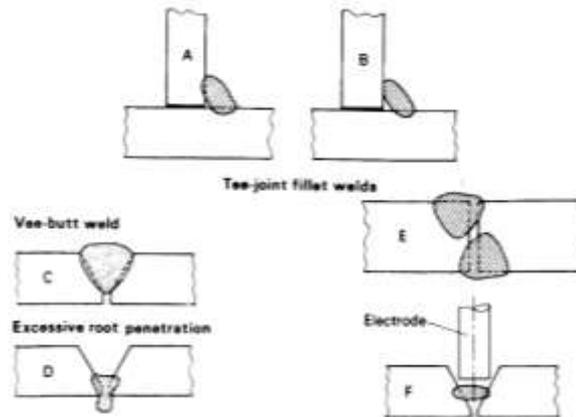
Minimum thickness (mild steel plate)			Welding current value	Diameter of electrode	
Mm	s.w.g.	inch	Amps	mm	inch
1.62	16		40–60	1.6	1/16
2.03	14		60–80	2.4	3/32
2.64	12		100	3.2	1/8
3.18		1/8	125	3.2	1/8
3.25	10		125	3.2	1/8
4.06	8		160	4.8	3/16
4.76		3/16	190	4.8	3/16
4.88	6		190	4.8	3/16
5.89	4		230	6.3	1/4
6.35		1/4	250	6.4	1/4

Gambar 2.3. Rekomendasi Parameter Pengelasan (Timings, 2008)

Gambar 2.3 menampilkan bahwa pengelasan dengan tebal logam 6,35 milimeter direkomendasikan menggunakan arus sebesar 250 Ampere dan diameter elektroda 6,4 milimeter.

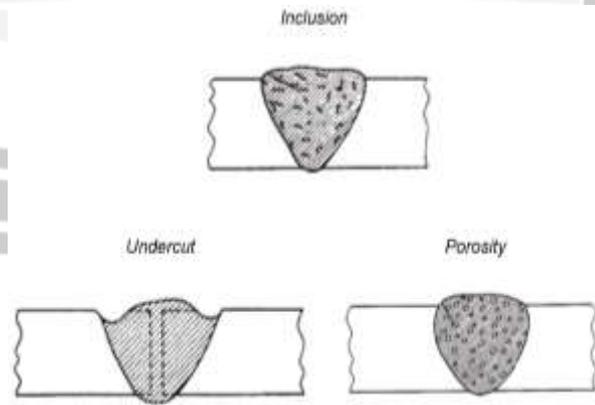
c. Cacat pengelasan

Cacat pengelasan yang akan dibahas adalah kesalahan penetrasi (kurangnya lelehan), *slag inclusion*, *porosity*, dan *undercutting*. Salah satu penyebab paling umum dari kesalahan pengelasan adalah kurangnya penetrasi. Kurangnya penetrasi menyebabkan kurangnya kekuatan sambungan pengelasan dan sambungan berpotensi rusak. Pengelasan harus menembus ke dalam akar las untuk menghasilkan sambungan yang kuat. Gambar 2.4 akan memberikan ilustrasi mengenai kurangnya penetrasi dalam pengelasan pada berbagai jenis kampuh.



Gambar 2.4. Kesalahan Penetrasi Pengelasan (Timings, 2008)

Logam las dan logam induk harus digabungkan bersama untuk membentuk keseluruhan yang homogen. Lelehan yang ada diantara logam induk dan logam las tidak boleh ada bagian yang kurang. *Inclusion* dapat diartikan bahwa adanya terak atau benda asing yang masuk dalam sambungan. Hal ini dapat melemahkan kekuatan sambungan dan berpotensi menyebabkan sambungan yang rusak. Kesalahan dikarenakan oleh keterlambatan dalam membentuk lapisan pengisi. Penggunaan besar arus (A) yang salah juga dapat menyebabkan *inclusion*.



Gambar 2.5. Contoh *Inclusion*, *Porosity*, *Undercut* (Timings, 2008)

Porosity merupakan cacat berupa rongga kecil yang disebabkan oleh gas yang terperangkap dalam logam las. Hal ini dapat terjadi karena gas pelindung tidak berfungsi dengan baik. Kesalahan ini dapat diantisipasi dengan memastikan elektroda tetap kering sehingga dapat berfungsi dengan baik. *Undercutting* dalam bahasa yang lebih mudah adalah peleburan logam yang menyebabkan berkurangnya tepi logam yang di las. Hal ini membuat berkurangnya tebal sambungan dari tebal semestinya. Cacat seperti ini sebisa mungkin dihindari

dalam setiap pekerjaan pengelasan yang teliti. Gambar 2.5 memberikan gambaran mengenai kesalahan *inclusion*, *porosity*, dan *undercut*.

2.2.6. Prinsip Perancangan Ergonomis

Salah satu bentuk intervensi ergonomi dalam aktivitas manusia adalah merancang properti yang sesuai dengan ukuran tubuh. Desain yang memperhitungkan aspek manusia sebagai pekerja diharapkan dapat memberikan keseimbangan antara kemampuan kerja dan kebutuhan pekerjaan. Karwowski dan Salvendy (1998) menyebutkan bahwa dimensi fisik dari stasiun kerja manufaktur merupakan hal penting dari sudut pandang produktivitas dan kesejahteraan fisik serta mental pekerja. Desain yang salah akan menurunkan produktivitas dan meningkatkan potensi bahaya kesehatan pekerja (Freivalds dan Niebel, 2013). Desain stasiun kerja perlu berpusat pada manusia baik secara fungsi ekonomis, teknis, teknologi, estetik ataupun secara ergonomis cocok dengan kebutuhan penggunanya (Tarwaka dkk, 2000). Ada dua hal dasar yang perlu diketahui sebelum merancang stasiun kerja yang ergonomis yaitu penggunaan data antropometri dan sikap umum dalam bekerja. Antropometri menjadi dasar bagi perancangan dalam menentukan ukuran stasiun kerja. Sanders dan McCormick (1993) menyebutkan ada tiga prinsip umum untuk menerapkan data antropometri pada masalah desain yang spesifik.

a. Desain untuk Individu ekstrim

Faktor ukuran bisa menjadi batasan dari suatu masalah desain. Batasan tersebut dapat berupa ukuran maksimum dan minimum tergantung karakteristik yang dimaksud. Merancang untuk nilai populasi maksimum cocok untuk beberapa fitur desain yang harus mengakomodasi ukuran maksimum populasi. Ada beberapa alasan yang mengharuskan hampir seluruh populasi dapat diakomodasi. Contoh umum yang sering digunakan adalah tinggi pintu. Proses desain mengharuskan semua populasi dapat masuk pintu tanpa masalah. Hal ini akan mengakibatkan desain tinggi pintu yang berlebihan jika mempertimbangkan anggota populasi yang menderita gigantisme dengan tinggi 2,5 meter. Pada prakteknya persentil ke-95 pria dan persentil wanita ke-5 dari populasi yang relevan digunakan sebagai parameter desain maksimum dan minimum.

b. Desain untuk dapat disesuaikan (*adjustability*)

Desain ini biasanya diterapkan untuk peralatan yang digunakan oleh populasi yang lebar. Biasanya perancangan akan menggunakan data dari persentil ke-5

wanita dan persentil ke-95 pria. Penggunaan data ini akan mendapatkan 50% populasi wanita dan 50% populasi pria dikarenakan adanya tumpang tindih antara ukuran tubuh wanita dan pria. Merancang dengan model ini akan sangat disukai karena dapat menampung populasi yang lebar. Memberikan *adjustment* pada setiap segmen tubuh merupakan hal yang tidak selalu dapat dilakukan. Desain ini membutuhkan biaya yang lebih tinggi untuk memberikan mekanisme atau fitur *adjustment*.

c. Desain untuk rata-rata

Pada dasarnya tidak pernah ditemukan dimensi tubuh manusia yang rata-rata. Kesamaan ukuran bisa saja terjadi pada satu bagian tubuh akan tetapi akan berbeda pada ukuran tubuh yang lain. Hal ini dikarenakan tidak ada hubungan antara dimensi anggota tubuh setiap individu. Perancangan dengan cara ini seringkali menjadi jalan keluar sehingga tidak harus berurusan dengan kompleksitas data antropometri. Desain untuk rata-rata adalah pendekatan termurah tapi paling tidak disukai. Meskipun begitu ada situasi tertentu di mana akan tidak praktis atau terlalu mahal untuk menyertakan penyesuaian untuk semua fitur.

Setiap pekerjaan memiliki ciri tersendiri dan perlu ditangani dengan berbagai posisi kerja yang berbeda. Setiap posisi kerja memberikan efek yang berbeda terhadap tubuh manusia. Pekerja biasa melakukan pekerjaan dengan tiga sikap umum yaitu duduk, berdiri, dan dinamis (duduk-berdiri). Tarwaka dkk (2000) memberikan penjelasan mengenai kelebihan, kekurangan dan pertimbangan dalam memilih sikap kerja.

a. Sikap duduk

Sikap ini biasa digunakan untuk jenis pekerjaan yang memerlukan kontrol pada kaki dan tangan. Sikap duduk tidak dapat memberikan tenaga yang besar untuk pekerjaan mendorong dan menekan. Sikap duduk memiliki keterbatasan dalam mengangkat obyek keatas jauh dari landasan kerja. Pekerjaan yang dilakukan dalam waktu yang relatif lama sangat cocok dilakukan dengan sikap ini. Obyek yang dikerjakan dengan sikap duduk perlu diletakkan dalam jangkauan. Kelebihan dari sikap duduk adalah rendahnya pembebanan pada kaki, penggunaan energi, dan keperluan sirkulasi udara. Kelemahan posisi ini yaitu akan menyebabkan lemahnya otot perut dan melengkungnya tulang belakang sehingga menyebabkan pekerja cepat lelah.

b. Sikap berdiri

Sikap ini pada dasarnya dibutuhkan pada pekerjaan yang bersifat fisik dengan mobilitas kerja yang tinggi. Obyek kerja yang memiliki berat lebih dari 5 kg cocok dieksekusi dengan sikap berdiri. Pekerjaan yang membutuhkan operasi menjangkau keatas, bawah, dan samping dapat dengan mudah dilakukan. Kelemahan posisi ini adalah pada energi yang dikeluarkan. Berdiri mengeluarkan energi 10% sampai dengan 15% lebih banyak dibandingkan duduk. Kelebihan dari posisi ini adalah adanya mobilitas yang tinggi, kesiagaan yang lebih baik daripada posisi duduk, dan dapat menerima beban yang lebih besar.

c. Sikap dinamis (berdiri-duduk)

Secara biomekanis posisi duduk-berdiri memiliki keuntungan yaitu tekanan yang mengarah pada tulang belakang 30% lebih rendah daripada posisi duduk maupun berdiri. Sikap ini memungkinkan pekerja untuk berganti posisi disaat mereka merasa kurang nyaman. Hal ini juga mengurangi kelelahan otot karena sikap paksa pada satu posisi kerja saja. Tabel 2.4 berikut merupakan pertimbangan pemilihan sikap kerja terhadap jenis pekerjaan yang berbeda.

Tabel 2.4. Pemilihan Sikap Kerja (Tarwaka dkk, 2000)

Jenis Pekerjaan	Pilihan Sikap Kerja	
	Pilihan Pertama	Pilihan Kedua
Mengangkat > 5kg	Berdiri	Duduk-Berdiri
Bekerja dibawah tinggi siku	Berdiri	Duduk-Berdiri
Menjangkau horizontal di luar daerah jangkauan optimum	Berdiri	Duduk-Berdiri
Pekerjaan ringan dengan pergerakan berulang	Duduk	Duduk-Berdiri
Pekerjaan memerlukan ketelitian	Duduk	Duduk-Berdiri
Inspeksi dan monitoring	Duduk	Duduk-Berdiri
Sering berpindah-pindah	Duduk-Berdiri	Berdiri

Karwowski dan Salvendy (1998) memberikan pendekatan untuk merancang stasiun kerja yang ergonomis pada industri manufaktur. Pendekatan ini menekankan pada keleluasaan, sikap kerja, kemampuan menjangkau, *clearance*, segmen tubuh, penglihatan dan kekuatan operator. Berikut pendekatan untuk merancang stasiun kerja yang ergonomis pada industri manufaktur.

a. Mengumpulkan informasi yang relevan

Setiap informasi yang berkaitan dengan penggunaan stasiun kerja merupakan *input* yang penting dalam perancangan. Berikut beberapa informasi yang diperlukan dalam perancangan stasiun kerja.

- i. Cara kerja
- ii. Postur kerja
- iii. Siklus kerja (jika memungkinkan)
- iv. Alat kerja
- v. Perlengkapan kerja
- vi. Ruang yang tersedia
- vii. Kondisi kerja

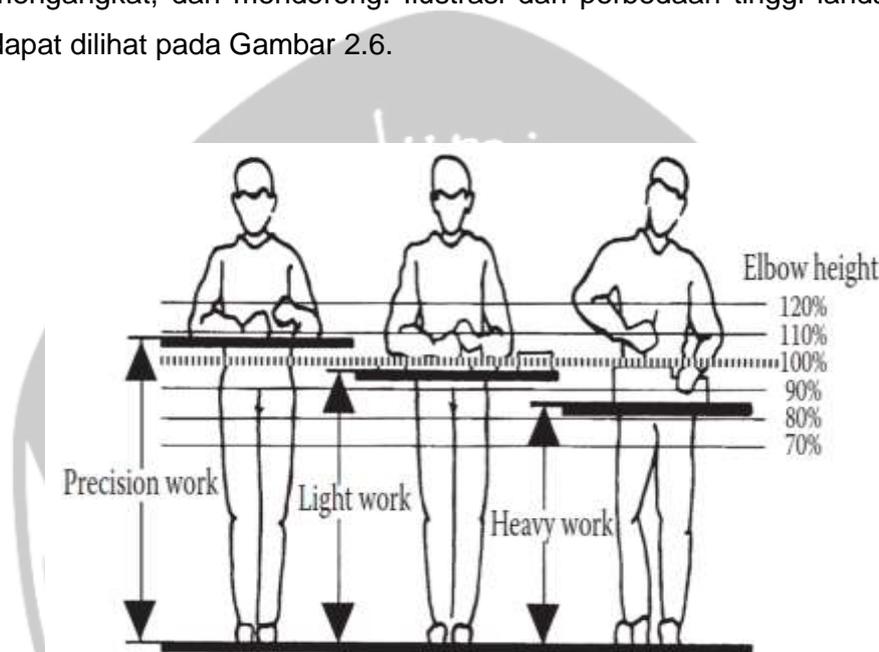
Cara kerja yang digunakan oleh pekerja dapat digunakan sebagai acuan untuk merancang. Hal ini berisi tentang jenis pekerjaan, jenis material mentah, bagaimana obyek diperlakukan, dan hasil apa yang ingin diraih. Informasi ini bisa dikumpulkan dengan beberapa cara yaitu melalui observasi langsung, *videotaping*, dan wawancara dengan pekerja yang berpengalaman. Observasi langsung dilakukan untuk mendapatkan informasi yang secara visual langsung dapat diterima seperti apa alat yang digunakan, spesifikasinya, serta dimensinya. *Videotaping* perlu dilakukan untuk pekerjaan yang memiliki durasi relatif lama atau dengan kecepatan kerja yang tinggi sehingga observasi langsung bisa dikatakan tidak efektif. Wawancara merupakan cara yang efektif untuk mengetahui budaya kerja dan pandangan pribadi seseorang. Pada tahap ini perlu untuk mempelajari efek peralatan yang digunakan terhadap kenyamanan, kesehatan, dan kemudahan penggunaan pada pekerja.

b. Identifikasi pengguna

Tahap ini dilakukan dengan mengukur dan mencocokkan data pengguna dengan rancangan yang akan dibuat. Data yang dimaksud adalah antropometri, ciri khusus, kebutuhan, dan keterbatasan yang dimiliki oleh pengguna. Data antropometri pada populasi yang besar dapat diperhitungkan dengan tiga cara di atas (ekstrim, rata-rata, *adjustability*) sesuai kebutuhan desain. Pada tahap ini juga perlu diketahui dimensi tubuh apa saja yang dibutuhkan dalam perancangan. Misalnya untuk merancang kursi perlu memperhitungkan tinggi *popliteal* duduk, lebar bahu duduk, dan lebar pinggang duduk. Penyesuaian perlu dilakukan jika pengukuran antropometri terhalang dengan baju, sepatu dan *apparel* lainnya. Ciri khusus yang dimiliki oleh pengguna dapat terjadi seperti pengguna dominan menggunakan bagian tubuh sebelah kiri atau kanan. Keterbatasan pengguna bisa jadi seperti pengguna yang buta warna sehingga desain kontrol perlu mempertimbangkan ini.

c. Memperhitungkan ketinggian stasiun kerja

Perhitungan tinggi landasan stasiun mengacu pada data antropometri pengguna yang sudah didapatkan pada tahap kedua. Kroemer (2017) memberikan rekomendasi tentang tinggi landasan kerja yang cocok untuk pekerjaan ringan, presisi, dan berat. Pekerjaan yang ringan yaitu pekerjaan yang membutuhkan sedikit energi. Pekerjaan presisi didefinisikan sebagai pekerjaan yang membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi. Sedangkan pekerjaan berat yaitu pekerjaan yang melakukan pekerjaan menekan, mengangkat, dan mendorong. Ilustrasi dari perbedaan tinggi landasan kerja dapat dilihat pada Gambar 2.6.



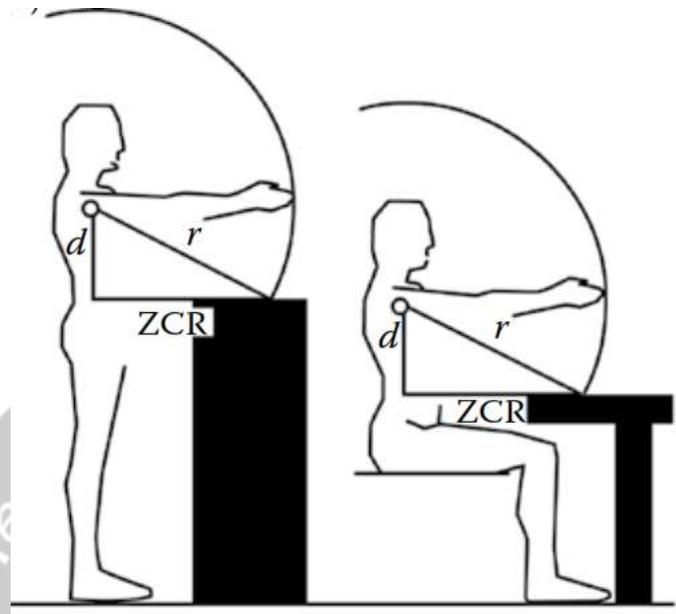
Gambar 2.6. Rekomendasi Tinggi Landasan Kerja (Kroemer, 2017)

Berdasarkan gambar di atas, rekomendasi tinggi landasan dituliskan dalam persen. Angka 100% menunjukkan tinggi siku normal pekerja yang diukur antropometrinya. Sebagai contoh, jika pekerjaan yang dilakukan adalah pekerjaan presisi maka tinggi landasan yang direkomendasikan yaitu tinggi siku dikali 110%.

d. Perhitungan jangkauan

Konfigurasi alat kerja dan desain stasiun kerja yang lama perlu diperhitungkan dan dicocokkan dengan data antropometri pengguna. Hal ini dimaksudkan untuk memperhitungkan jarak jangkauan normal dan jarak jangkauan maksimal dari stasiun kerja terhadap alat dan perlengkapan kerja yang digunakan. Perhitungan digunakan untuk menganalisa perlu atau tidaknya merubah ukuran stasiun kerja. Ukuran stasiun kerja yang dianggap dapat mengakomodasi jangkauan perlu dilakukan penataletakan ulang. Ukuran stasiun kerja yang

tidak dapat mengakomodasi jangkauan perlu dilaksanakan perancangan ulang. Contoh perhitungan jangkauan pada landasan kerja dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



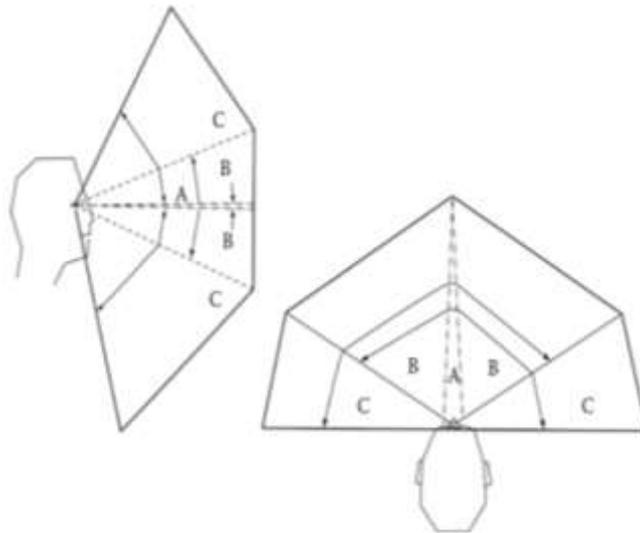
Gambar 2.7. Ilustrasi ZCR (Bridger, 2018)

e. Mengatur *clearance*

Tahap kelima merupakan tahap pemberian keleluasaan ruang pada pekerja. Ruangan yang sempit mengakibatkan pekerja tidak nyaman. Keleluasaan memperhatikan jenis aktivitas manual yang dilakukan pekerja. Aktivitas dengan mobilitas tinggi memerlukan keleluasaan yang lebih dibandingkan dengan aktivitas dengan mobilitas rendah. Keleluasaan juga juga mempertimbangkan efek pakaian yang digunakan. Pada tahap ini ada tiga ukuran dasar yang diperhitungkan yaitu *elbow clearance*, *waist clearance*, dan *lateral clearance*. Tidak ada ukuran yang pasti berapa banyak kelonggaran yang harus diberikan pada setiap dimensi.

f. Mengatur ketinggian visual

Manusia memiliki keterbatasan sudut pandang. Idealnya manusia memandang lurus ke arah horison sejajar dengan permukaan bidang tapak. Pada posisi seperti ini pembebanan otot leher dan jaringan lunak dapat dihindari. Sudut pandang yang optimal adalah naik atau turun sebesar enam sampai sembilan derajat dan ke kanan atau ke kiri sejauh 15 derajat dari horison. Ilustrasi dari sudut pandang yang efektif ditampilkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Sudut Pandang Efektif (Bridger, 2018)

Area A menunjukkan sudut pandang optimum dimana membentuk kerucut dengan sudut 30 derajat. Manusia mendapatkan level penglihatan tinggi pada sudut pandang ini. Area B menunjukkan level penglihatan sedang dan area C menunjukkan level penglihatan rendah. Manusia berpotensi melakukan gerakan otot berlebihan pada level penglihatan rendah yang dapat memicu timbulnya nyeri otot. Mendesain stasiun kerja dengan mempertimbangkan persyaratan visual dapat menghindarkan pekerja dari cedera otot leher.

g. Pertimbangkan aliran material dan informasi

Aliran material dan informasi ini perlu diketahui untuk mempertimbangkan bagaimana material datang dan bagaimana material yang selesai dikerjakan diperlakukan (*incoming* dan *outgoing material*). Proses pengangkatan menuju stasiun kerja dan material apa saja yang diperlukan dalam sebuah operasi dapat memberikan pertimbangan terhadap fitur yang perlu ditambahkan pada suatu desain.

h. Gambarkan *layout* stasiun kerja usulan

Tahap kedelapan ini dilakukan dengan menggambarkan *layout dari* stasiun kerja usulan dengan menempatkan setiap peralatan dan perlengkapan kerja. Setiap peralatan dan perlengkapan digambar dengan skala yang sesuai sehingga dapat diketahui apakah syarat-syarat sebelumnya mengenai tinggi landasan, jangkauan, *clearance*, dan pandangan terpenuhi. Syarat yang belum terpenuhi perlu dievaluasi dengan mempertimbangkan data yang ada untuk dilakukan penyesuaian

- i. Membuat maket rancangan dan mendapatkan *feedback*

Maket ini bertujuan untuk *trial* langsung pada pekerja. Hal ini dilakukan untuk melihat kesesuaian ukuran desain dengan realita. Adanya *trial* juga merupakan media untuk mendapatkan *feedback* dari pengguna. *Feedback* merupakan hal yang penting pada perancangan dengan konsep *human centered*. Pengguna dapat memberikan masukan dan komentar mengenai desain yang diwujudkan dalam bentuk maket. Selain itu *feedback* juga bisa didapatkan dengan memberikan desain dalam bentuk gambar tiga dimensi atau gambar kerja.

- j. Buat *prototype* (implementasi)

Implementasi perlu dilakukan dengan menekankan pentingnya *feedback* dan persetujuan dari pekerja senior serta pihak pengambil keputusan yang ada. Hal ini dimaksudkan agar tujuan desain, kebutuhan pekerja, dan kebutuhan perusahaan terakomodasi dengan baik. Desain akan dinilai berhasil apabila memberikan pengaruh yang baik untuk pekerja dan perusahaan. Perlu diadakan pengamatan mengenai efek dari perubahan desain stasiun kerja terhadap kenyamanan, performansi pekerja, dan produktivitas perusahaan secara keseluruhan.

2.2.7. Standardize Nordic Questionnaire (SNQ)

Keluhan *musculoskeletal* yang tidak ditangani diketahui dapat menyebabkan cedera serius yang mengakibatkan pekerja tidak dapat bekerja secara normal. Keluhan ini perlu ditangkap untuk kemudian ditindaklanjuti. Metode yang digunakan adalah metode langsung dan metode tak langsung. *Standardize Nordic Questionnaire* (SNQ) merupakan salah satu metode tidak langsung untuk menangkap keluhan. SNQ dapat mendeteksi gejala kelainan rangka otot dari berbagai individu menggunakan pertanyaan evaluasi yang standar (Aragon dkk, 2017). Penggunaan metode tidak langsung memiliki beberapa kelebihan dan keterbatasan. Kelebihan yang dimiliki metode SNQ:

- a. Pertanyaan yang terstandarisasi.
- b. Dikenali pada berbagai belahan bumi.
- c. Tidak membutuhkan biaya yang besar.
- d. Memungkinkan dilakukan sendiri.
- e. Relatif lebih cepat dalam mengidentifikasi gejala.
- f. Dapat diaplikasikan pada populasi yang besar.
- g. Dapat digunakan bersamaan dengan metode evaluasi lain seperti RULA, REBA, OWAS dll.

Keterbatasan SNQ juga dapat dijadikan pertimbangan dalam pemilihan metode untuk mendeteksi gejala muskuloskeletal. Berikut merupakan keterbatasan dari metode SNQ:

- a. Responden wajib menjawab pertanyaan agar diketahui gejala yang ada.
- b. Kesulitan dalam menentukan kebenaran suatu respon.
- c. Sulit dilakukan pada bagian negara tertentu yang tidak menggunakan atau pengetahuan bahasa internasionalnya tidak baik.
- d. Pertanyaan terbatas.
- e. Hanya dapat mengidentifikasi gejala.
- f. Analisa pada populasi yang besar sangat kompleks.
- g. Adanya perbedaan respon tergantung pada petugas kuisisioner.

SNQ digunakan pada berbagai jenis industri yang ada di dunia. Aragon dkk (2017) menemukan bahwa SNQ digunakan pada bidang kesehatan, manufaktur, agrikultur, transportasi, perkantoran, belajar-mengajar, hiburan, olahraga, aktivitas komersial, pertambangan, dan konstruksi. Berdasarkan studi literturnya, SNQ sudah digunakan di 42 negara dengan 259 publikasi.

SNQ yang disusun oleh perhimpunan ergonomi indonesia (PEI) dapat diisi mandiri oleh responden atau melalui wawancara. Kuisisioner ini terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian demografi dan bagian isian keluhan *muskuloskeletal*. Pada bagian demografi berisi tentang data pribadi responden dan klasifikasi perusahaan tempat responden bekerja. Bagian ini juga berisi mengenai bagaimana responden bekerja setiap harinya. Pada bagian isian pertama berisi tentang ada tidaknya masalah *muskuloskeletal* selama bekerja. Isian pertama ini digunakan untuk mendapatkan data awal mengenai ada atau tidaknya keluhan pekerja. Pekerja dapat menunjukkan bagian mana dari tubuh mereka yang mengalami kelelahan, nyeri, atau tanda ketidaknormalan lain. Isian pertama ditampilkan pada Gambar 2.9. Pertanyaan mengenai ada tidaknya keluhan diberikan dalam dua rentang waktu yaitu 12 bulan dan tujuh hari. Hal ini memungkinkan adanya keluhan selama 12 bulan terakhir akan tetapi tidak ada keluhan selama tujuh hari terakhir.

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 pernyataan berikut.

Bagian Tubuh	Apakah dalam 12 bulan terakhir Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini?	Seberapa sering masalah tersebut dialami dalam 12 bulan terakhir?	Apakah masalah yang dialami tersebut mengganggu pekerjaan Anda?
LEHER	Tidak pernah <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/>
BAHU	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>
PUNGGUNG ATAS	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
SIKI	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>
PUNGGUNG BAWAH	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
PERSELANDAH TANGAN	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>
BERONGGAPANG	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>
LUTUT	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>
PERSELANDAH KAKI	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya, sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/> Ya, lebih banyak dari sekali dalam 12 bulan <input type="checkbox"/>

Gambar 2.9. Isian Pertama SNQ dari PEI

Isian kedua mengenai tingkat keluhan yang diberi skala nol sampai dengan 10. Pada dasarnya isian pertama sudah cukup mewakili untuk pengamatan awal yang menunjukkan ada atau tidaknya keluhan. Isian kedua dapat digunakan untuk membandingkan perbedaan antara keadaan sebelum dan sesudah adanya intervensi ergonomi. Isian kedua dapat dilihat pada Gambar 2.10. Ada dua pertanyaan mendasar yang diberikan pada isian dua. Pertanyaan pertama digunakan untuk mengukur tingkat keluhan yang dialami pekerja secara subyektif. Pertanyaan kedua merupakan tindak lanjut dari pertanyaan pertama. Responden yang tidak memiliki keluhan tidak perlu mengisi isian kedua dari SNQ ini.

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 pernyataan berikut.

Bagian Tubuh	Jika Anda pernah mengalami masalah (sakit, nyeri, tidak nyaman) pada bagian tubuh ini, seberapa parah masalah tersebut? (lingkari pada angka yang paling parah)	Apakah masalah yang dialami tersebut mengganggu pekerjaan Anda?
LEHER	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
BAHU	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
PUNGGUNG ATAS	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
SIKI	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
PUNGGUNG BAWAH	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
PERSELANDAH TANGAN	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
BERONGGAPANG	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
LUTUT	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>
PERSELANDAH KAKI	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Tidak pernah <input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/>

Gambar 2.10. Isian Kedua SNQ dari PEI

Sebagai sarana untuk mempermudah identifikasi dan menyamakan pendapat, PEI menyediakan sketsa yang menunjukkan bagian tubuh yang dimaksud dalam kuisisioner. Hal ini menjadi penting karena bahasa yang digunakan oleh responden beragam, Gambar sketsa di atas juga dapat mencegah kesalahan pengisian karena perbedaan pengertian antara bahasa baku dan pemahaman responden. Sembilan bagian tubuh disajikan disamping pertanyaan pada bagian isian. Berdasarkan gejala ini, adanya keluhan perlu ditindaklanjuti dengan intervensi prinsip ergonomi pada desain stasiun kerja, peralatan, metode kerja, dan hal lain yang memungkinkan untuk menurunkan atau menghilangkan keluhan *musculoskeletal*.

2.2.8. Material Baja Standar

Baja adalah paduan antara besi (Fe) sebagai elemen logam dan karbon (C) sebagai elemen non logam (Suroto dan Sudiby, 1993). Elemen lain dapat ditambahkan seperti Mangan (Mn), Chrome (Cr), Nickel (Ni), Wolfram (W), dan lain-lain. Paduan besi dengan karbon sering disebut sebagai baja bukan paduan sedangkan paduan besi dengan elemen lain disebut baja paduan. Banyaknya jenis paduan yang dapat dilakukan mengakibatkan material baja memiliki karakteristik yang beragam. Baja memiliki sifat logam yang menyertainya sehingga menjadi salah satu pertimbangan pemilihan material dalam rancangan suatu produk. Sifatnya yang ulet, keras, kuat, dan elastis memberikan beragam pilihan bagi perancang produk untuk dapat disesuaikan terhadap kebutuhan perancangan. Selain itu, kemampuan proses untuk ditempa (*malleability*), ditarik (*ductility*), dilas (*weldability*), dan dikerjakan dengan mesin perkakas (*machineability*) menjadikan baja sebagai salah satu material yang mudah untuk difabrikasi.

Pemilihan material untuk produk biasanya memperhatikan karakteristik *fisikal, teknologi, kimia*, pertimbangan harga, dan kelestarian lingkungan (Suroto dan Sudiby, 1993). Pertimbangan ini diperlukan untuk mendapatkan pilihan paling sesuai dengan tuntutan desain suatu produk. Tiga karakter pertama sudah diwakili oleh standar material yang ditetapkan oleh badan standarisasi. Beberapa negara membuat standar material untuk kepentingan perdagangan dan upaya peningkatan daya saing produk lokal di pasar internasional. Pada umumnya standar tersebut mengacu pada standar dari *International Organization for Standardization* (ISO). Material yang digunakan pada industri manufaktur juga sering menggunakan standar yang diterbitkan oleh Jepang (JIS), Jerman (DIN), *Amerika* (ASTM), serta (AISI).

Di Indonesia, produk lokal mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Produk sesuai standar ini harus memenuhi tuntutan yang disusun Komite Teknis dan ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Syarat mutu yang ditetapkan oleh BSN berupa komposisi kimia, sifat mekanik, sifat tampak, dimensi, berat dan toleransi. Berbagai syarat mutu tersebut diturunkan ke dalam sebuah spesifikasi yang dapat diukur seperti *yield strength* atau kuat luluh (N/mm²) dan *tensile strength* atau kuat tarik (N/mm²). Prosedur pengukuran diberikan melalui aturan lain yang sudah diterbitkan terlebih dahulu. Secara umum, kemampuan teknis beberapa profil baja SNI ditampilkan pada Tabel 2.5 di bawah.

Tabel 2.5. Sifat Mekanis Beberapa Profil Baja SNI (SNI 07-0601-2006, SNI 07-2054-2006, SNI 0068:2013, SNI 07-0052-2006)

Profil	Kelas	Notasi	Kuat Tarik (Min N/mm ²)	Kuat Luluh (Min N/mm ²)	Elongasi (Min %) ***
Pipa Kotak	1P	PKBP-490	490	315	23
		PKPP-490	490	325	
	2P	PKBP-500	500	355	15
		PKPP-500	500	355	
	3P	PKBP-540	540	390	20
		PKPP-540	540	390	
Bj P Kanal U	BjP 34	SS34	330-430	195-205	21
	BjP 41	SS41	400-510	235-245	17
	BjP 50	SS50	490-610	275-285	15
	BjP 55	SS55	540	205-390	13
Baja Lembaran (Pelat) Bj P	Bj PS	-	245	400-510	17
	Bj PC	-	-	270	29
	Bj PD	-	-	270	32
	Bj PE	-	-	270	33
Bj P Siku Sama Kaki	BjP 34	SS34	330-430	195-205	21
	BjP 41	SS41	400-510	235-245	17
	BjP 50	SS50	490-610	275-285	15
	BjP 55	SS55	540	390-400	13

*** Tergantung dimensi profil

Produk profil baja SNI yang dijual disertai dengan tanda baik menyatu dalam profil atau tidak. Tanda SNI yang menyatu pada profil didapatkan dari proses tambahan pada produksi seperti baja ulir. Pada kondisi dimana tidak memungkinkan memberikan proses tambahan pada produksi, tanda SNI juga diberikan dalam bentuk perbedaan warna ujung produk. Pengecekan sederhana lain yang dapat dilakukan untuk memastikan produk sesuai standar adalah pengukuran dimensi pada setiap profil.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Stasiun kerja usulan merupakan meja kerja serta *tool cart* dari material baja yang dirancang sesuai prinsip ergonomi. Material *folding gate* diletakan pada ketinggian 88,55cm dari permukaan lantai sehingga pekerja tidak bekerja dengan postur jongkok selama bekerja. Rancangan stasiun kerja usulan telah diproduksi serta diterapkan pada kedua pekerja pengelasan. Berdasarkan analisis data *rework* dan postur kerja, hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Desain stasiun kerja yang ergonomis terbukti dapat menurunkan persentase *rework* pekerja pengelasan PT Surya Indah Cabang Klaten. Amin mencatatkan penurunan *rework* dari 11,74% menjadi 6,95% sedangkan Arifin turun dari 15,23% menjadi 7,91%.
- b. Intervensi ergonomi pada desain stasiun kerja usulan dapat menurunkan level resiko cedera pekerja berdasarkan analisis REBA. Level resiko cedera pekerja pengelasan turun dari level tinggi (*high risk*) dan sangat tinggi (*very high risk*) menjadi level resiko menengah (*medium risk*).

6.2. Saran

Penelitian ini meninggalkan ruang untuk perbaikan bagi perusahaan maupun penelitian lebih lanjut. Hal tersebut disampaikan dalam bentuk saran sebagai berikut:

- a. Penerapan stasiun kerja usulan terbukti dapat menurunkan persentase *rework* dan level resiko cedera pekerja pengelasan. Fasilitas ini dapat digunakan PT Surya Indah untuk menggantikan stasiun kerja yang lama.
- b. Berdasarkan analisis postur kerja setelah perbaikan, gerakan pada punggung, lengan atas, lengan bawah, dan kaki dapat diminimalkan. Meskipun begitu, masih ditemukan gerakan berlebih pada leher dan pergelangan tangan. Kedua segmen tubuh ini dapat dikaji lebih lanjut untuk menurunkan level resiko cedera pada pekerja pengelasan *folding gate* dari menengah (*medium risk*) menjadi rendah (*low risk*) atau dapat diabaikan (*negligible*).

DAFTAR PUSTAKA

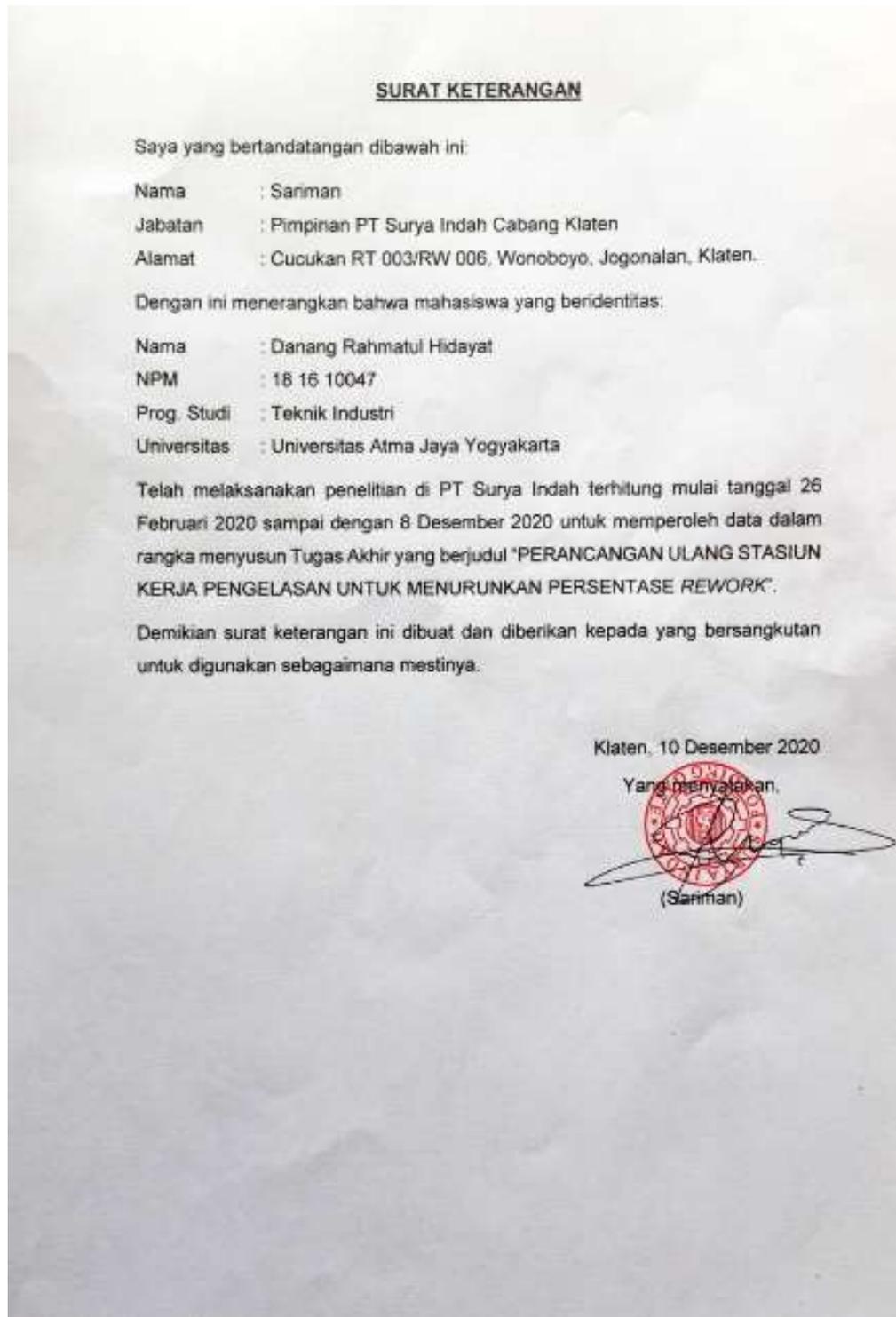
- Aragon, L.L., Liria, R.L., Ferre, A.J.C., dan Galan, M.G. (2017). Application of Standardized Nordic Questionnaire: A Review. *Sustainability*, 9(1), 3-42.
- Ariyanti, S., Widodo, L., Zulkarnain, M., & Timotius, K. (2019). Design WorkStation of Pipe Welding with Ergonomic Approach. *SINERGI*, 23 (2), 107-113.
- Astrella, J. (2017). Perancangan Stasiun Kerja dengan Mempertimbangkan Aspek Antropometri untuk Revitalisasi Usaha UPT Ragam Metal Yogyakarta. (Skripsi). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik, (2019), Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Mikro dan Kecil Provinsi Jawa Tengah Triwulan II Tahun 2019. Diakses tanggal 24 Februari 2020 dari <https://jateng.bps.go.id/pressrelease/2019/08/01/1129/pertumbuhan-produksi-industri-manufaktur-mikro-dan-kecil-triwulan-2-tahun-2019-naik-1-46-persen.html>
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), Baja lembaran, pelat dan gulungan canai panas (Bj P), Diakses tanggal 16 Agustus 2020, <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/7068>
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), Pipa baja untuk konstruksi umum, Diakses tanggal 16 Agustus 2020, <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/9550>
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), Baja profil kanal U proses canai panas (Bj P Kanal U), Diakses tanggal 16 Agustus 2020, <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/7065>
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), Baja profil siku sama kaki proses canai panas (Bj P siku sama kaki), Diakses tanggal 16 Agustus 2020, <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/7071>
- Bridger, R.S. (2018). *Introduction to Human Factors and Ergonomics*. Denver: CRC Press Taylor and Francis Group.
- Britto, M.F., Ramos, A.L., Carneiro, P., dan Goncalves, M. A. (2017). Ergonomic Design Intervention In a Coating Production Area. 1-5.

- Cahyadi, D., Muis, A. & Fibriane, E. S. (2018). Evaluation of Work-Related Musculoskeletal Disorders in The Food Product Industry of Amplang Using NBM Questionnaire and RULA Method. *International Conference on Applied Science and Technology*, 18 (1), 408-411.
- Freivalds, A., dan Niebel, B.W., (2013), *Niebels's Methods Standards and Work Design*, Ed. 13, New York, McGraw-Hill Higher Education.
- Hignett, S. & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 21(1), 201-205.
- Karwowski, W., & Salvendy, G. (1998). *Ergonomic in Manufacturing*. Michigan: Society of Manufacturing Engineers (SME).
- Kroemer, K.H.E. (2017). *Fitting the Human Introduction to Ergonomic or Human Factors Engineering*. Denver: CRC Press Taylor and Francis Group.
- Lasota, A. M. (2014). A Reba-Based Analysis of Packers Workload: A Case Study. *Scientific Journal of Logistics*, 10(1), 87-95.
- Lehto, M. & Landry, S.J. (2013). *Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers*. Denver: CRC Press Taylor and Francis Group.
- Mahendra, K.C., Virupaksha, G.H., & Thimmana, G.A. (2016). Ergonomics Analysis of Welding Posture. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, 4(6), 9-22.
- Mali, S.C., & Vyavahare, R. T. (2015). An Ergonomic Evaluation of An Industrial Workstation: A review. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 5(3), 1820 – 1826.
- Modjango, M. (2019). *Perbaikan Postur Kerja Penjahit di Konveksi Chester untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal*. (Skripsi). Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Neubert, N., Bruder, R., & Toledo, B. (2012). *The Charge of Ergonomics – A Model According to The Influence of Ergonomic Workplace Design for Economical and Efficient Indicators of The Automotive Industry*. IOS Press, 41, 4389-4395.

- Official Denko Group Website, (2020), Triple-S Castor, Diakses tanggal 22 Agustus 2020, <https://www.denko.co.id/products/castor-wheel-division/triple-s/>
- Petrova, R, V, (2015), Introduction to Static Analysis Using Solidworks Simulation, Boca Raton, CRC Press.
- Rahman, C. M. L., Uddin, S. M., Karim, M. A., & Ahmed, M. (2015). Evaluation of Work Postures – The Associated Risk Analysis and The Impact on Labor Productivity. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 10(6), 2542-2550.
- Sanders, M. S., dan McCormick, E. J., (1993), Human factors in engineering and design, 7th ed, California, McGraw-Hill Book Company.
- Solidwork Simulation, (2019), Factor of Safety Check, Diakses tanggal 20 Agustus 2020, https://help.solidworks.com/2019/english/SolidWorks/cworks/c_Factor_of_Safety_Check.htm
- Sukania, I.W., Ariyanti, S., & Adhitarian. (2016). Perancangan Rotary Table Sebagai Fasilitas pada Stasiun Kerja Waterbase PT Triplast Indonesia. SINERGI, 20(1), 55-64.
- Suroto, A., dan Sudibyoy, B., 1993, Ilmu Logam Metallurgy, Surakarta, ATMI Press Politeknik ATMI Surakarta.
- Tarwaka, Bakri, S.H.A., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: UNIBA Press.
- Timmings, R. (2008). Fabrication and Welding Engineering. Oxford: Newness Publication.
- Torik, T. (2016). Postural Analysis of Motor Vehicles for Evaluation of Dimensions Parts are Sitting. SINERGI, 20(1), 223 – 228.
- Wibowo, A.W. (2019). Perancangan Meja Operator Sanding di PT. Mulyo Furniture Manufacturers Salatiga. (Skripsi). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Yusop, M. S., Mat, S., Ramli, F. R., Dullah, A.R., Khalil, S. N., & Case, K., 2018, Design of Welding Armrest Based on Ergonomics Analysis: Case Study at Educational Institution in Johor Bahru Malaysia. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 13(1), 309-313.

LAMPIRAN

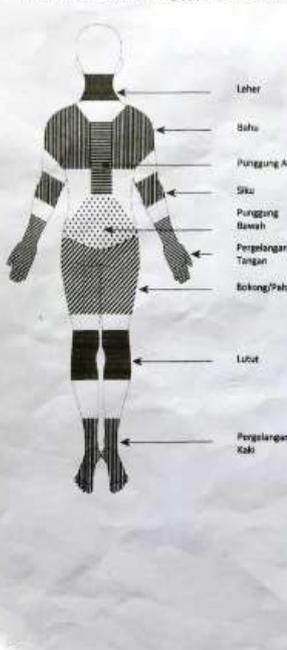
Lampiran 1: Surat Pernyataan Melaksanakan Penelitian



Lampiran 3: Standardize Nordic Questionnaire

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 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 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	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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
LUTUT	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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
PERGELANGAN KAKI	<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 checked="" 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

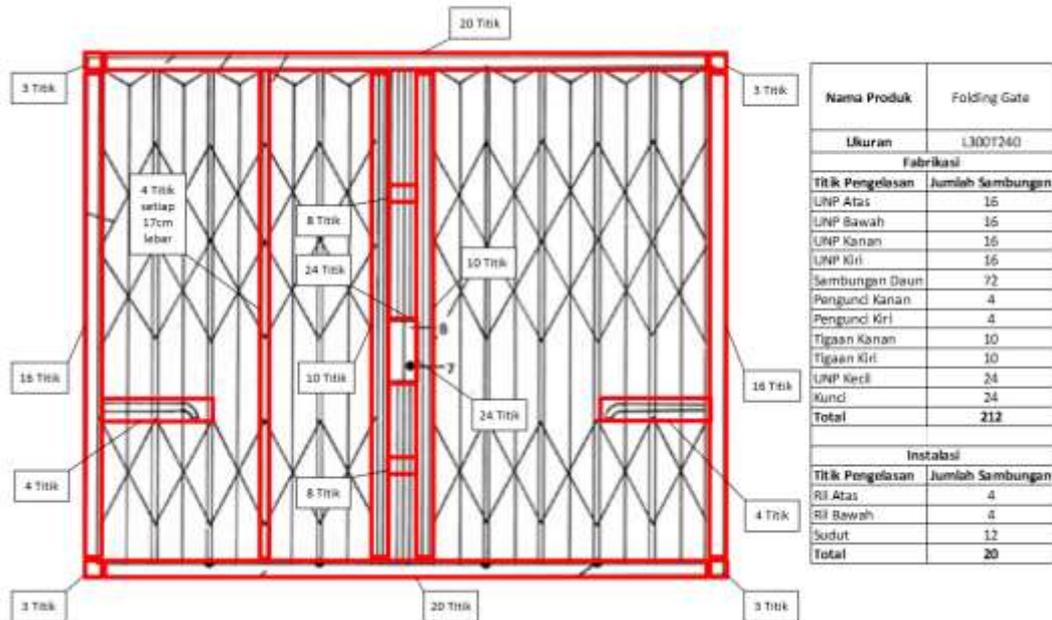
Bagian B. Isian
 Mohon berikan informasi tentang masalah apapun (seperti sakit, nyeri, atau tidak nyaman) yang Anda rasakan pada bagian tubuh seperti ditunjukkan pada area yang diarsir pada diagram berikut.

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 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 checked="" 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Tidak pernah <input 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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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 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	<input type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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
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 type="checkbox"/> Tidak pernah <input checked="" 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
PERGELANGAN KAKI	<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 checked="" 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

Lampiran 4: Jumlah Sambungan Las Produk Folding Gate



Lampiran 5: Lembar Perhitungan Rework Sebelum Perbaikan

LEMBAR PENGAMATAN JUMLAH REWORK

No	Tanggal	Order masuk (Unit)	Order Selesai (Unit)	Tally Rework	Jumlah Rework (Titik)	Total Titik Las (Titik)
1	28/02/20	L 280 x T 256 (2)				-
2	29/02/20					-
3	02/03/20	L 290 x T 277 (1)	L 280 x T 286 (2)			408
4	05/03/20	L 282 x T 225 (1)				-
5	04/03/20	L 235 x T 240 (1)				-
6	05/03/20					-
7	06/03/20	L 258 x T 215 (1)	L 235 x L 265 (2)			408
8	07/03/20					-
9	09/03/20	L 285 x T 260 (1)				-
10	10/03/20	L 265 x T 260 (1)	L 235 x T 215 (1)			204
11	11/03/20	L 275 x T 290 (2)				-
12	12/03/20		L 265 x T 260 (1)			204
13	13/03/20		L 285 x L 235 (2)			408
14	14/03/20					-
15	16/03/20	L 355 x T 225 (3)	L 235 x T 240 (1)			204
16	17/03/20					-
17	18/03/20	L 340 x T 240 (1)				-
18	19/03/20					-
19	20/03/20		L 355 x T 225 (5)			660
20	21/03/20	L 282 x T 225 (5)				-
21	23/03/20					-
22	24/03/20		L 282 x T 225 (1)			204
23	25/03/20	L 235 x T 220 (1)				-
24	26/03/20		L 282 x T 225 (2)			408

Lampiran 6: Lembar Pengukuran Sudut Kerja Sebelum Perbaikan

LEMBAR PENGAMATAN SIKAP KERJA								
Hari, Tanggal : Kamis, 6 Agustus 2020								
Personil : Darang, Amin, Arifin								
Keterangan : Sebelum perbaikan								
No.	Posisi	Segmen Tubuh	Besar Sudut (°)				Foto Sisi Kanan	Foto Sisi Kiri
			Amin		Arifin			
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan		
1	Mengukur	Leher	41	41	24	24	8 dps	8
		Punggung	34	34	25	25		
		Kaki	114	114	133	131		
		Lengan Atas	61	25	20	41		
		Lengan Bawah	26	87	20	31		
		Pergelangan Tangan	9	4	27	7		
2	Mengatur	Leher	31	31	22	22	8 dps	8
		Punggung	28	28	19	19		
		Kaki	111	111	124	129		
		Lengan Atas	41	22	49	10		
		Lengan Bawah	37	65	11	41		
		Pergelangan Tangan	9	11	8	4		
3	Mengelas	Leher	38	38	27	27	8 dps	8
		Punggung	38	38	20	20		
		Kaki	97	111	121	133		
		Lengan Atas	71	21	57	5		
		Lengan Bawah	20	97	26	73		
		Pergelangan Tangan	13	27	27	15		
4	Melubangi	Leher	25	25	30	30	8 dps	8
		Punggung	84	84	90	90		
		Kaki	54	10	90	0		
		Lengan Atas	60	47	72	64		
		Lengan Bawah	20	63	30	31		
		Pergelangan Tangan	4	26	12	6		
5	Menggerinda	Leher	32	32	29	29	8 dps	8
		Punggung	37	37	25	25		
		Kaki	106	115	120	137		
		Lengan Atas	49	11	44	29		
		Lengan Bawah	26	95	11	31		
		Pergelangan Tangan	28	43	60	4		

Lampiran 7: Lembar Pengukuran Sudut Kerja Setelah Perbaikan

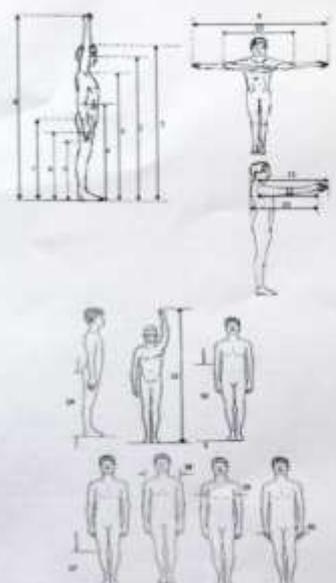
LEMBAR PENGAMATAN SIKAP KERJA								
Hari, Tanggal		: Selasa, 10 November 2020						
Personil		: Darang, Amin, Anjun.						
Keterangan		: Setelah perbaikan.						
No.	Posisi	Segmen Tubuh	Besar Sudut (°)				Foto Sisi Kanan	Foto Sisi Kiri
			Amin		Arifin			
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan		
1	Mengukur	Leher	48	58	14	14	S dpm S	S
		Punggung	0	0	0	0		
		Kaki	14	0	0	0		
		Lengan Atas	0	5	14	14		
		Lengan Bawah	73	79	42	68		
		Pergelangan Tangan	38	16	31	0		
2	Mengatur	Leher	54	54	18	18	S dpm S	S
		Punggung	0	0	12	12		
		Kaki	0	0	50	0		
		Lengan Atas	16	16	42	0		
		Lengan Bawah	47	80	0	64		
		Pergelangan Tangan	64	5	60	5		
3	Mengelas	Leher	30	30	36	36	S dpm S	S
		Punggung	0	0	0	0		
		Kaki	0	30	51	0		
		Lengan Atas	30	12	20	23		
		Lengan Bawah	46	79	37	67		
		Pergelangan Tangan	14	0	23	16		
4	Melubangi	Leher	57	57	54	54	S dpm S	S
		Punggung	17	17	18	18		
		Kaki	0	14	27	0		
		Lengan Atas	15	43	31	62		
		Lengan Bawah	72	68	90	65		
		Pergelangan Tangan	10	14	16	14		
5	Menggerinda	Leher	59	59	17	17	S dpm S	S
		Punggung	13	15	30	30		
		Kaki	0	13	40	0		
		Lengan Atas	24	9	42	10		
		Lengan Bawah	57	85	0	84		
		Pergelangan Tangan	12	15	60	23		

Lampiran 8: Lembar Pengukuran Antropometri

LEMBAR PENGUKURAN ANTROPOMETRI

Identitas Responden:		Jenis Kelamin: <u>laki-laki</u>	
Nama:	<u>A. J. H.</u>	Alamat:	<u>Tempel</u>
Jenis Kelamin:	<u>(Laki - Laki)</u>	Tanggal Pengukuran:	<u>06/08/20</u>

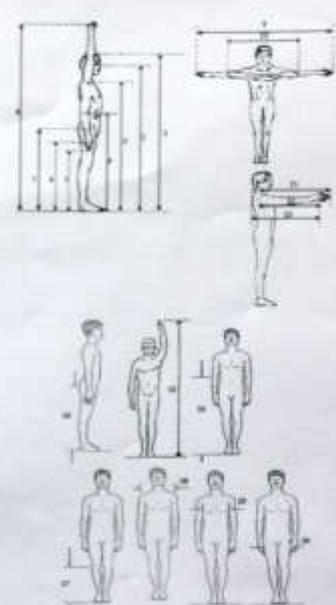
NO	NAMA	UNIT	DIAMETER	DIAMETER
1	Tinggi Tubuh	mm	1714	
2	Tinggi tanpa sepatu	mm	1670	158
3	Tinggi bahu	mm	1400	130
4	Tinggi siku	mm	1100	
5	Tinggi aksila jari	mm	870	78
6	Tinggi lutut	mm	670	58
7	Tinggi pinggul	mm	570	48
8	Tinggi pergelangan tangan	mm	300	28
9	Persegi bahu ke pergelangan tangan	mm	1700	
10	Persegi bahu ke siku	mm	300	28
11	Persegi pergelangan tangan ke siku	mm	200	18
12	Persegi pergelangan tangan ke leher	mm	1000	90
13	Tinggi pergelangan tangan	mm	50	4
14	Tinggi pergelangan tangan	mm	100	9
15	Tinggi pergelangan tangan	mm	100	9
16	Tinggi bahu ke leher	mm	30	3
17	Leher ke bahu	mm	400	30
18	Leher ke siku	mm	50	5
19	Leher ke pergelangan tangan	mm	300	27
20	Persegi siku ke siku	mm	300	27
21	Persegi siku ke pergelangan tangan	mm	30	3



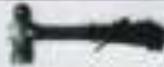
LEMBAR PENGUKURAN ANTROPOMETRI

Identitas Responden:		Jenis Kelamin: <u>laki-laki</u>	
Nama:	<u>A. J. H.</u>	Alamat:	<u>Tempel</u>
Jenis Kelamin:	<u>(Laki - Laki)</u>	Tanggal Pengukuran:	<u>06/08/20</u>

NO	NAMA	UNIT	DIAMETER	DIAMETER
1	Tinggi Tubuh	mm	1714	
2	Tinggi tanpa sepatu	mm	1670	158
3	Tinggi bahu	mm	1400	130
4	Tinggi siku	mm	1100	
5	Tinggi aksila jari	mm	870	78
6	Tinggi lutut	mm	670	58
7	Tinggi pinggul	mm	570	48
8	Tinggi pergelangan tangan	mm	300	28
9	Persegi bahu ke pergelangan tangan	mm	1700	
10	Persegi bahu ke siku	mm	300	28
11	Persegi pergelangan tangan ke siku	mm	200	18
12	Persegi pergelangan tangan ke leher	mm	1000	90
13	Tinggi pergelangan tangan	mm	50	4
14	Tinggi pergelangan tangan	mm	100	9
15	Tinggi pergelangan tangan	mm	100	9
16	Tinggi bahu ke leher	mm	30	3
17	Leher ke bahu	mm	400	30
18	Leher ke siku	mm	50	5
19	Leher ke pergelangan tangan	mm	300	27
20	Persegi siku ke siku	mm	300	27
21	Persegi siku ke pergelangan tangan	mm	30	3



Lampiran 9: Lembar Pengamatan Peralatan Kerja

No	Alat/ Perlengkapan	Foto	Dimensi P x L x T / Ø (mm)	Berat (kg)
1.	Mesin Las		380/ 240/ 160	10,2
2.	Mesin Bor Tangan		320/ 250/ 100	1,3
3.	Tang Jepit		200/ 150/ 15	0,1
4.	Mesin Gerinda Tangan		300/110 /100	1,8
5.	Kacamata Las		110 /50 /30	0,11
6.	Meteran		80/30 / 20	0,2
7.	Palu		300 /150 /50	0,3
8.	Penyiku		500 /100 / 30	0,1
9.	Pengungkit		580 / 50 /50	0,16
10.	Elektroda		300 /50 /80	5
11.	White marker		Ø12 / 150	0,08
12.	Atas Kerja		1000 / 20 / 80	-
13.	Kursi Pendek		300 / 200 / 120	2,5
14.	Sikat Besi		200 / 40 / 50	0,3

Lampiran 10: Lembar Pengamatan Komponen Folding Gate

LEMBAR PENGAMATAN KOMPONEN FOLDING GATE						
No	Komponen	Jenis Material	Dimensi P x L x T / Ø (mm)	Berat/unit (Kg)	Beli / Produksi	Keterangan
1.	Silat/Daun 	Plat Besi	295 * 415 0,8/1 *	4,24	Beli	± Variasi t = 0,8 L = 1,0
2.	Silangan 	Plat Besi	580/280 15 4,5/6 *	0,4 0,6 0,8	Produksi	± Variasi L = 4 t = 5 L = 6
3.	Profil U 	Box Profil	300 * 60 35	7,5	Beli	Batangan 6 m
4.	UNP 	Plat Besi	295 * 15 1/1,5/2,5 *	1,535	Produksi	
5.	Garpu Kunci 	Besi profil standar	Ø14 x 300	0,6	Produksi	
6.	Stopper 	Plat Besi	24 18 5	0,01	Beli	
7.	Ring Topi 	Plat PP	Ø16 x 10	0,0002	Beli	
8.	Ring Tipis 	Plat PP	Ø16 x 5	0,0001	Beli	
9.	Box Kunci 	Besi	93 66 18	0,2	Beli	

LEMBAR PENGAMATAN KOMPONEN FOLDING GATE						
No	Komponen	Jenis Material	Dimensi P x L x T / Ø (mm)	Berat/unit (Kg)	Beli / Produksi	Keterangan
10.	Gantungan Gembok 	Plat Besi	55 91 4,5	0,4	Beli	
11.	Rel Atas 	Plat Besi	400 *	4	Beli	
12.	Rel Bawah 	Profil Besi	400 *	9,6	Produksi	
13.	Handle 	Plat Besi Plat Besi	330 80 60	0,520	Produksi	
14.	Rivet 	Besi	Ø6-46 Ø6-41 Ø6-24 Ø6-14	0,01 0,005 0,01 0,005 0,007	Beli	
15.	Tutup Bearing 	Besi	Ø5 x 7	0,01	Beli	
16.	Bearing 	Besi	Ø40 x 12 6 204 72	0,1	Beli	
17.	Silinder Kunci 	Pad standar	60 35 10	0,2	Beli	
18.	Plat Kunci 	Kuningan	P(300) * 40	6,03	Beli	
19.	Penguat UNP 	Plat	30 13 2,2	0,07	Produksi	
20.	Joint daun 	Plat	300 * 15 8	0,7	Beli	
21.	Cat kemasan kaleng	-	-	5	Beli	

Lampiran 11: Lembar Kuisisioner Kebutuhan Kerja

KUISIONER PENELITIAN	
<p>Responden Yth, Perkenalkan nama saya Danang Rahmatul Hidayat, mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang sedang mengadakan penelitian berjudul "Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pengelasan untuk Menurunkan Persentase Rework". Kuisisioner ini disusun untuk mendapatkan data yang mendukung jalannya penelitian. Informasi dari kuisisioner ini bersifat rahasia dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Informasi yang anda berikan penting demi tercapainya tujuan penelitian. Terimakasih atas partisipasi anda.</p>	
Identitas Responden	
Nama : Amin	Jabatan : Welder
Usia : 28	Tanggal Pengisian : 01/07/20
Jenis Kelamin : Laki - Laki	
Petunjuk pengisian:	
<p>1. Jawablah pertanyaan 1, 5, dan 9 dengan memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang disediakan kemudian ikuti petunjuk pada masing-masing pilihan jawaban. 2. Jawablah pertanyaan isian pada nomor 2,3,4,6,7,8,10, dan 11 secepat mungkin.</p>	
Pertanyaan:	
<p>1. Apakah anda mempunyai kebiasaan tertentu dalam bekerja (mengukur, setting, atau mengelas) untuk memudahkan pekerjaan anda? <input checked="" type="checkbox"/> Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 2, 3, dan 4) <input type="checkbox"/> Tidak (tidak perlu menjawab pertanyaan 2, 3, dan 4)</p>	
<p>2. Kebiasaan seperti apa yang anda lakukan? Penggunaan <u>pasometer pengelasan</u>, Teknik <u>menyela</u> untuk <u>menyambung komponen</u>.</p>	
<p>3. Apakah tujuan anda melakukan kebiasaan tersebut? Untuk <u>mendapatkan cara yang lebih efektif dan efisien</u>.</p>	
<p>4. Apakah manfaat kebiasaan tersebut bagi pekerjaan anda? Kalau <u>tidak</u> melakukan kebiasaan tersebut <u>faku</u> hasil <u>tidak maksimal</u>.</p>	
<p>5. Apakah anda menggunakan alat atau perlengkapan khusus dalam bekerja? <input checked="" type="checkbox"/> Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5,6, dan 7) <input type="checkbox"/> Tidak (tidak perlu menjawab pertanyaan 5, 6, dan 7)</p>	

6. Alat atau perlengkapan apa yang anda gunakan?
Mal - gembakan (stopper) Ambarhungan Gembak
Pengungkit, stopper Box Konec (A.kat. Box Dipndit)

7. Bagaimana cara menggunakan alat tersebut?
Menempokan komponen pada plat mal, menggerak
pada titik yang sudah ditambatkan untuk berbagai

8. Apa manfaat alat tersebut untuk pekerjaan anda?
Mempermudah, Menahkakan kesalahan ukuran,
mempercepat ~~dan~~ pengerjaan

9. Apakah anda memiliki kebutuhan khusus dalam bekerja? (jika hal tersebut tidak terpenuhi akan mempengaruhi kinerja anda).
 Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 10 dan 11)
 Tidak (tidak perlu menjawab pertanyaan 10 dan 11)

10. Kebutuhan seperti apa yang anda maksud?
- Pengalasan Material tipis 2, kesulitan
- penyediaan material balutan 2

11. Apakah akibatnya jika kebutuhan tersebut tidak terpenuhi?
- Pekerjaan Kurang m.p.s.

Lampiran 11: Lanjutan

KUISIONER PENELITIAN

Responden Yth,
Perkenalkan nama saya Danang Rahmatul Hidayat, mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang sedang mengadakan penelitian berjudul "Perancangan Ulang Stasiun Kerja Pengelasan untuk Menurunkan Persentase Rework". Kuisisioner ini disusun untuk mendapatkan data yang mendukung jalannya penelitian. Informasi dari kuisisioner ini bersifat rahasia dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Informasi yang anda berikan penting demi tercapainya tujuan penelitian. Terimakasih atas partisipasi anda.

Identitas Responden	
Nama :	Anjani
Usia :	27
Jenis Kelamin :	Laki-laki
Jabatan :	Welder
Tanggal Pengisian :	01/07/20

Petunjuk pengisian:

- Jawablah pertanyaan 1, 5, dan 9 dengan memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang disediakan kemudian ikuti petunjuk pada masing-masing pilihan jawaban.
- Jawablah pertanyaan isian pada nomor 2,3,4,6,7,8,10, dan 11 secepat mungkin.

Pertanyaan:

- Apakah anda mempunyai kebiasaan tertentu dalam bekerja (mengukur, setting, atau mengelas) untuk memudahkan pekerjaan anda?
 - Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 2, 3, dan 4)
 - Tidak (tidak perlu menjawab pertanyaan 2, 3, dan 4)
- Kebiasaan seperti apa yang anda lakukan?
-
- Apakah tujuan anda melakukan kebiasaan tersebut?
-
- Apakah manfaat kebiasaan tersebut bagi pekerjaan anda?
-
- Apakah anda menggunakan alat atau perlengkapan khusus dalam bekerja?
 - Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5,6, dan 7)
 - Tidak (tidak perlu menjawab pertanyaan 5, 6, dan 7)

- Alat atau perlengkapan apa yang anda gunakan?
Siku hitungan, pengungkit
- Bagaimana cara menggunakan alat tersebut?
Meratakan stoper pada saat pengelasan pada siku. Hal ini dimaksudkan agar lebih rapi
- Apa manfaat alat tersebut untuk pekerjaan anda?
Menjadi lebih rapi, lebih cepat, dan menghindari kesalahan pengelasan
- Apakah anda memiliki kebutuhan khusus dalam bekerja? (jika hal tersebut tidak terpenuhi akan mempengaruhi kinerja anda).
 - Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 10 dan 11)
 - Tidak (tidak perlu menjawab pertanyaan 10 dan 11)
- Kebutuhan seperti apa yang anda maksud?
-
- Apakah akibatnya jika kebutuhan tersebut tidak terpenuhi?
-

Lampiran 12: Transkrip Wawancara

Wawancara 1 (Bersama Bp. Sariman)

Keterangan:

D : Danang Rahmatul Hidayat

S : Sariman

Transkrip

D : Jadi begini mas, rencananya saya mau mengambil data kira-kira ada sebelas data. Yang pertama ada komponen folding gate, jumlah titik las, dan urutan pekerjaan yang sudah saya rekap jadi minta tolong dicek. Ada juga data sikap kerja, saya butuh ambil foto pada beberapa posisi, jadi menggunakan sebuah metode untuk menilai sikap kerja dengan Mas Arifin dan Amin.

S : Diambil rata-rata saja 170 sebenarnya bisa ya mas.

D : Nanti kita ambil yang lebih menguntungkan untuk kedua pekerja, biar kedua pekerja bisa sama-sama menggunakan. Ada juga saya menanyakan kebutuhan kerja, karena masing masing pekerja punya karakter yang berbeda. Yang satu ini bisa dilakukan di luar jam kerja karena lama khawatir kalau mengganggu pekerjaan.

S : Kalo pas santai masuk aja gak papa.

D : Ya mas bisa, penelitian ini fokusnya di folding gate ya mas yang model daun.
(Bp Sariman memeriksa rekap)

S : Kalo mau bener yang CNP ini harusnya profil U atau UNP. Kupingan itu juga bukan bahasa nasional itu gantungan gembok.

D : Rel atas dan rel bawah itu bedanya apa ya mas?

S : Beda, kalau rel atas itu komponen jadi. Kalo rel bawah itu komponennya siku dan besi beton. Sudah bener sih ini, tinggal bahasanya mau pakai bahasa daerah atau nasional. Oiya ini juga stopper ini bahasa nasional tapi beberapa daerah biasa disebut kuku macan.

D : Sebenarnya gak masalah sih mas, kalau aturannya misal ada bahasa asing, bahasa daerah, atau bahasa bengkel bisa ditulis miring. Kalau ring topi ini dipakai dimana ya mas?

S : Itu dipakai tapi kita jarang pakai, kalo pakai itu terlalu banyak lubang tidak rapi, kita gunakan las biar lebih rapi.

D : Nah ini kan kalau untuk komponen udah bener, kalau untuk proses produksinya gimana mas?

S : Udah bener mas tapi dari caraku ini kurang efisien, misalnya kita dari mulai ini kita mendapat order kita mengukur sendiri atau dapat ukuran. Misal kita dapat order 3meter kali 3meter itu harus dibagi. Nah itu membutuhkan daun berapa, UNP berapa, paku berapa kilo dst.

D : Naah itu udah ada di proses mas, yang belum saya tau itu jumlahnya. Saya boleh minta tolong gak misalnya komponen apa aja yang dibutuhkan untuk membuat produk 400x300?

S : Bisa, paling gampang dari daun misal misal lebarnya 400 itu bisa dapet 24 daun menggunakan 17cm. 64 UNP, profil sebanyak 3 karena ada relnya, box kunci, plat kunci 2, handle 2, gantungan kunci 8, jumlah daun kurangi kalo misal seperti bearing dll bisa ditung itu. Untuk paku, ring dan lain lain itu per kilo. Nah itu tinggal bagaimana kamu menjabarkan. Ini kan skemanya pintu normal buka kanan kiri ya?

D : Iya mas, kalau stopper banyaknya gimana mas?

S : Jumlah daun ditambah 2, akurat itu sudah.

D : Ini tuh rencananya untuk mengukur seberapa kuat menahan beban, jadi saya perlu menghitung setiap komponennya.

S : Ya paling enggak bisa harus bisa menahan beban sekuat mas, tapi kalo misal spek tinggi ya bisa dua kalinya. Ya nanti bisa dihitung itu.

- D : Beberapa hari yang lalu saya lihat memasang daun itu emang posisinya harus miring ya mas?
- S : Naah itu kebetulan aja pas kamu liat miring, yang bener itu lurus, kalo di pusat itu ada semacam meja yang digunakan untuk menyangga gitu anggap aja 1 meter tingginya itu enak buat kerja masukin daun ke rakitan.
- D : Konsepnya saya tuh kepikiran, mejanya biasa tapi bisa digeser itu mas.
- S : Oh iya emang bantu sih itu, mempermudah badan kita agar tidak jongkok. Tapi ya itu ada positif dan negatifnya, biasanya pada saat keling kesulitan. Kalo pakai meja tinggal seperti apa konsepnya biar tidak goyang. Ya prinsipnya mempermudah sih itu,
- D : Jadi harapannya alat alatnya juga diakomodasi gitu mas, biar nanti gak cari-cari alat di bawah. Jadi saya nanti butuh beberapa informasi saya langsung masuk ya gapapa ya mas?
- S : Gak papa asalkan pas selo masuk aja, naah buat ngukur kekuatan itu saya butuh untuk
- D : Oke mas makasih ya, nanti saya koordinasi dengan mas amin dan mas arifin.

Wawancara 2 (Bersama Amin dan Arifin)

Keterangan:

- D : Danang Rahmatul Hidayat
 Ar : Arifin
 Am : Amin

Transkrip

- D : Jadi gini mas, kemarin kan sudah saya jelaskan fungsi dan manfaat bentuk desain dan ukurannya, nah menurut kalian apa yang masih kurang dari desain ini untuk menunjang fungsi dalam bekerja?
- A : Itu yang kemarin saya komentari soal pengunci, kan malah susah dibuat lagi juga kurang nyaman bentuknya.
- D : Oh iya soal pengunci itu udah saya belikan, kira-kira masih ada lagi yang perlu ditambahkan gak?
- Am : Menurut saya untuk elektroda itu bisa dilihat dan ditaruh di belakang dan dekat kaki meja untuk simpanan.
- Ar : Mungkin maksudnya amin biar kalo misal kurang bisa diambil ditengah.
- D : Oh ya gapapa misal bisa ditambahkan setelah ini. Sejauh ini yang paling dominan yang saya lihat itu karena pekerjaan ini kan tidak hanya menggunakan satu alat, jadi berganti ganti. Menurut saya penting mengumpulkan alat itu.
- Ar : Kalau menurutku misal trafo ditempatkan pada kaki meja saja gimana? Efektif atau tidak?
- D : Naah itu konsep awalnya memang alat dekat posisi tubuh pekerja, konsepnya peralatan las ini ikut berpindah menyesuaikan posisimu. Menurut teori itu merugikan
- Am : Membuang waktu
- D : Bisa, tapi fokusku bukan membuang waktu, walaupun secara tidak langsung membuang waktu. Memberikan kemudahan sik
- Am : Kalau aku setuju desainmu, kalau begini kan kita bisa pindah kerja juga.
- D : Jadi batasan masalahnya untuk sekarang ini hanya untuk di bengkel, sebenarnya bisa diperlebar. Misal bisa digunakan diluar ruangan, pastinya nanti menjadi desain rak tertutup. Jadi kalau ada pekerjaan diluar itu gak perlu mengumpulkan peralatan lagi.
- Ar : Mungkin masalahnya nanti ada di getaran sih nang mungkin.
- D : Oh iya nanti dicoba saja, nanti kalau boleh dimatikan titiknya dengan dynabolt dan Fischer. Ya sudah kalo gak ada lagi nanti dicoba saat sudah jadi.

Lampiran 13: Lembar Pengamatan Rework Setelah Perbaikan

LEMBAR PENGAMATAN JUMLAH REWORK

Nama Responden : Arifin				
No	Tanggal	Unit diproduksi (Unit)	Tally	Jumlah Rework (Sambungan)
1	09/11/2020	-		0
2	10/11/2020	285 x 245		2
3	11/11/2020			4
4	12/11/2020		I	6
5	13/11/2020	340 x 235		4
6	14/11/2020		II	7
7	16/11/2020	363 x 260	I	1
8	17/11/2020			4
9	18/11/2020		I	3
10	19/11/2020	368 x 280	I	6
11	20/11/2020			5
12	21/11/2020	310 x 245	III	8
13	23/11/2020		II	7
14	24/11/2020	300 x 270	III I	9
15	25/11/2020	320 x 270		4
16	26/11/2020		I	12
17	27/11/2020	287 x 235		10
18	28/11/2020		III	9
19	30/11/2020	260 x 235		2
20	01/12/2020		I	11
21	02/12/2020			10
22	03/12/2020			5
23	04/12/2020	325 x 244		5
24	05/12/2020	302 x 320		10
25	07/12/2020		I	3
26	08/12/2020			2
Total				

Klaten, 10 Desember 2020

Responden


(Arifin)

LEMBAR PENGAMATAN JUMLAH REWORK

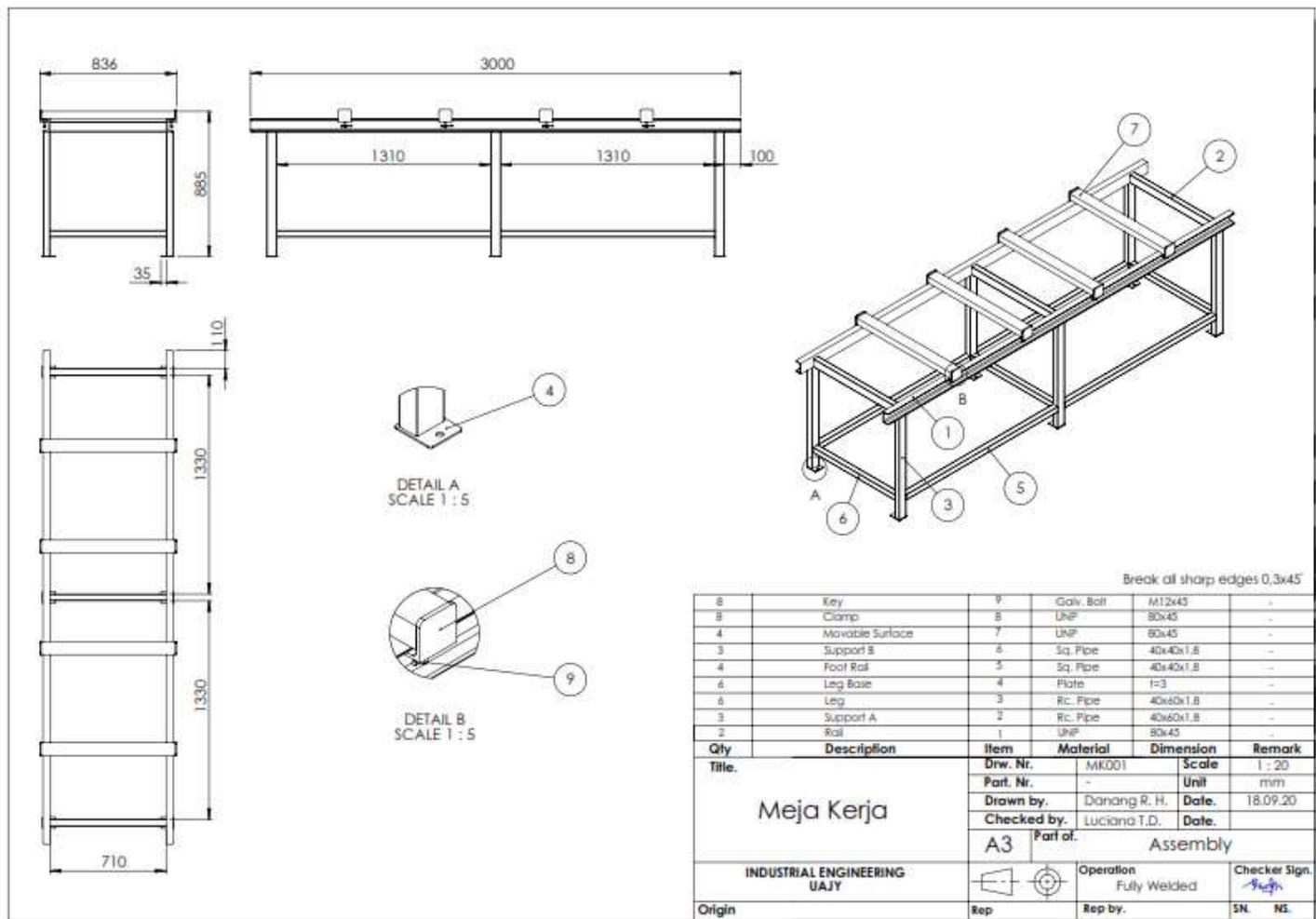
Nama Responden : Amin				
No	Tanggal	Unit diproduksi (Unit)	Tally	Jumlah Rework (Sambungan)
1	08/10/2020	315 x 300	II	12
2	09/10/2020	310 x 240 (3)		4
3	10/10/2020		II	7
4	12/10/2020	275 x 230 (4)		5
5	13/10/2020			9
6	14/10/2020			5
7	15/10/2020	279 x 235 (1)		1
8	16/10/2020		III	8
9	17/10/2020	385 x 265 (1)		2
10	19/10/2020			9
11	20/10/2020	345 x 280 (1)	I	6
12	21/10/2020		II	7
13	22/10/2020	290 x 210 (1)		3
14	23/10/2020			3
15	24/10/2020			2
16	26/10/2020	355 x 235 (1)		5
17	27/10/2020			2
18	28/10/2020			4
19	30/10/2020	282 x 240 (1)		2
20	31/10/2020		I	11
21	02/11/2020			1
22	03/11/2020	305 x 236 (1)	II	7
23	04/11/2020	312 x 260 (1)		10
24	05/11/2020			5
25	06/11/2020			2
26	07/11/2020	275 x 290 (1)	I	5
Total				

Klaten, 11 Desember 2020

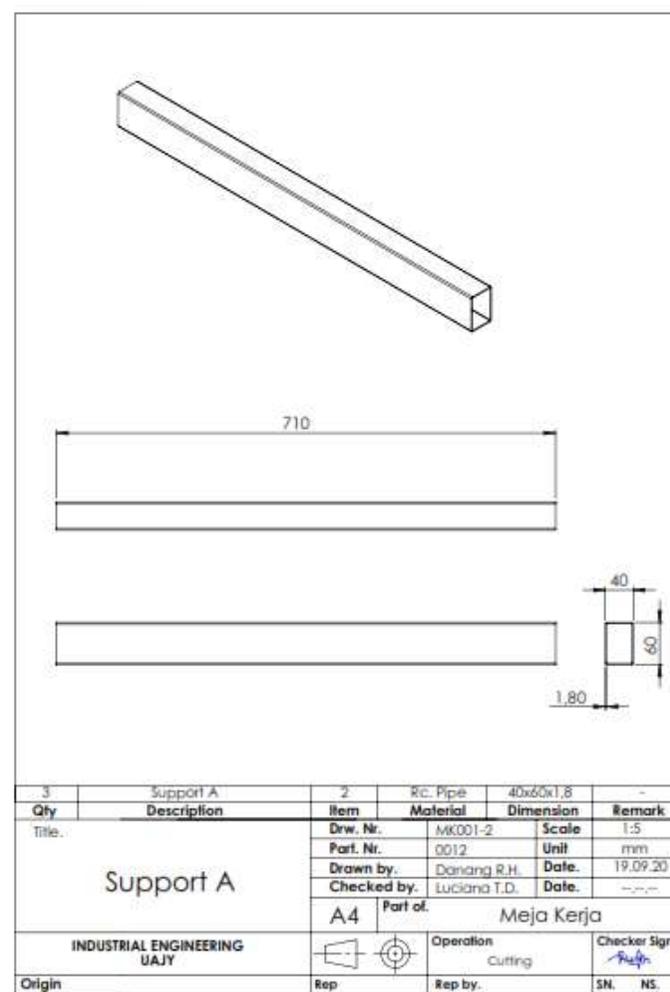
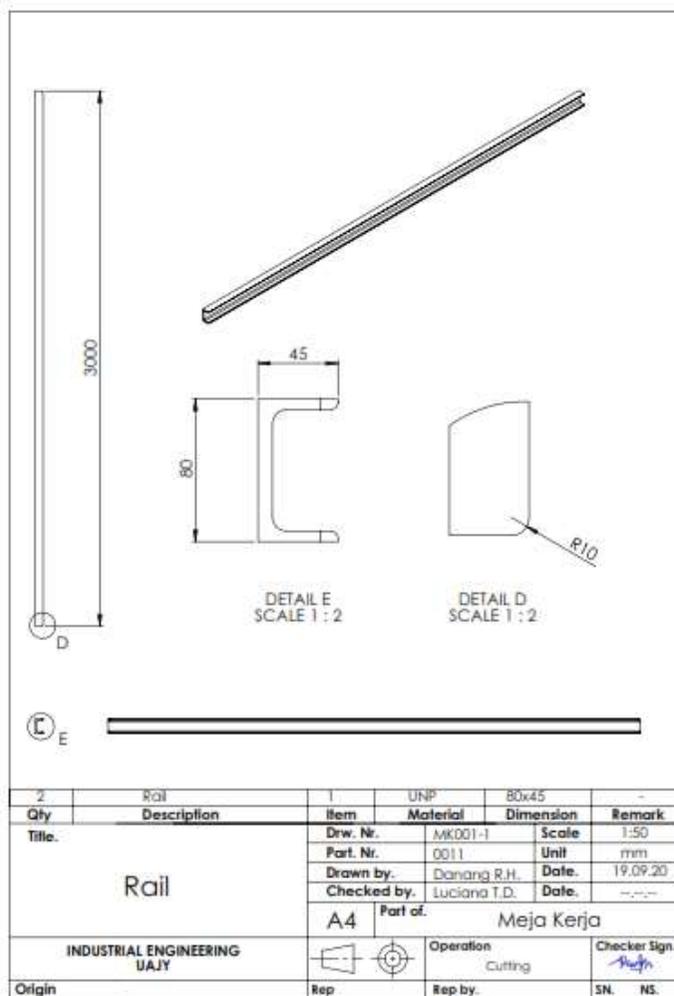
Responden


(Amin)

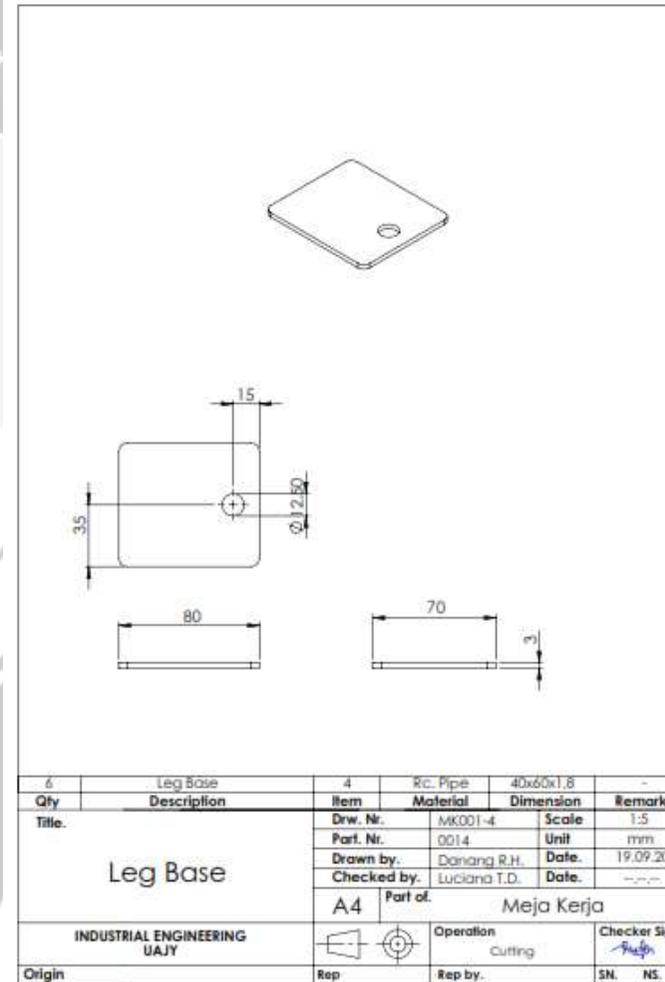
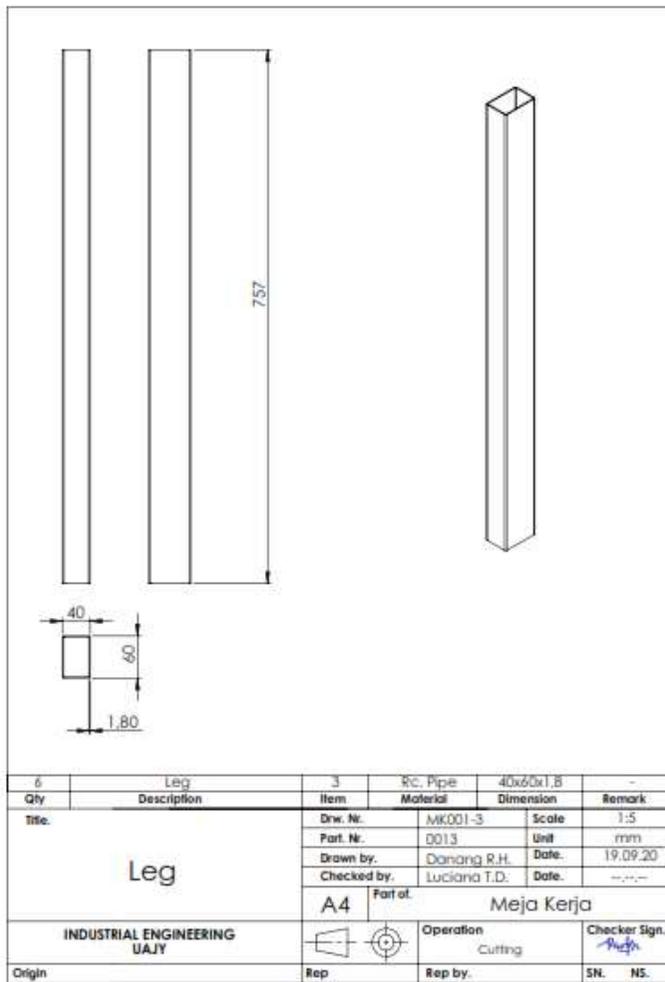
Lampiran 14: Gambar Kerja Meja



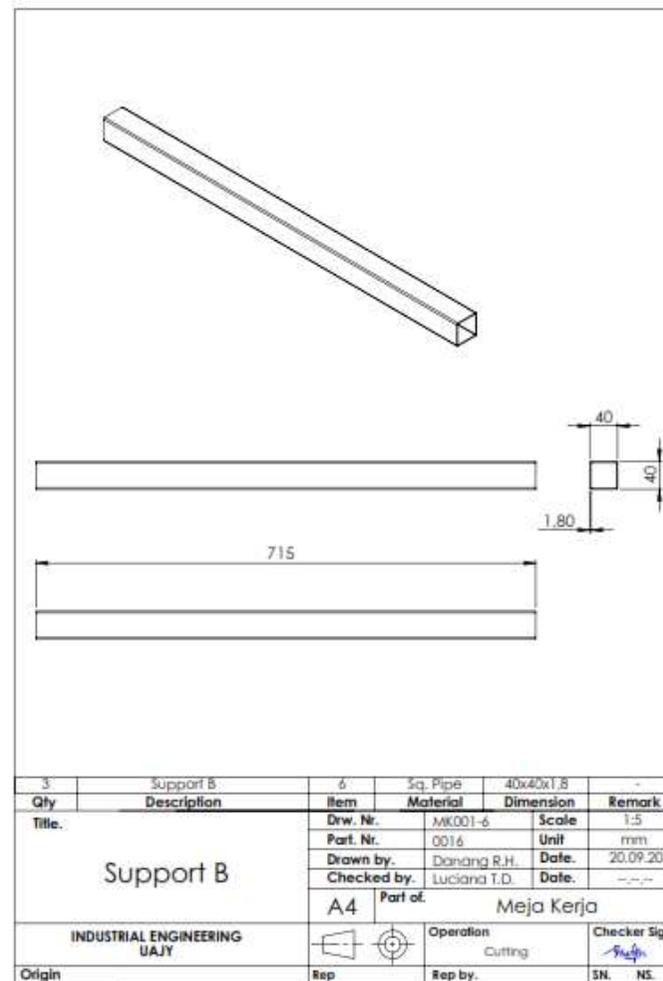
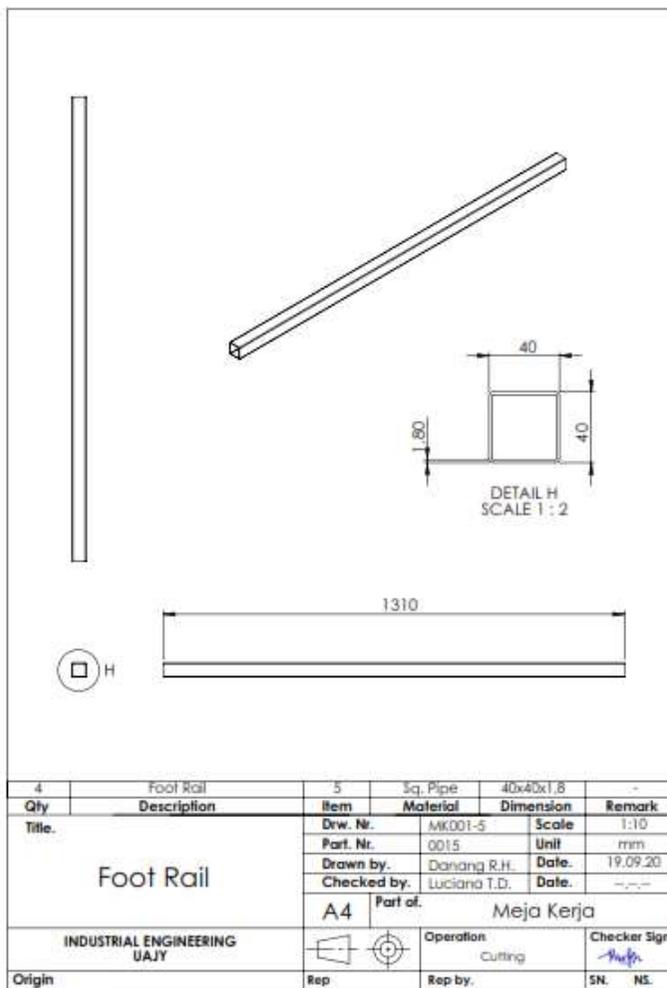
Lampiran 14: Lanjutan



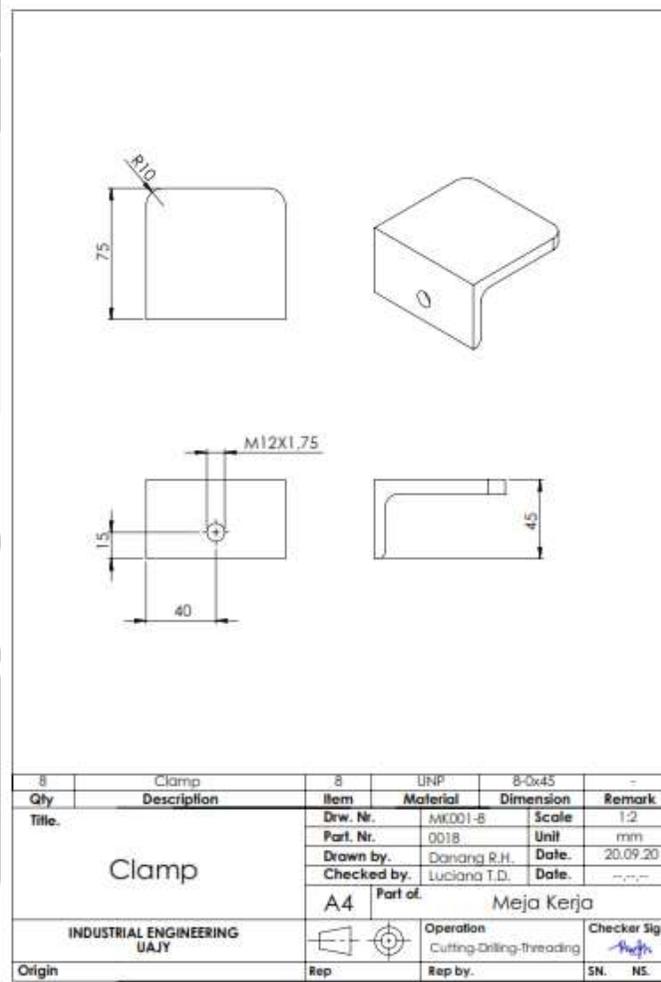
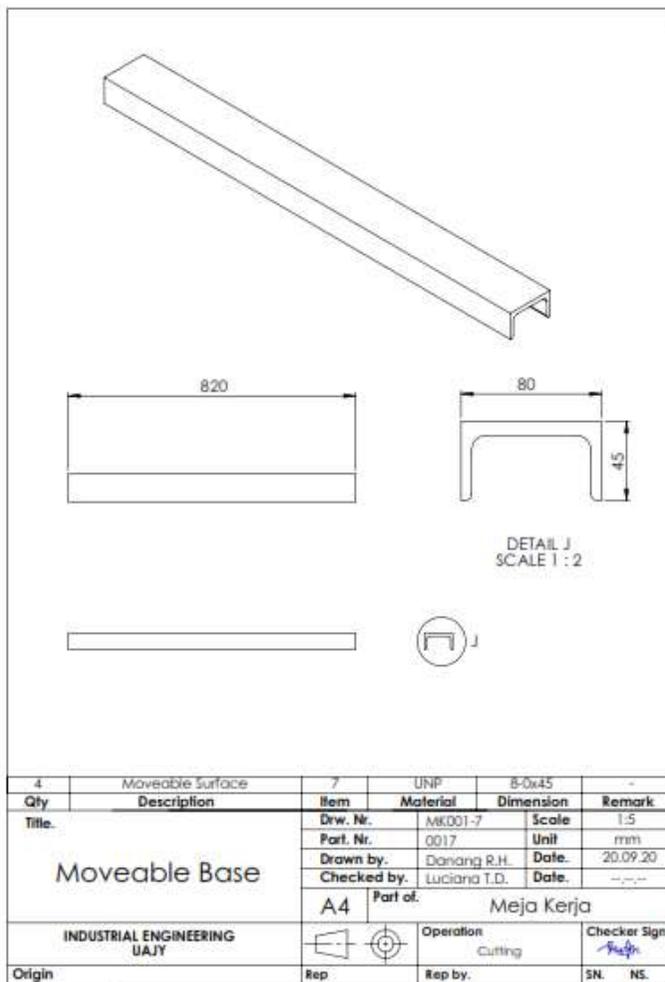
Lampiran 14: Lanjutan



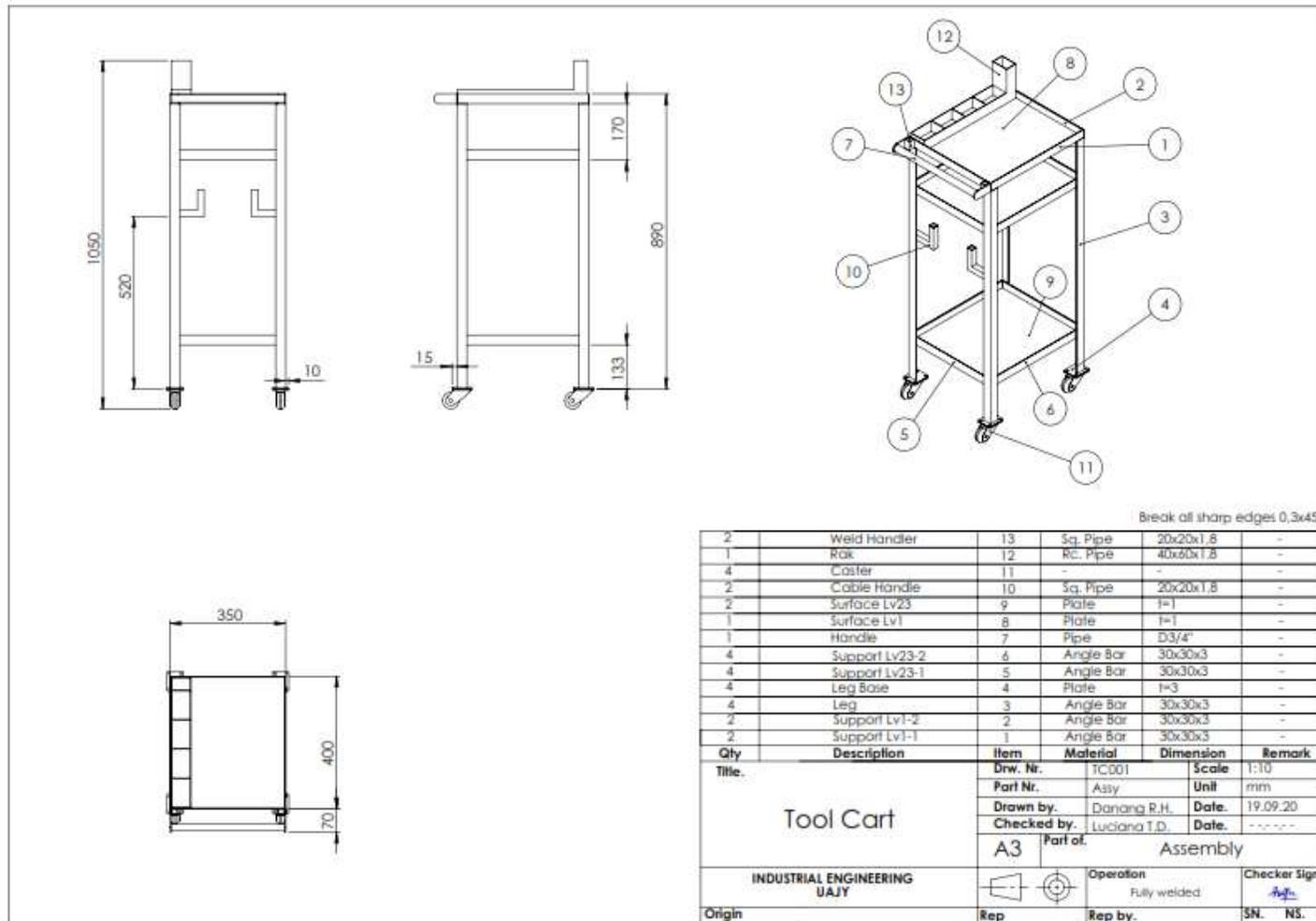
Lampiran 14: Lanjutan



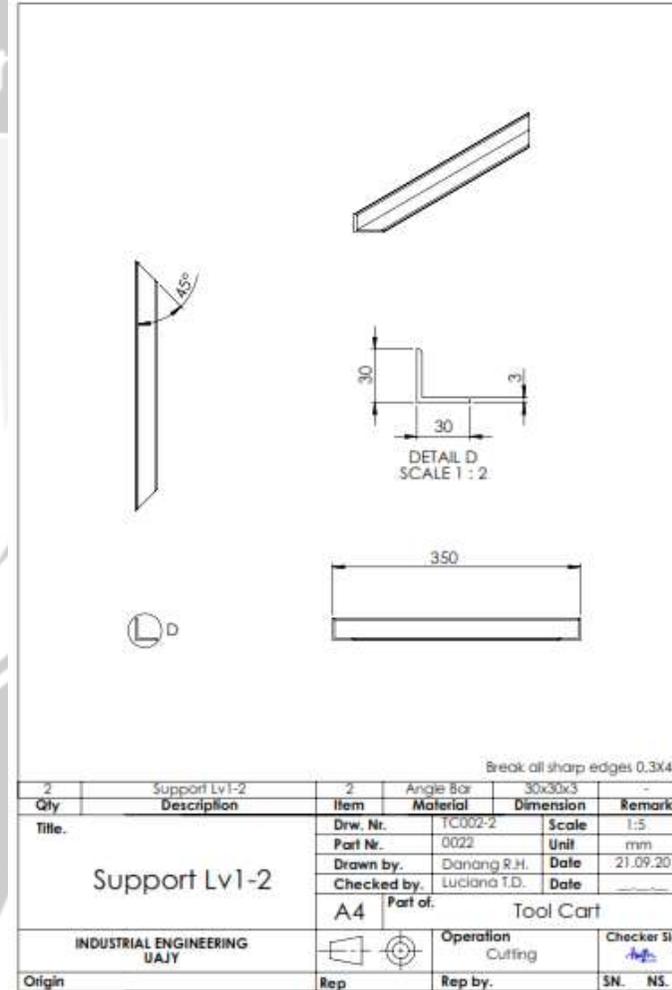
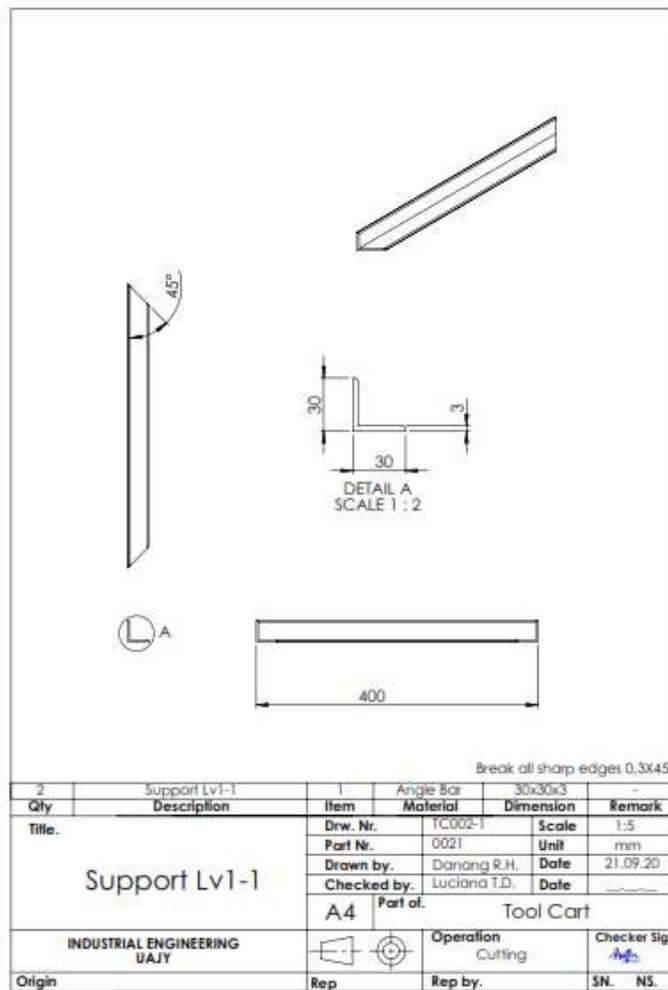
Lampiran 14: Lanjutan



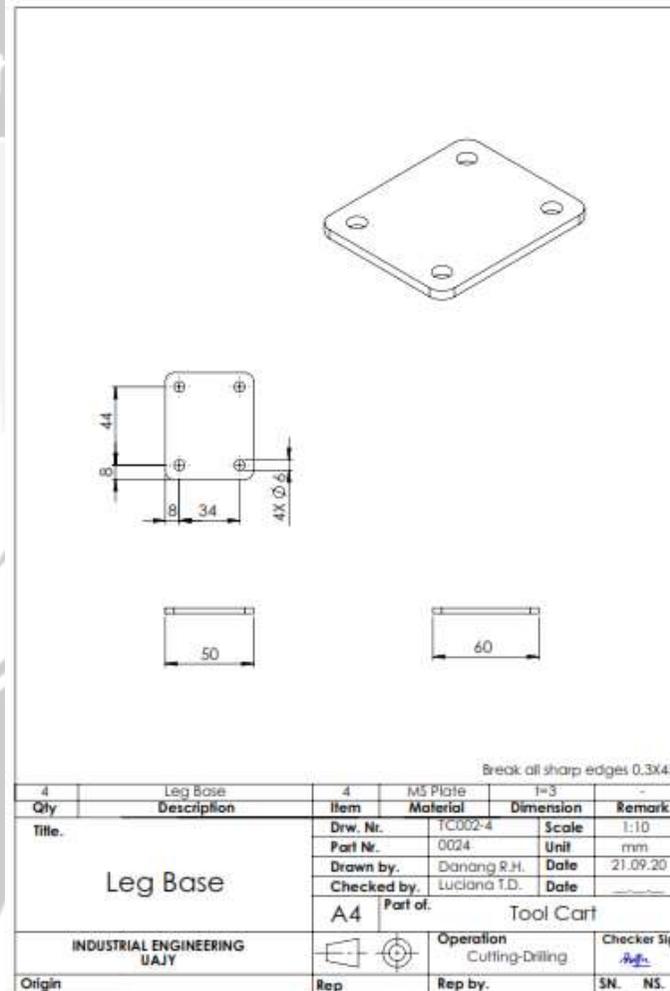
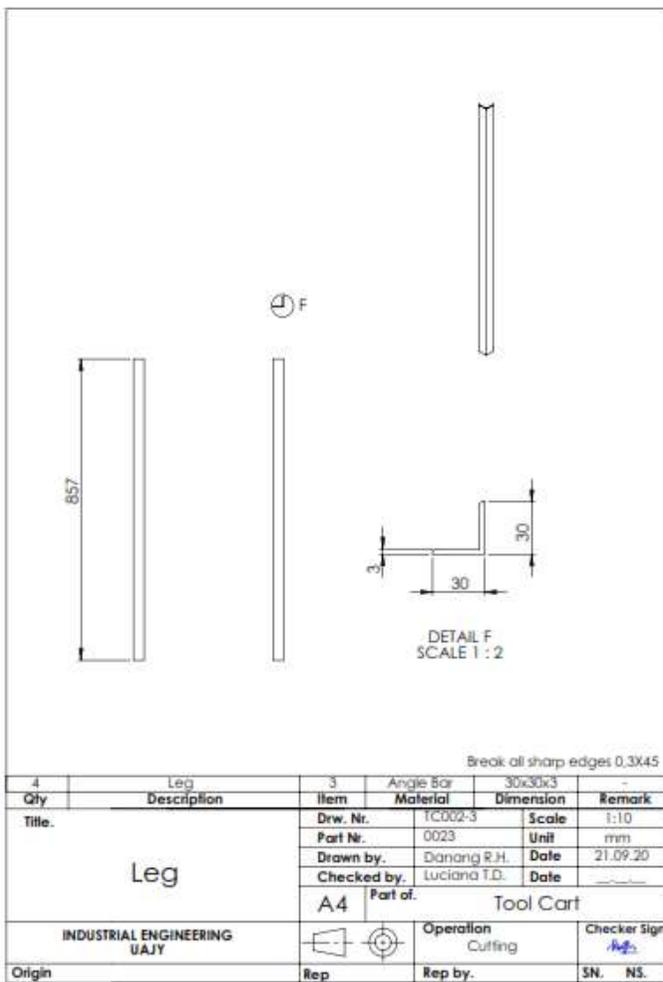
Lampiran 15: Gambar Kerja *Tool Cart*



Lampiran 15: Lanjutan



Lampiran 15: Lanjutan



Lampiran 15: Lanjutan

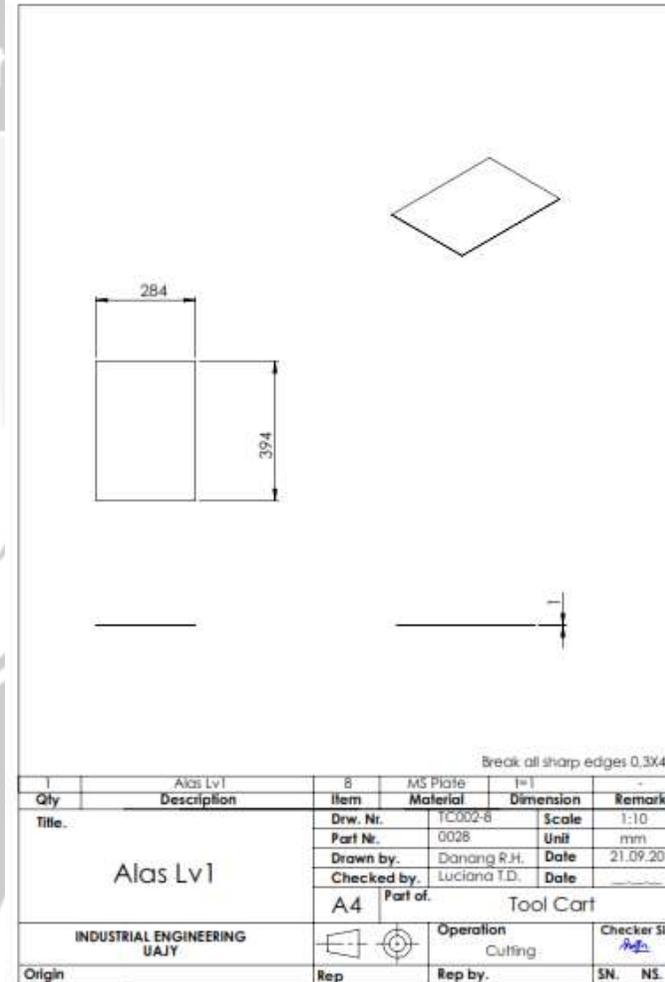
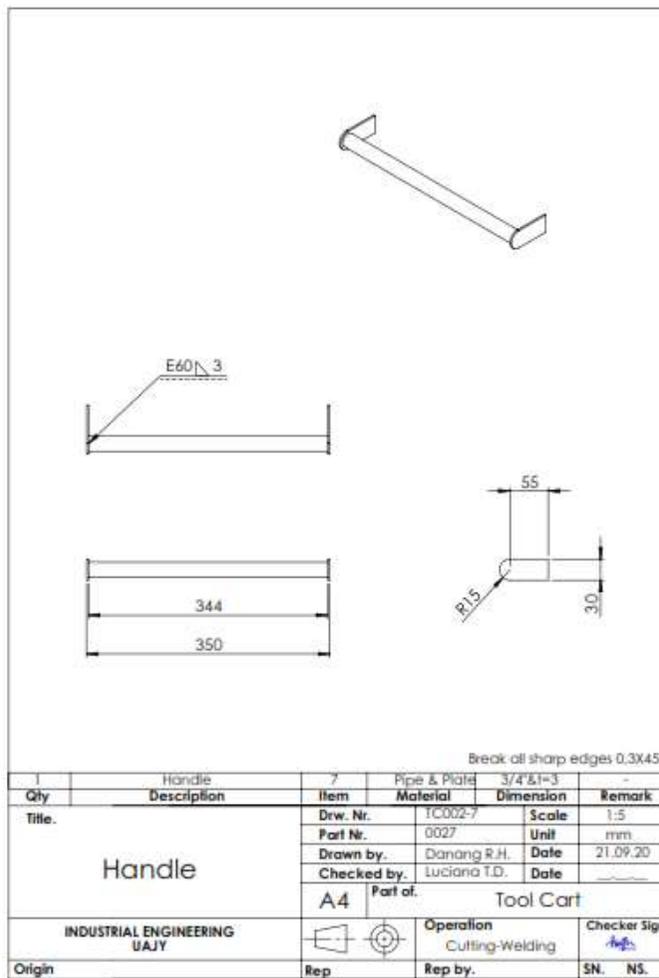
Break all sharp edges 0,3x45

Qty	Description	Item	Material	Dimension	Remark
4	Support Lv23-1	5	Angle Bar	30x30x3	-
Title.		Drw. Nr.	TC002-5	Scale	1:5
		Part Nr.	0025	Unit	mm
		Drawn by.	Danang R.H.	Date	21.09.20
		Checked by.	Luciana T.D.	Date	-----
Support Lv23-1		A4	Part of.	Tool Cart	
INDUSTRIAL ENGINEERING UAJY			Operation	Checker Sign	
Origin		Rep	Rep by.	SN.	NS.

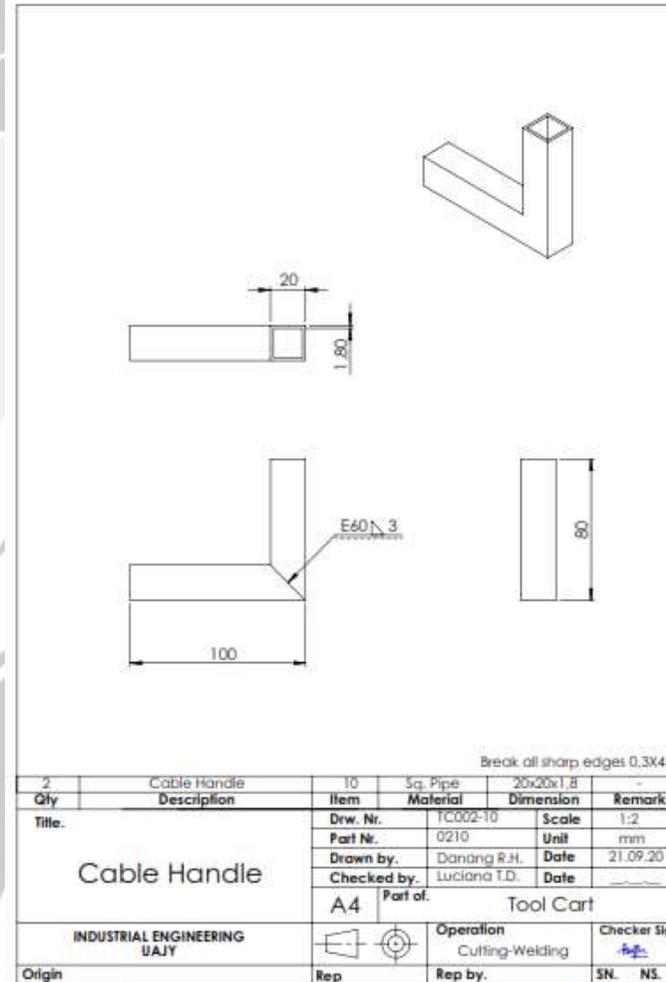
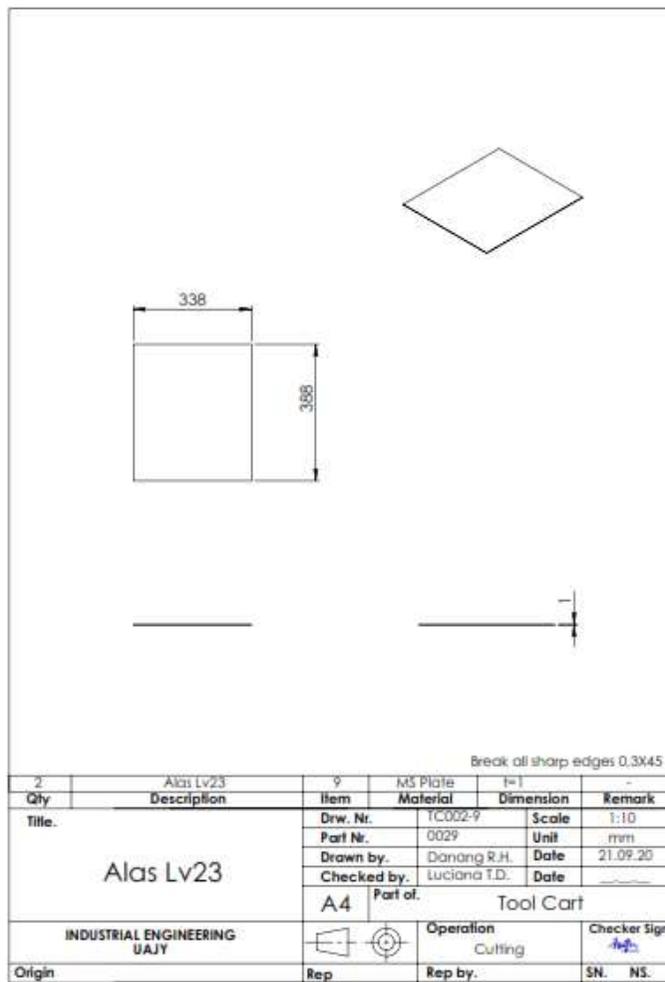
Break all sharp edges 0,3x45

Qty	Description	Item	Material	Dimension	Remark
4	Support Lv23-2	6	Angle Bar	30x30x3	-
Title.		Drw. Nr.	TC002-6	Scale	1:5
		Part Nr.	0026	Unit	mm
		Drawn by.	Danang R.H.	Date	21.09.20
		Checked by.	Luciana T.D.	Date	-----
Support Lv23-2		A4	Part of.	Tool Cart	
INDUSTRIAL ENGINEERING UAJY			Operation	Checker Sign	
Origin		Rep	Rep by.	SN.	NS.

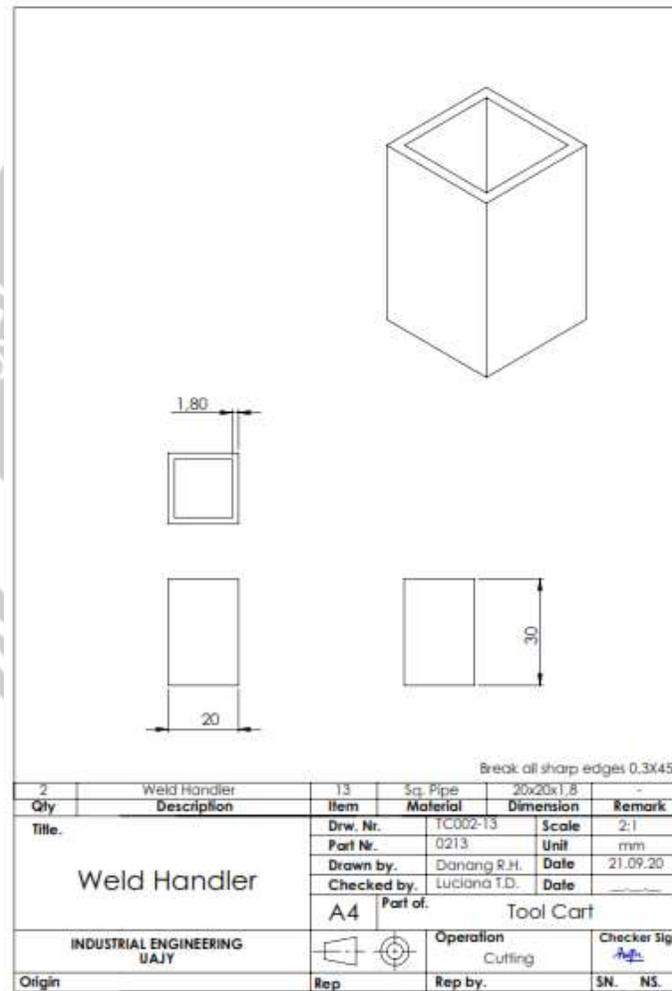
Lampiran 15: Lanjutan



Lampiran 15: Lanjutan



Lampiran 15: Lanjutan



Lampiran 16: Lembar Analisis REBA Sebelum Perbaikan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Mengukur		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	41	2	Ya	41	2
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	2	Trunk	Twisted	Tidak	34	3	Tidak	34	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	114	3	Ya	114	3
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		6			6			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		6			6			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Ya	61	5	Tidak	25	3
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		26	2	87	1		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	9	2	Tidak	11	2
	10	Score B		8			4		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		8			4		
	C	Final C Score		9			7		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Tidak		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA		10			8	
Level Risiko		High			High				
Tindakan		Necessary soon			Necessary soon				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Mengatur		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	31	3	Ya	31	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	28	3	Tidak	28	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	111	3	Ya	111	3
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		7			7			
5	Load	Shock	Ya			Ya			
6	Final A Score		8			8			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	41	3	Tidak	22	3
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		37	2	65	1		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	9	2	Tidak	11	2
	10	Score B		5			4		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			4		
	C	Final C Score		10			9		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA		11			10	
Level Risiko		Very High			High				
Tindakan		Necessary now			Necessary soon				

Lampiran 16: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Mengelas		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	38	3	Ya	38	3
		Side Bending	Ya			Tidak			
	2	Trunk	Twisted	Tidak	38	5	Tidak	38	5
			Side Bending	Ya			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	97	3	Ya	111	3
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		9			9			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		9			9			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Ya	71	4	Tidak	21	3
			Arm Abducted	Tidak			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		20	2		97	2	
	9	Wrist	Twisted/Bent	Tidak	13	1	Ya	27	2
	10	Score B		5			5		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			5		
	C	Final C Score		10			10		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA		11			11	
Level Risiko		Very High			Very High				
Tindakan		Necessary now			Necessary now				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Menggerinda		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	32	3	Ya	32	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	37	4	Tidak	37	4
			Side Bending	Ya			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	106	3	Ya	115	3
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		8			8			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		8			8			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	49	4	Tidak	11	2
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		26	2		95	1	
	9	Wrist	Twisted/Bent	Tidak	28	1	Ya	43	2
	10	Score B		5			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			2		
	C	Final C Score		10			8		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Tidak			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA		11			9	
Level Risiko		Very High			High				
Tindakan		Necessary now			Necessary soon				

Lampiran 16: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA										
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Mengelas			
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan				
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor		
A	1	Neck	Twisted	Tidak	25	2	Ya	25	2	
		Side Bending	Tidak			Tidak				
	2	Trunk	Twisted	Tidak	84	4	Tidak	84	4	
		Side Bending	Tidak			Tidak				
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	54	3	Ya	10	2	
		On leg Down	Ya			Tidak				
4	Score A		7			6				
5	Load	Shock	Tidak			Tidak				
6	Final A Score		7			6				
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	60	3	Tidak	47	4	
		Arm Abducted	Tidak	Ya						
	8	Lower Arm	Supported	Tidak	20	2	Tidak	63	1	
		Wrist	Twisted/Bent	Tidak	4	1	Tidak	26	3	
	10	Score B		5			5			
	11	Coupling	Good	Ya				Ya		
			Fair	Tidak				Tidak		
			Poor	Tidak				Tidak		
Unacceptable			Tidak				Tidak			
12	Final B Score		5			5				
C	Final C Score		9			8				
	13	Activity Score	Static	Tidak				Tidak		
		Repeated	Ya				Ya			
		Rapid or Unstable Base	Tidak				Tidak			
		Skor Akhir REBA		10			9			
Level Risiko		High			High					
Tindakan		Necessary soon			Necessary soon					

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA										
Nama Nekerja	Arifin			Operasi			Mengukur			
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan				
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor		
A	1	Neck	Twisted	Ya	24	3	Ya	24	3	
		Side Bending	Tidak			Tidak				
	2	Trunk	Twisted	Tidak	25	3	Tidak	25	3	
		Side Bending	Ya			Tidak				
	3	Leg	Both Leg down	Ya	123	3	Ya	131	3	
		On leg Down	Tidak			Tidak				
4	Score A		7			7				
5	Load	Shock	Tidak			Tidak				
6	Final A Score		7			7				
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	60	4	Tidak	41	3	
		Arm Abducted	Ya	Ya						
	8	Lower Arm	Supported	Tidak	20	2	Tidak	31	2	
		Wrist	Twisted/Bent	Ya	27	3	Tidak	7	2	
	10	Score B		7			5			
	11	Coupling	Good	Ya				Ya		
			Fair	Tidak				Tidak		
			Poor	Tidak				Tidak		
Unacceptable			Tidak				Tidak			
12	Final B Score		7			5				
C	Final C Score		9			9				
	13	Activity Score	Static	Tidak				Tidak		
		Repeated	Ya				Ya			
		Rapid or Unstable Base	Tidak				Tidak			
		Skor Akhir REBA		10			10			
Level Risiko		High			High					
Tindakan		Necessary soon			Necessary soon					

Lampiran 16: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja		Arifin			Operasi			Mengatur	
									
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	22	3	Ya	22	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	19	3	Ya	19	3
			Side Bending	Ya			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	124	3	Ya	129	3
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		7			7			
5	Load	Shock	Ya			Ya			
6	Final A Score		8			8			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	49	4	Tidak	10	2
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm			11	2		41	2
	9	Wrist	Twisted/Bent	Tidak	8	1	Tidak	11	1
	10	Score B		5			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			2		
	C	Final C Score		10			8		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA		11			9	
Level Risiko		Very High			High				
Tindakan		Necessary now			Necessary soon				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja		Arifin			Operasi			Mengatur	
									
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	22	3	Ya	22	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Ya	19	3	Ya	19	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	124	3	Ya	129	3
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		7			7			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		8			8			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	49	4	Ya	10	2
			Arm Abducted	Ya			Tidak		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm			11	2		41	2
	9	Wrist	Twisted/Bent	Tidak	8	1	Tidak	11	1
	10	Score B		5			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			2		
	C	Final C Score		10			8		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA		11			9	
Level Risiko		Very High			High				
Tindakan		Necessary now			Necessary soon				

Lampiran 16: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA											
Nama Nekerja	Arifin		Operasi			Menggerinda					
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan					
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor			
A	1	Neck	Twisted	Ya	29	3	Ya	29	3		
			Side Bending	Tidak			Tidak				
	2	Trunk	Twisted	Tidak	25	3	Tidak	25	3		
			Side Bending	Tidak			Tidak				
	3	Leg	Both Leg down	Ya	120	3	Ya	137	3		
			On leg Down	Tidak			Tidak				
4	Score A		7			7					
5	Load	Shock	Tidak			Tidak					
6	Final A Score		7			7					
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	44	3	Tidak	29	3		
			Arm Abducted	Ya			Ya				
			Supported	Tidak			Tidak				
	8	Lower Arm		Tidak	11	1	Tidak	31	2		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	60	3	Tidak	11	1		
	10	Score B		5			4				
	11	Coupling	Good	Ya				Ya			
Fair			Tidak				Tidak				
Poor			Tidak				Tidak				
Unacceptable			Tidak				Tidak				
12	Final B Score		5			4					
C	Final C Score		9			9					
	13	Activity Score	Static	Tidak				Tidak			
			Repeated	Ya				Ya			
			Rapid or Unstable Base	Tidak				Tidak			
Skor Akhir REBA		10			10						
Level Risiko		High			High						
Tindakan		Necessary soon			Necessary soon						

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA											
Nama Nekerja	Arifin		Operasi			Melubangi					
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan					
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor			
A	1	Neck	Twisted	Tidak	30	2	Ya	30	2		
			Side Bending	Tidak			Tidak				
	2	Trunk	Twisted	Tidak	90	4	Tidak	90	5		
			Side Bending	Tidak			Tidak				
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	30	3	Ya	0	1		
			On leg Down	Ya			Tidak				
4	Score A		7			6					
5	Load	Shock	Ya			Tidak					
6	Final A Score		8			7					
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	72	3	Tidak	64	4		
			Arm Abducted	Tidak			Ya				
			Supported	Tidak			Tidak				
	8	Lower Arm		Tidak	30	2	Tidak	31	2		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Tidak	12	1	Tidak	6	1		
	10	Score B		4			5				
	11	Coupling	Good	Ya				Ya			
Fair			Tidak				Tidak				
Poor			Tidak				Tidak				
Unacceptable			Tidak				Tidak				
12	Final B Score		4			5					
C	Final C Score		9			9					
	13	Activity Score	Static	Ya				Tidak			
			Repeated	Tidak				Tidak			
			Rapid or Unstable Base	Tidak				Tidak			
Skor Akhir REBA		10			10						
Level Risiko		High			High						
Tindakan		Necessary soon			Necessary soon						

Lampiran 17: Lembar Analisis REBA Setelah Perbaikan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja		Amin			Operasi			Mengukur	
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	58	3	Ya	58	3
		Side Bending	Tidak	Tidak					
	2	Trunk	Twisted	Tidak	0	1	Tidak	0	1
		Side Bending	Tidak	Tidak					
	3	Leg	Both Leg down	Ya	14	1	Ya	0	1
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		3			3			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		3			3			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	0	2	Tidak	5	2
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		73	1	79	1		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	38	2	Tidak	16	3
	10	Score B		2			3		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		2			3		
	C	Final C Score		3			3		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA	4			4		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja		Amin			Operasi			Mengatur	
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	54	3	Ya	54	3
		Side Bending	Tidak	Tidak					
	2	Trunk	Twisted	Tidak	0	1	Tidak	0	1
		Side Bending	Tidak	Tidak					
	3	Leg	Both Leg down	Ya	0	1	Ya	0	1
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		3			3			
5	Load	Shock	Ya			Ya			
6	Final A Score		4			4			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	16	2	Tidak	16	2
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		47	2	80	1		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	39	2	Tidak	5	2
	10	Score B		3			2		
	11	Coupling	Good						
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		3			2		
	C	Final C Score		4			4		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA	5			5		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

Lampiran 17: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Mengelas		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	30	2	Ya	30	2
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	0	1	Tidak	0	1
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	0	2	Ya	30	3
			On leg Down	Ya			Tidak		
4	Score A		2			3			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		2			3			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	30	3	Tidak	12	2
			Arm Abducted	Ya			Tidak		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm				46	2	79	2
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	14	2	Tidak	0	2
	10	Score B		5			3		
	11	Coupling	Good				Tidak		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			3		
	C	Final C Score		4			3		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA	5			4		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Menggerinda		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	59	3	Ya	59	3
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	13	2	Tidak	13	2
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	0	2	Ya	13	2
			On leg Down	Ya			Tidak		
4	Score A		5			5			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		5			5			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	24	2	Tidak	9	2
			Arm Abducted	Tidak			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm				57	2	85	1
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	12	2	Ya	15	2
	10	Score B		3			2		
	11	Coupling	Good				Tidak		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		3			2		
	C	Final C Score		4			4		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA	5			5		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

Lampiran 17: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Amin			Operasi			Melubangi		
									
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	57	2	Ya	57	2
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	17	3	Ya	17	3
			Side Bending	Ya			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	0	2	Ya	19	2
			On leg Down	Ya			Tidak		
4	Score A		5			5			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		5			5			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	15	2	Tidak	43	4
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		72	1	68	1		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Tidak	10	1	Tidak	14	1
	10	Score B		1			4		
	11	Coupling	Good				Ya		
Fair			Tidak			Tidak			
Poor			Tidak			Tidak			
Unacceptable			Tidak			Tidak			
12	Final B Score		1			4			
C	Final C Score		4			5			
	13	Activity Score	Static	Ya			Ya		
			Repeated	Tidak			Tidak		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA	5			6		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Arifin			Operasi			Mengukur		
									
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Ya	14	3	Ya	14	2
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	2	Trunk	Twisted	Tidak	0	1	Ya	0	2
			Side Bending	Tidak			Tidak		
	3	Leg	Both Leg down	Ya	0	1	Ya	0	1
			On leg Down	Tidak			Tidak		
4	Score A		3			3			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		3			3			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak	14	2	Tidak	6	2
			Arm Abducted	Ya			Ya		
			Supported	Tidak			Tidak		
	8	Lower Arm		47	2	68	1		
	9	Wrist	Twisted/Bent	Ya	31	3	Ya	0	2
	10	Score B		4			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
Fair			Tidak			Tidak			
Poor			Tidak			Tidak			
Unacceptable			Tidak			Tidak			
12	Final B Score		4			2			
C	Final C Score		3			3			
	13	Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
			Repeated	Ya			Ya		
			Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak		
			Skor Akhir REBA	4			4		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

Lampiran 17: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Arifin			Operasi			Mengatur		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	18	1	Tidak	18	1
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	2	Trunk	Twisted	Tidak	12	2	Tidak	12	2
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	50	3	Tidak	0	2
		On leg Down	Ya			Ya			
4	Score A		4			3			
5	Load Shock		Ya			Ya			
6	Final A Score		5			4			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak			Tidak		
		Arm Abducted	Ya	42	3	Ya	0	2	
		Supported	Tidak			Tidak			
	8	Lower Arm			0	1		64	1
		Wrist	Twisted/Bent	Tidak	60	2	Tidak	5	2
	10	Score B		4			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		4			2		
	C	Final C Score		5			4		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
		Repeated	Ya			Ya			
		Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak			
		Skor Akhir REBA		6			5		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja	Arifin			Operasi			Mengelas		
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak			Tidak		
		Side Bending	Ya	36	3	Ya	36	3	
	2	Trunk	Twisted	Tidak	0	1	Tidak	0	1
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	51	3	Tidak	0	2
		On leg Down	Ya			Ya			
4	Score A		5			3			
5	Load Shock		Tidak			Tidak			
6	Final A Score		5			3			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak			Tidak		
		Arm Abducted	Tidak			Tidak			
		Supported	Tidak			Tidak			
	8	Lower Arm			37	2		67	1
		Wrist	Twisted/Bent	Tidak	23	2	Ya	16	2
	10	Score B		3			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		3			2		
	C	Final C Score		4			3		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
		Repeated	Ya			Ya			
		Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak			
		Skor Akhir REBA		5			4		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

Lampiran 17: Lanjutan

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja		Arifin			Operasi			Menggerinda	
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	17	1	Tidak	17	2
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	2	Trunk	Twisted	Tidak	20	2	Tidak	20	2
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	40	3	Tidak	0	2
		On leg Down	Ya			Ya			
4	Score A		4			4			
5	Load	Shock	Tidak			Tidak			
6	Final A Score		4			4			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Ya			Tidak		
		Arm Abducted	Tidak	42	3	Ya	10	2	
		Supported	Tidak			Tidak			
	8	Lower Arm			0	2		89	1
		Wrist	Twisted/Bent	Tidak	60	2	Tidak	23	2
	10	Score B		5			2		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		5			2		
	C	Final C Score		5			4		
13		Activity Score	Static	Tidak			Tidak		
		Repeated	Ya			Ya			
		Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak			
		Skor Akhir REBA		6			5		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

RINCIAN ANALISIS POSTUR KERJA									
Nama Nekerja		Arifin			Operasi			Melubangi	
Langkah	Bagian	Kondisi	Kiri			Kanan			
			Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	Nilai Kondisi	Besar sudut (°)	Skor	
A	1	Neck	Twisted	Tidak	54	2	Tidak	54	2
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	2	Trunk	Twisted	Tidak	18	2	Tidak	18	2
		Side Bending	Tidak			Tidak			
	3	Leg	Both Leg down	Tidak	27	2	Tidak	0	2
		On leg Down	Ya			Ya			
4	Score A		4			4			
5	Load	Shock	Ya			Ya			
6	Final A Score		5			5			
B	7	Upper Arm	Shoulder Raised	Tidak			Tidak		
		Arm Abducted	Tidak	31	2	Ya	62	4	
		Supported	Tidak			Tidak			
	8	Lower Arm			90	1		65	1
		Wrist	Twisted/Bent	Tidak	10	1	Tidak	14	1
	10	Score B		1			4		
	11	Coupling	Good	Ya			Ya		
			Fair	Tidak			Tidak		
			Poor	Tidak			Tidak		
			Unacceptable	Tidak			Tidak		
	12	Final B Score		1			4		
	C	Final C Score		4			5		
13		Activity Score	Static	Ya			Ya		
		Repeated	Tidak			Tidak			
		Rapid or Unstable Base	Tidak			Tidak			
		Skor Akhir REBA		5			6		
Level Risiko		Medium			Medium				
Tindakan		Necessary			Necessary				

Lampiran 18: Dokumentasi



Pengumpulan data S.NQ



Contoh Kesalahan & Rework



Pengukuran dengan Highmeter



Pengukuran dengan Antropometer



Pengukuran Sikap Kerja Sebelum Perbaikan (Arifin)



Pengukuran Sikap Kerja Sebelum Perbaikan (Amin)



Fabrikasi Meja dan Tool Cart



Proses Pengelasan



Pengukuran Sikap Kerja Setelah Perbaikan (Amin)



Pengukuran Sikap Kerja Setelah Perbaikan (Arifin)



Pengukuran Massa Komponen dan Peralatan



Lampiran 19: Hasil *Similarity Test*

PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA PENGELASAN
UNTUK MENURUNKAN PERSENTASE REWORK

ORIGINALITY REPORT

4%	3%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet Source	<1%
2	123dok.com Internet Source	<1%
3	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
4	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1%
5	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1%
6	pt.scribd.com Internet Source	<1%
7	dspace.uui.ac.id Internet Source	<1%
8	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1%
9	docplayer.info	