

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan pendapatan informasi-informasi yang akan digunakan pada penelitian dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Tinjauan pustaka mengkaji penentuan alternatif solusi dengan metode yang digunakan. Tinjauan pustaka ini juga digunakan untuk penyesuaian metode-metode yang lebih efisien dan efektif akan permasalahan yang dikaji. Penentuan tinjauan pustaka dapat diperoleh melalui jurnal, buku, penelitian terdahulu dan seluruh tulisan yang sudah terbukti dan sesuai dengan kebenarannya. Tinjauan pustaka untuk penelitian ini dilakukan menggunakan bantuan dari *database google scholar*.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan tidak lepas dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan yaitu penelitian terdahulu ini akan menjadi bahan masukan, pertimbangan serta kajian untuk penelitian tugas akhir ini. Pada penelitian Septian & Herwanto (2022), penentuan target produksi dengan perhitungan waktu baku secara *real time* dengan menggunakan metode *stopwatch time study*. Metode *stopwatch time study* ini dilakukan dikarenakan pekerjaan yang dilakukan oleh operator merupakan pekerjaan yang dilakukan secara *repetitive*. Dengan dilakukan penelitian ini, dilakukan mulai dari perhitungan waktu siklus dari elemen-elemen kerja sampai penentuan target yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan *allowance*.

Penentuan target produksi menurut Pangaribuan dkk. (2022) dilakukan dengan penghitungan waktu baku produksi secara *work sampling* dikarenakan pekerjaan yang dilakukan bukan pekerjaan yang *repetitive*. Dalam penelitian ini juga dilakukan penentuan jumlah tenaga kerja langsung yang disesuaikan dengan waktu standar yang didapatkan selama penelitian berlangsung. Penentuan jumlah tenaga kerja langsung disesuaikan dengan variabel: target produksi setiap hari yang telah ditetapkan oleh perusahaan, jam kerja selama satu hari dan waktu standart per unit produksi.

Penelitian Pradana & Pulansari (2021) melakukan penelitian pada perusahaan PT XYZ memiliki target produksi sebesar 5.550 unit/hari. Berdasarkan hal tersebut

dilakukan analisis pengukuran waktu kerja operator untuk menunjukkan waktu siklus dan *output* standar berdasarkan waktu baku yang didapatkan. Dari hasil penelitian yang didapatkan tersebut diambil solusi yaitu adanya penambahan jumlah operator untuk mencapai target produksi yang diinginkan, hal ini dikarenakan *output* standar yang didapatkan masih belum mencapai target produksi yang diinginkan.

PT PDL perusahaan reagen yang diteliti oleh Astuti dkk. (2020) menjelaskan perhitungan waktu standart yang digunakan untuk penentuan tenaga kerja yang diperlukan. Selain penentuan jumlah tenaga kerja, dilakukan juga perhitungan jumlah mesin atau alat produksi yang digunakan. Metode yang digunakan yaitu pengukuran waktu kerja dengan *stopwatch* dan *routing sheet*. Hasil dari penelitian ini yaitu jumlah tenaga kerja direduksi dari 14 (empat belas) menjadi 11 (sebelas) pekerja. Jumlah mesin setelah perbaikan pada penelitian tersebut adalah diperlukan penambahan 2 (dua) unit timbangan digital.

Putri dkk. (2015) pada penelitiannya menyatakan bahwa sistem produksi *line* dipilih berdasarkan masing-masing stasiun kerja yang jelas dan teratur. Peningkatan kapasitas produksi juga dipengaruhi oleh tata letak fasilitas produksi yang dilakukan untuk keseimbangan lintasan produksi. Perubahan *layout* ini menjadi kelancaran sistem produksi dikarenakan kombinasi *process layout* dan *product layout*. Peningkatan produktivitas pada objek penelitian meningkat sebesar 52.1%.

Peningkatan produktivitas pada penelitian Kristanto & Saputra (2011) menyatakan bahwa operator mengalami rasa sakit pada bagian tertentu saat melakukan observasi. Adanya rasa sakit saat bekerja menyebabkan kurangnya kemampuan operator untuk bekerja sehingga hasilnya tidaklah optimal. Perancangan alat bantu ini disesuaikan dengan antropometri tubuh operator. Setelah dilakukannya impementasi rancangan meja dan kursi terjadi peningkatan produktivitas sebesar 18,18%.

Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik penelitian yang dilakukan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Tinjauan Pustaka Terdahulu Terkait dengan Proyek

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Marcelino Septian, Dene Herwanto	Penentuan Target Produksi berdasarkan waktu baku	Pekerja UMKM XYZ	<i>Stopwatch time study</i> , Penentuan Waktu Baku	Penentuan target produksi dilakukan dengan perhitungan waktu baku yang data waktu siklus diambil secara <i>real</i> dan diolah. Penentuan target ini juga disesuaikan dengan kelongraan yang diberikan.
Aditya Yudha Pradana, Farida Pulansari	Pengukuran Waktu Kerja untuk Peningkatan Target Produksi	Operator PT XYZ	<i>Stopwatch time study</i> , Penentuan Waktu Standar, Penentuan Output Standar dan Jumlah Operator	Dilakukan analisis waktu kerja dari operator untuk menunjukkan waktu kerja dan <i>output</i> standar yang dihasilkan. Dari data yang didapatkan dilakukan perhitungan jumlah pekerja untuk memenuhi target produksi yang diinginkan oleh perusahaan.
Karine Santoso Putri, I Gede Agus Widyadana, Henry Christian Palit	Peningkatan Kapasitas Produksi	Operator PT Adicitra Bhirawa	<i>Time Measurement</i> , Keseimbangan Lintasan, Kilbridge-Wster, Helgeson-Birne, Tata Letak Fasilitas	Pengoptimalan <i>line</i> produksi dengan memperhatikan produktivitas, pendistribusian elemen kerja, perhitungan bobot kerja sehingga setiap stasiun kerja dapat memiliki bobot kerja yang sama. Setelah tiap stasiun sudah terdistribusi secara merata dilakukan perancangan tata letak fasilitas untuk menciptakan keseimbangan produksi dan didapatkan peningkatan produksi sebesar 52.1%.
Omry Pangaribuan, Bungaran Tambun, Joslen Sinaga	Penentuan Tenaga Kerja dan Target Produksi	Pekerja CV Sinar Terso Medan	<i>Work Sampling</i> , Penentuan Waktu Standar, Waktu Baku	Penentuan target produksi dan tenaga kerja disesuaikan dengan waktu standart yang terjadi, target produksi, jam kerja dan waktu standar produksi per unit. Dan dalam penentuan tenaga kerja dibutuhkan tambahan pekerja yang optimal yaitu 8 pekerja.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Sri Astuti, Vivi Lusia, Anita Khairunnisa	Penentuan Tenaga Kerja dan Kebutuhan Mesin	Pekerja PT PDL dan Mesin Pembuatan Reagen	<i>Stopwatch time study, Routing sheet</i>	Penentuan jumlah tenaga kerja dan mesin menggunakan perhitungan waktu standart yang didapatkan adalah untuk pekerja dilakukan reduksi dari 14 menjadi 11 pekerja dan untuk mesin dilakukan penambahan 2 unit.
Trio Yonathan Teja Kusuma, Muhammad Farid Salafudin Firdaus	Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Optimal untuk Peningkatan Produktifitas Kerja	Pekerja UD. Rekayasa Wangdi W	Perencanaan Sumber Daya Manusia, <i>Rating Factor</i> , Penentuan Waktu Standar	Pada hasil penenlitan tersebut, dalam pemenuhan permintaan konsumen dilakukan penambahan tenaga kerja yang optimal pada bagian produksi. Tenaga kerja yang diperlukan sebanyak 15 tenaga kerja tambahan untuk dibagi menjadi 5 tim.
Miska Irani Tarigan	Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Optimal	Operator CV Juda Perdana	<i>Time Measurement</i> , Penentuan Waktu Standar	Penentuan jumlah tenaga kerja yang optimal pada perusahaan. Hasil dari penelitian didapatkan perusahaan membutuhkan delapan pekerja sehingga waktu standar dapat sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Waktu standar ini dapat digunakan sebagai acuan perusahaan
Yuamita, Sary	Percangan alat bantu	Industri Karton	Metode NIDA	Percangan alat bantu dilakukan untuk mempermudah operator dalam melakukan pekerjaanya. Terjadi peningkatan produksi sebesar 113% setelah penggunaan alat bantu.
Agung Kristanto, Dianasa Adhi Saputra	Perancangan meja dan kursi sebagai upaya peningkatan produktivitas	Operator Industri Barokah Jaya	<i>Produktivitas, Antropometri</i>	Perancangan meja dan kursi digunakan sebagai alat bantu peningkatan produktivitas dan juga mengurangi cedera dari operator saat bekerja. Perancangan dilakukan dengan pendekatan ergonomi yaitu disesuaikan dengan antropometri operator dan didapatkan peningkatan produktivitas 18.18%.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Aspek Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Rudy Firmana Prakosa, Alva Edy Tontowi	Perbandingan Metode Rasional dan Kreatif untuk Mendesain Alat Bantu Pasang Lampu	Produk Lampu Hemat energi	Metode Kreatif dan Rasional	Dilakukan perbandingan hasil desain lampu dengan dua metode yaitu kreatif dan rasional. Nilai bobot rasional yang didapatkan pada metode rasional adalah 7,49 lebih tinggi dari bobot kreatif yaitu 7,39. Hasil usabilitas menunjukkan <i>effeciency of use</i> menunjukkan metode kreatif 100% lebih tinggi dibandingkan metode rasional.
Ferida Yuamita, Retno Arum Sary	Perancangan <i>material handling</i> untuk pekerja	Seluruh pekerja CV Poetra Mandiri Karton bagian produksi	Survey menggunakan kuesioner <i>Nordic Body Map</i> (NBM), kuesioner NASA-TLX, observasi postur kerja menggunakan metode REBA	Dilakukan penelitian dan ditemukan adanya kelelahan fisik dan mental yang dikarenakan pekerja tidak memperhatikan postur tubuh saat bekerja, sehingga dilakukan evaluasi untuk postur tubuh yang ideal saat bekerja dan juga dilakukan perancangan <i>material handling</i> untuk meminimalisir kelelahan kerja.
M. Saiful Islam, Md. Abdur Rakib, ATM Adnan	Peningkatan produktivitas dengan <i>Systematic Layout Palnning</i>	<i>Bangladesh ready made garment</i> (RMG)	<i>Systematic Lyout Palnning</i>	Peningkatan produktivitas pada industri setelah dilakukan perbaikan layout pada produksi kaos lengan pendek. Peningkatan terjadi pada pekerja sebesar 20,9%, pada mesin 8,1%, dan efisiensi <i>line</i> sebesar 20,91%.
Sandra Nur Irrawan, Risma A. Simanjuntak, Muhhamad Yusuf	Perbaikan Layout dan Tata Letak Fasilitas	Industri produksi alat musing Agung Drumband	<i>Systematic Lyout Palnning</i> dan 5S	Dilakukan perbaikan luas area pabrik dari 1860 m ² menjadi 1680 m ² . Jarak perpindahan <i>material handling</i> dari sebelumnya 157,7 m menjadi 82,8 m. jarak perpindahan <i>material handling</i> lebih efisien 52,5%.

2.1.2. Keunikan Masalah

Keunikan dari observasi yang dilakukan pada perusahaan ini adalah objek yang diteliti merupakan pekerja yang memerlukan intensitas yang tinggi dengan *style* jahitan bra “222212”. *Style* ini merupakan *style* pertama kali di perusahaan dan *style* yang cukup sulit dikerjakan. Selain itu pandangan masalah tiap-tiap *stakeholder* juga berbeda.

Keunikan penelitian ini dari penelitian lainnya apabila dibandingkan adalah adanya implementasi target usulan dan alat bantu produksi pada *line* produksi. Penyesuaian target produksi dan perancangan alat bantu memiliki hubungan yaitu meningkatkan rasio ketercapaian produksi. Penyesuaian target produksi dilakukan dengan memperhatikan kondisi *rill operator*, sehingga target yang diberikan sesuai dengan kemampuan saat bekerja. Perancangan alat bantu dilakukan untuk mengurangi *wasting time* dan gerakan boros, sehingga *output* produksi meningkat dan rasio ketercapaian target juga meningkat.

2.2. Dasar Teori

Berikut dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2.1. *Time Study and Motion Study*

Time Study (Studi Waktu) and *Motion Study* (Studi Gerakan). *Time and motion study* merupakan suatu pendekatan yang mengarah ke *engineering* untuk memilih metode yang akan digunakan berhubungan dengan rancangan sebuah stasiun kerja yang diinginkan oleh perancang atau pihak perusahaan. Yulianto (2009) *time and motion study* merupakan suatu kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang karyawan untuk mengerjakan suatu aktivitas kerja pada kondisi dan durasi kerja yang normal. Menurut Mundel, istilah *time and motion study* memiliki pengertian masing-masing, yaitu:

1. Aspek studi gerakan (*motion study*) meliputi penjelasan, analisis terstruktur, dan pengembangan teknik kerja dalam menentukan bahan baku, hasil desain, proses, alat dan fasilitas, lokasi kerja dan perlengkapan untuk setiap tahap dalam suatu proses, aktivitas manusia yang melakukan masing-masing aktivitas. Adapun tujuan *motion study* adalah untuk menentukan atau merancang teknik kerja yang sesuai untuk menyelesaikan sebuah aktivitas kerja.

2. Fokus utama dari *time study* meliputi variasi metode untuk menetapkan durasi yang dibutuhkan dengan standar pengurukan waktu yang telah ditetapkan, 20 untuk setiap tugas yang melibatkan tenaga manusia, peralatan atau gabungan dari keduanya (Ciptani, 2008).

Terdapat dua metode pengukuran *time and motion study* yaitu (Yuniarto, 2022) :

1. Pengukuran waktu secara langsung

Metode pengukurannya dilakukan secara langsung dengan mengamati pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan atau operator dan mencatat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan tugasnya. Sebelumnya, operasi kerja dibagi menjadi elemen-elemen kerja yang terperinci dengan syarat masih dapat diamati dan diukur. Pengukuran langsung dapat dilakukan dengan menggunakan metode *stopwatch time study* dan *work sampling*.

2. Pengukuran waktu secara tak langsung

Cara pengukurannya dengan melakukan penghitungan waktu kira peneliti tidak berada di tempat pekerjaan yang diukur. Cara pengukuran tidak langsung ini dengan menggunakan data waktu baku dan data waktu gerakan (*predetermined time system*).

Pengukuran jam henti dengan menggunakan *stopwatch* merupakan metode yang digunakan untuk melihat waktu yang diperlukan pekerja dalam melakukan pekerjaan yang dilakukannya. Dalam hal ini pengukuran waktu dilakukan saat pekerjaan tersebut berlangsung dengan baik atau berada pada waktu standard dan pekerja atau operator yang bekerja juga dalam kondisi yang sehat jasmani dan rohani. *Time study* ini dapat dilakukan pada saat operator berada pada kurva belajar yang standart. Pengukuran yang dilakukan mulai dari dari awal pekerjaan sampai selesai sesuai dengan sistem kerja yang biasanya disesuaikan dengan sistem pekerjaan dari pimpinan atau perusahaan sendiri.

2.2.2. Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan menunjukkan pencerimanan yang dilakukan oleh pengamat untuk menentukan tingkat kepastian dalam melakukan pengukuran pada objek yang diamati. Tingkat ketelitian dalam hal ini menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu proses operasi atau pekerjaan yang berlangsung. Sedangkan tingkat

keyakinan merupakan besar keyakinan yang ditentukan oleh pengamat yang berdasarkan data yang telah diamati. Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan biasanya dinyatakan dalam satuan persen. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan bahwa semakin besar tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan maka diperlukan waktu pengukuran yang lebih banyak.

2.2.3. Keseragaman Data

Dalam menyelesaikan pekerjaan dilakukan pengukuran yang biasanya operator tidak mengetahui adanya perubahan-perubahan pada sistem kerja, Perubahan ini merupakan hal yang wajar dan biasanya masuk kedalam kategori *non-value added necessary*. Keadaan yang berubah ini haruslah diterima dengan kondisi perubahan tersebut sudah sewajarnya terjadi, dan karena ini lah diperlukan waktu kewajaran yaitu waktu nya haruslah seragam. Dalam penentuan keseragaman data ini diperlukan batas-batas kontrol untuk memastikan data pengukuran tidak ada yang melewati batas-batas kontrol tersebut. Jika ditemukan data yang melewati batas-batas kontrol ini akan menyebabkan data tidak seragam dan terjadi masalah pada sistem kerja yang sedang terjadi.

Dalam pengujian keseragaman data dilakukan beberapa elemen perhitungan diantaranya adalah, rata-rata, standar deviasi, batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Berikut merupakan rumus perhitungannya.

A. RATA-RATA

Ditentukan nilai rata-rata nilai dari sub grup waktu siklus dari pengamatan yang telah dilakukan. Berikut persamaan 2.1. yang digunakan dalam menghitung rata-rata subgrup.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata sub grup

$\sum xi$ = Total sub grup

n= Frekuensi sub grup

B. STANDAR DEVIASI

Dilakukan penentuan nilai standar deviasi dari waktu siklus pengamatan yang telah didapatkan. Berikut persamaan 2.2. yang digunakan dalam menghitung standar deviasi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{n}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

σ = Standar deviasi

$\sigma\bar{x}$ = Standar deviasi rata-rata

n= Frekuensi data

C. BATAS KONTROL ATAS

Dalam uji kecukupan data dilakukan penentuan batas-batas kontrol sehingga dapat dilihat apakah data berada di luar batas kendali (Sutalaksana, 1979). Berikut persamaan 2.3. untuk penentuan batas kendali atas.

$$BKA = \bar{x} + (2 \times \sigma\bar{x}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

BKA = Batas Kendali Atas

$\sigma\bar{x}$ = Standart deviasi rata-rata

\bar{x} = Rata-rata sub grup

D. BATAS KONTROL BAWAH

Selain batas kontrol atas diperlukan juga batas kontrol bawah, berikut persamaan 2.4. yang digunakan untuk penentuan batas kendali bawah.

$$BKB = \bar{x} - (2 \times \sigma\bar{x}) \quad (2.4)$$

Keterangan:

BKB = Batas Kendali Bawah

$\sigma\bar{x}$ = Standart deviasi rata-rata

\bar{x} = Rata-rata sub grup

2.2.4. Faktor Penyesuaian

Penyesuaian maksudnya adalah keadaan untuk menormalkan waktu siklus produksi yang dilakukan operator dikarenakan kecepatan yang tidak sesuai. Hal ini karena konsep wajar yaitu seorang operator yang memiliki pengalaman tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai cara kerja yang

telah ditetapkan dan menunjukkan kesungguhan didalam menjalankan pekerjaannya. Faktor penyesuaian ini dilakukan karena dalam mengerjakan tugas atau pekerjaan pasti memiliki waktu normal pada suatu sistem kerja. Dalam pengukuran waktu produksi, pengukur wajib memperhatikan kewajaran kerja yang dilakukan oleh operator, yang ketidakwajaran ini dapat terjadi karena beberapa faktor contohnya operator tergesa-gesa melakukan pekerjaannya atau kondisi tempat kerja yang kurang ideal menyebabkan operator tidak nyaman saat melakukan pekerjaannya.

<i>SKILL</i>			<i>EFFORT</i>		
+0,15	A1	<i>Super skill</i>	+0,13	A1	<i>Super skill</i>
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	<i>Excellent</i>	+0,10	B1	<i>Excellent</i>
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	<i>Good</i>	+0,05	C1	<i>Good</i>
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
<i>CONDITION</i>			<i>CONSISTENCY</i>		
+0,06	A	<i>Ideal</i>	+0,04	A	<i>Ideal</i>
+0,04	B	<i>Excellent</i>	+0,03	B	<i>Excellent</i>
+0,02	C	<i>Good</i>	+0,01	C	<i>Good</i>
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

Gambar 2. 1. Faktor Penyesuaian Metode Wastinghouse

Sumber: https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/2017_APK_09_Faktor_Penyesuaian-Allowance.pdf

2.2.5. Faktor Kelonggaran

Faktor kelonggaran merupakan faktor yang diberikan kelonggaran kepada pekerja atau operator saat melakukan pekerjaannya. Hal ini dikarenakan kelonggaran dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk kebutuhan pribadinya, mengurangi atau

menghilangkan fatigue dan jika terdapat hambatan-hambatan pada pekerja yang sama sekali tidak dapat dihindari. Ketiga hal ini merupakan salah satu yang dibutuhkan pekerja karena dalam melakukan pekerjaan pasti terdapat hambatan dalam pekerjaannya, dan hal-hal ini tidak dihitung ataupun diukur. Menurut Satalaksana (1979), karena sesuai dengan pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan.

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
			Pria	Wanita
A. Tenaga yang dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	tanpa beban	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,0-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18,00-27,00	19,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	diasas 50 kg		
B. Sikap kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan			0,00-1,0
2. Berdiri di atas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki			1,0-2,5
3. Berdiri di atas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol			2,5-4,0
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan			2,5-4,0
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki			4,0-10,0
C. Gerakan kerja				
1. Normal	Ayunan bebas dari palu			0
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu			0-5
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan			0-5
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala			5-10
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit			10-15
D. Kelelahan mata *)				
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur		Pencapaian Baik	Buruk
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		0,0-6,0	0,0-6,0
3. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		6,0-7,5	6,0-7,5
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain		7,5-12,0	7,5-16,0
5. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap			12,0-19,0	16,0-30,0
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah			19,0-30,0	
E. Keadaan suhu tempat kerja **)				
1. Beku	Suhu (°C) di bawah 0	Kelelahan normal di atas 10		Berlebihan di atas 12
2. Rendah	0-13	10-0		12-5
3. Sedang	13-22	5-0		8-0
4. Normal	22-28	0-5		0-8
5. Tinggi	28-38	5-40		8-100
6. Sangat tinggi	di atas 38	di atas 40		di atas 100
F. Keadaan atmosfer ***)				
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar			0
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)			0-5
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun atau tidak beracun tetapi banyak			5-10
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat pernapasan			10-20
G. Keadaan lingkungan yang baik				
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah				0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik				0-1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik				1-3
4. Sangat bising				0-5
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas				0-5
6. Terasa adanya getaran lantai				5-10
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)				5-15
*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan				
**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi				
***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim				
Catatan pelengkap : kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi : Pria = 0- 2,5% , Wanita = 2-5%				

Gambar 2. 2. Faktor Kelonggaran

Sumber: https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/2017_APK_09_Faktor_Penyesuaian-Allowance.pdf

2.2.6. Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku

A. Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk. Berikut merupakan persamaan 2.5 yang digunakan untuk perhitungan waktu siklus suatu operasi.

$$W_s = \frac{\sum xi}{N} \quad (2.5)$$

Keterangan:

W_s = Waktu Siklus

$\sum xi$ = Total Waktu perakitan

N = Banyaknya perakitan

B. Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu penyelesaian dalam kondisi wajar, yang dalam hal ini faktor penyesuaian menjadi salah satu komponennya. Pada persamaan 2.6. berikut digunakan untuk menghitung waktu normal proses operasi.

$$W_n = W_s \times p \quad (2.6)$$

Keterangan:

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Siklus

p = faktor penyesuaian

C. Waktu Baku

Waktu standart waktu atau waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan yaitu faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran menjadi komponen untuk menentukan waktu ini. Berikut persamaan 2.7. yang digunakan untuk penentuan waktu baku pada proses operasi.

$$W_b = W_n \times (1 + \alpha) \quad (2.7)$$

Keterangan:

W_n = Waktu Normal

W_b = Waktu Baku

α = faktor kelonggaran

2.2.7. Perancangan Tata Letak Fasilitas

Menurut Stephens & Meyers (2013), *layout* adalah susunan fisik dari sebuah sistem produksi yang berupa mesin, stasiun kerja, orang, lokasi seluruh material, dan *material handling equipment*. Kebutuhan perancangan tata letak fasilitas manufaktur dapat dibagi menjadi 5 kategori, yaitu: fasilitas baru, produk baru,

perubahan desain, pengurangan biaya, dan *retrofit*. Perancangan dilakukan agar aliran material maupun orang dapat di minimalkan sehingga biaya yang dihasilkan juga minimal. Menurut Heragu (2016) terdapat dua perancangan fasilitas yaitu pendekatan secara tradisional dan algoritma.

a. Pendekatan tradisional

i. Metode *Systematic Layout Planning*

Metode *systematic layout planning* (SLP) adalah metode untuk merancang tata letak yang dibuat oleh Richard Muther pada tahun 1961. Metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi, memvisualisasi, dan menilai aktivitas, hubungan, serta alternatif dari sebuah perancangan tata letak. *Input* yang diperlukan untuk menggunakan metode ini adalah aliran material, diagram hubungan dan diagram relasi (Jain & Yadav, 2017).

ii. Prosedur Tata Letak Fasilitas Meyers & Stephens

Prosedur tata letak fasilitas yang dirancang oleh Meyers & Stephens memiliki langkah-langkah sebanyak 24 yang dapat diikuti. Hasil rancangan akan sangat tergantung dari kemampuan perencana untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang diperoleh.

b. Metode Algoritma

i. Algoritma optimal

Algoritma optimal didefinisikan sebagai algoritma yang selalu menghasilkan solusi terbaik atau yang terbaik dari beberapa alternatif. Algoritma optimal tidak dapat digunakan untuk permasalahan yang kompleks, dikarenakan waktu penyelesaiannya lama. Berdasarkan pertimbangan tersebut, algoritma ini lebih tepat untuk digunakan pada permasalahan yang tidak kompleks.

ii. Algoritma heuristik

Dibandingkan dengan algoritma optimal, algoritma heuristik dapat dilakukan dengan komputasi yang lebih rendah. Secara umum, terdapat tiga algoritma heuristik yaitu *construction algorithms*, *improvement algorithms*, dan *hybrid algorithms*. *Construction algorithms* digunakan untuk menghasilkan tata letak fasilitas dari awal. *Improvement algorithms* digunakan pada *layout* yang sudah ada agar menjadi lebih baik. Metode *hybrid algorithms* menggunakan *construction algorithms* sebagai *layout* awalnya lalu diperbaiki menggunakan *improvement algorithms*.

2.2.8. Penentuan Jumlah Pekerja

Perencanaan sumber daya manusia dilakukan untuk menyesuaikan beban kerja yang akan diterima sehingga tidak terjadi kelebihan ataupun kekurangan beban kerja. Dalam penentuan jumlah pekerja harus memperhatikan komponen yang ada dalam perusahaan seperti stasiun kerja, biaya dan lainnya. Sumber daya manusia merupakan satu-satunya sumber daya yang nyata yang memerlukan kinerja yang terampil dan terasah. Perusahaan dengan sumber daya manusia yang optimal dapat meningkatkan bisnis perusahaan (Siddiq, 2022). Perencanaan kebutuhan karyawan yang optimal harus memperhatikan beberapa komponen yang ada di perusahaan, karena komponen ini digunakan dalam menentukan jumlah karyawan. Penetapan uraian pekerjaan dan pengetahuan serta keterampilan suatu pekerjaan akan memberikan kejelasan dalam hal proses pelaksanaan pekerjaan dan juga bermanfaat dalam penentuan jumlah karyawan. Analisis pekerjaan adalah prosedur yang digunakan untuk menentukan tanggung jawab posisi pada setiap karyawan, dan karakteristik orang-orang yang bekerja pada posisi tersebut. Analisis pekerjaan memberikan informasi untuk membuat deskripsi pekerjaan (daftar tentang pekerjaan) dan spesifikasi pekerjaan (jenis orang yang harus dipekerjakan pada pekerjaan tersebut) (Darsini dkk., 2021).

2.2.9. Alat Bantu Produksi

Alat bantu produksi merupakan alat bantu yang dirancang untuk membantu proses produksi sehingga pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien. Alat bantu produksi ini dirancang untuk mereduksi waktu operasi, mengurangi gerakan-gerakan tubuh terutama gerakan-gerakan *non-value added*, dan juga meningkatkan jumlah produksi saat bekerja. Perancangan alat bantu produksi disesuaikan dengan identifikasi kebutuhan operator, penyesuaian spesifik alat bantu produksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Montororing & Sihombing (2020) penggunaan alat bantu kerja yang ergonomis dapat mengurangi kelelahan kerja. Menurut Yuamita & Sary (2016) alat bantu kerja dapat digunakan untuk mengurangi kelelahan pekerja dan meningkatkan produktivitas pekerja. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan alat bantu kerja, yaitu:

a. Ergonomi

Ergonomi berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata, yaitu "*ergon*" yang berarti kerja dan "*nomos*" yang berarti hukum atau kaidah (Sugiono dkk., 2018). Ergonomi merupakan salah satu ilmu yang mempelajari perilaku manusia saat

bekerja (Letho & Buck, 1999). Berdasarkan hal ini perlu dipelajari informasi-informasi akan kemampuan, keterbatasan manusia dalam bekerja, perancangan sistem kerja yang efisien, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE). Berdasarkan hal tersebut dalam perancangan alat bantu produksi yang akan dikerjakan konsep ergonomi ini sangatlah diperlukan. Jika dalam perancangan alat bantu produksi tanpa menyesuaikan dengan ergonomi tubuh objek yang dilakukan penelitian maka, produk yang dihasilkan tidak bisa berfungsi secara optimal terhadap objek yang diteliti. Tujuan dari penerapan ergonomi adalah agar dapat menyelesaikan pekerjaan dengan tepat, efisien, nyaman, dan aman.

b. Antropometri

Santoso dkk. (2014) menyatakan antropometri dari "*anthro*" yang berarti manusia dan "*metri*" yang berarti dimensi atau ukuran. Antropometri merupakan ilmu yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam perancangan produk. Data antropometri sendiri biasanya digunakan dalam ergonomi untuk menentukan dimensi fisik ruang kerja, peralatan, perabotan dan pakaian untuk memastikan ketidaksesuaian fisik antara dimensi peralatan dan produk serta dimensi pengguna yang sesuai dihindari (Bridger, 2003). Pada umumnya terdapat tiga jenis persentil pada ilmu ergonomi, dari yang paling kecil yaitu persentil 5, persentil 50, dan yang terbesar adalah persentil 95. Persentil 5 itu mempresentasikan untuk tubuh kecil. Persentil 50 mempresentasikan untuk rata-rata, dan persentil 95 mempresentasikan untuk tubuh yang besar.

Dalam perncangan alat bantu produksi dapat digunakan dengan beberapa metode, yaitu metode NIDA, metode kreatif dan metode rasional.

1. Metode NIDA

Metode NIDA merupakan kepanjangan dari *need* (kebutuhan), *idea* (gagasan), *decision* (keputusan), dan *action* (tindakan) (Ulrich, 2003). Metode NIDA dirancang sesuai dengan kebutuhan pekerja untuk meminimalkan permasalahan. Lalu dilakukan pengembangan ide yang inovatif sehingga menghasilkan alat bantu baru yang lebih efisien saat digunakan. Setelah dilakukan perancangan alat bantu, kemudian dilakukan penentuan alternatif perancangan dengan dimensi fasilitas data yang sudah disesuaikan. Dari hasil rancangan produk dilakukan analisis terkait penyesuaian pekerja dalam penggunaan alat bantu. Setiap komponen dalam perancangan alat bantu menggunakan metode NIDA sesuai dengan kebutuhan utama.

2. Metode Rasional dan Kreatif

Metode desain yang terdapat pada proses desain produk terdapat dua metode utama yaitu metode rasional dan metode kreatif (Cross,1994). Metode rasional adalah metode yang menggunakan suatu urutan yang sistematis dalam setiap tahapnya sedangkan metode kreatif adalah metode untuk menambah mengalirnya ide-ide dengan menghilangkan batas mental yang menghalangi kreatifitas. Pemikiran secara rasional dan kreatif pada desain produk tidak dapat dipisahkan secara nyata. Pemikiran rasional tanpa kreatif tidak akan berjalan dengan baik, begitu juga sebaliknya tanpa rasional maka pemikiran kreatif tidak akan berjalan dengan baik. Hasil perancangan dari pemikiran secara rasional dan kreatif yang penggunaannya melibatkan manusia harus mempertimbangkan tingkat usability yang baik. Tingkat usability yang baik antara lain harus memperhatikan aspek *learnability*, *efficiency of use*, *error*, dan *satisfaction* (Nielsen, 1993).

