2. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan jumlah hasil *output* produksi dalam bentuk kuantitas di rentang periode tertentu dari suatu proses pada lantai produksi. Umumnya, kapasitas yang diinginkan adalah kondisi maksimum dalam memproduksi suatu produk (Setiabudi et al., 2018). Kondisi maksimum disini didapat dari adanya perencanaan dan pengalokasian sumber daya (waktu, orang, dan perencanaan) yang tepat sehingga keuntungan yang didapat juga *optimal*. Adapun empat kriteria kinerja utama dalam manajemen kapasitas di sebuah organisasi/perusahaan, yaitu : kualitas, biaya, kecepatan, dan fleksibilitas (Adi Putra et al., 2015) Menurut Adi Putra et al., (2015) berdasarkan pembagian waktunya, kapasitas terbagi menjadi 3, yaitu:

1. Kapasitas Jangka Panjang (>1 tahun) : berupa penambahan terhadap jumlah fasilitas dan peralatan.
2. Kapasitas Jangka Menengah (3-12 bulan) : berupa penambahan jumlah pekerja, jam kerja, peralatan, dan sebagainya.
3. Kapasitas Jangka Pendek (1-3 bulan) : menggunakan kapasitas yang sudah ada.

Tujuan dari adanya kapasitas produksi adalah agar perusahaan dapat menentukan jumlah produk yang dapat diproduksi, meminimalisir risiko tidak dapat memenuhi permintaan pasar, dan membantu dalam penentuan pengadaan bahan baku sehingga tidak *stock out* atau berlebihan selama rentang waktu tertentu untuk memenuhi tuntutan permintaan. Data waktu baku dari suatu elemen kerja selanjutnya dipilih yang memiliki waktu paling lama untuk menjadi waktu kritis dalam memperhitungkan kapasitas dari suatu stasiun kerja dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Kapasitas\ Produksi = \frac{Total\ waktu\ produksi}{WB\ dari\ waktu\ terlama\ pada\ suatu\ stasiun\ kerja} \quad (2.1)$$

2.2. Pengertian Perencanaan Produksi

Pada era digitalisasi saat ini, terdapat tiga unsur utama yang berperan dalam mendukung kesuksesan perusahaan, yaitu dikenal dengan nama *the triangular linkage of company* yang meliputi konsumen, persaingan bisnis, dan perusahaan (Anatan & Ellitan, 2018). Kunci keberhasilan dalam suatu perusahaan juga bergantung pada keunggulan yang kompetitif

dalam memenuhi permintaan pelanggan sebagai pembeda dari perusahaan lainnya (Kothandaraman & Wilson, 2001). Salah satu faktor agar perusahaan dapat lebih bersaing secara bisnis, yaitu dengan meningkatkan efisiensi dari produksi.

Perencanaan produksi merupakan suatu aktivitas penentuan target atau *output* produksi pada suatu periode yang akan datang, sesuai dengan perkiraan/peramalan. Perencanaan produksi yang baik perlu dibarengi dengan manajemen persediaan yang baik sehingga efisiensi sistem persediaan dan produksi perusahaan menjadi lebih baik. Terdapat beberapa terminologi untuk kapasitas, yaitu (Heizer, J. & Render, B., 2015) :

1. Kapasitas Desain: merupakan hasil maksimum pada periode tertentu saat di kondisi ideal.
2. Kapasitas Efektif: merupakan kapasitas yang diharapkan oleh perusahaan.
3. Pemanfaatan (*utilization*): persentase pencapaian kapasitas desain yang secara nyata tercapai. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Utilitas = \frac{Aktual\ Output}{Kapasitas\ Desain} \tag{2.2}$$

4. Efisiensi (*Efficiency*): kapasitas efektif yang secara nyata tercapai. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Efisiensi = \frac{Kapasitas\ Aktual}{Kapasitas\ Efektif} \tag{2.3}$$

2.3. Produktivitas

Produktivitas adalah rasio dari hasil (*output*) yang dibagi dengan beberapa sumber daya (*input*) yang diberikan (Heizer, J. & Render, B., 2015). Peningkatan produktivitas sebanding dengan peningkatan efisiensi. Peningkatan produktivitas biasanya dilakukan dengan 2 opsi cara, yaitu: meminimalisir/ mengurangi *input* yang diberikan atau tetap mempertahankan *input* tetapi hasilnya lebih banyak.

$$Produktivitas = \frac{output}{input} \tag{2.4}$$

2.4. Pengujian Statistik

2.4.1. Statistik Sampel dan Parameter Populasi

Populasi merupakan suatu kumpulan objek penelitian atau pengamatan. Sampel merupakan bagian yang ada di dalam populasi itu sendiri. Supranto (2007) menyatakan bahwa

data yang dikumpulkan dari keseluruhan populasi adalah data yang sesungguhnya (parameter), sedangkan data yang ditarik sejumlah beberapa sampel dari suatu populasi adalah hasil data dugaan yang biasa disebut juga dengan data statistik. Adapun beberapa contoh populasi, yaitu populasi dari orang-orang yang bekerja sebagai *operator* di PT. X. Sampling biasanya dilakukan oleh peneliti karena tidak memungkinkan jika harus meneliti keseluruhan data dari suatu populasi secara utuh.

2.4.2. Penarikan Sampel

Sampling atau penarikan sampel merupakan suatu proses pengambilan atau pemilihan suatu elemen dari suatu populasi yang ingin diteliti karakteristiknya. Tujuan dilakukannya penarikan sampel adalah karena metode ini lebih cepat dan murah daripada jika mengambil data keseluruhan populasi yang ada. Beberapa karakteristik populasi menurut Surdayono (2012), yaitu :

1. *Mean* : rata-rata populasi
2. *Population variance* : parameter populasi
3. Kecenderungan-kecenderungan pusat (*central tendencies)*
4. Dispersi dan statistik lainnya.

   Selanjutnya, berdasarkan jenis sampelnya, yaitu :

1. Penarikan Probabilitas : pengambilan sampel acak dari suatu populasi
2. Penarikan Non-Probabilitas : bukan merupakan sampel probabilitas, melainkan sampel yang bersifat subjektif dan dipilih berdasarkan pertimbangan pribadi mengenai waktu, tenaga, dan biaya yang sesuai dengan tujuan penelitian (Sudaryono, 2012).

2.4.3. Tes Hipotesis Perbedaan Dua *Mean*

Tujuan dari dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan dari dua *mean*. Misalnya, apakah terdapat perbedaan antara rata-rata gaji pekerja tambang dalam negeri dan luar negeri. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian hipotesis menurut Sudaryono (2012) :

1. Penentuan Ho (data tidak berbeda secara signifikan($\mu1=\mu2$)) dan H1 (data berbeda secara signifikan($\mu1\neq\mu2$))
2. Penentuan tingkat toleransi kesalahan (alpha (α)).

   Nilai Z dengan toleransi kesalahan 5% = 1.96.
3. Kriteria Pengujian

- Jika $n_a + n_b - 2 > 30$ *maka gunakan nilai Z tabel*
- Jika $n_a + n_b - 2 < 30$ *maka gunakan nilai t tabel*
- Ho ditolak jika nilai Zhitung < -*zα/*2 atau Zhitung >+ *zα/*2

Rumus Pengujian :

$$Zhitung = \frac{X_A - X_B}{\sqrt{\frac{S_A^2}{nA} + \frac{S_B^2}{nB}}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

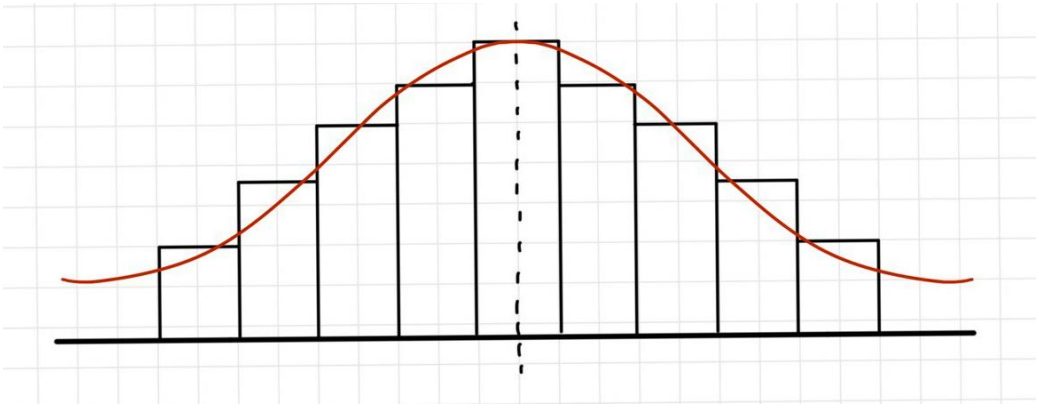
X̄ : nilai rata-rata

S : Standar deviasi

n : jumlah data

2.5. Distribusi Normal

Sekumpulan data akan dikategorikan berdistribusi normal jika memiliki kesamaan antara rata-rata dari nilai variabelnya dengan median dan dengan modus dari data tersebut (Sudaryono, 2012). Distribusi ini memiliki bentuk kurva normal atau kurva genta *(bell-shaped curve)* seperti yang terlihat pada gambar 2.1 (Haryono,2008).



Gambar 2. 1 Kurva Distribusi Normal

Menurut Sudaryono (2012), alasan penggunaan distribusi normal dalam kebanyakan analisis statistik, yaitu :

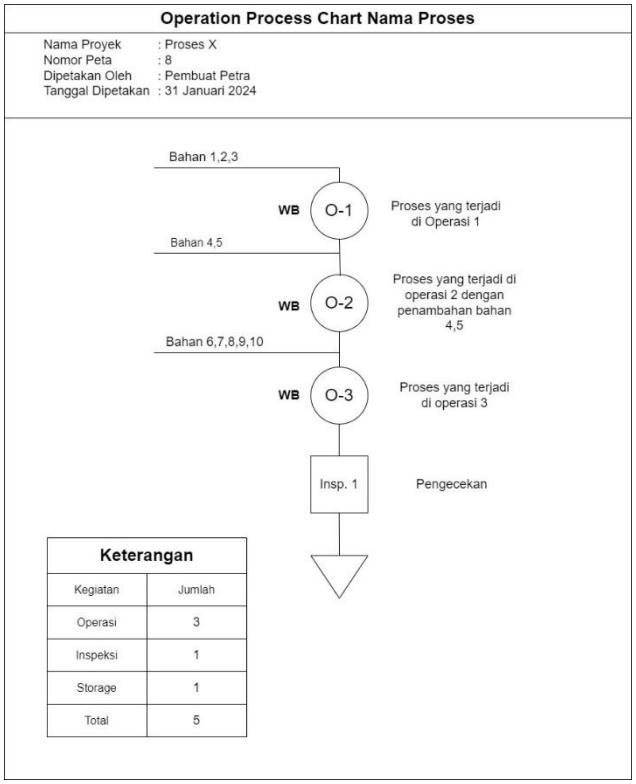
1. Distribusi normal dapat diterapkan untuk kebanyakan situasi, khususnya jika ingin mengetahui hasil kesimpulan dari sampel yang digunakan.
2. Distribusi normal sangat cocok jika digunakan untuk menganalisis fenomena dari data yang bersifat kontinu (tinggi, suhu, waktu, dan sebagainya).

2.6. *Operation Process Chart*

Peta proses merupakan peta kerja yang menggambarkan operasi dari suatu proses produksi dalam bentuk diagram untuk menunjukkan langkah-langkah proses dari bahan baku secara berurutan, serta pemeriksaan bahan baku dari awal sampai menjadi produk jadi. *Operation Process Chart* menunjukan urutan secara kronologis (sesuai dengan urutan waktu kerja) dari *operation*, *inspection*, waktu *allowance*, serta bahan baku yang digunakan pada 1 unit produk secara keseluruhan (Wignjosoebroto, 2009). Peta *Operation Process Chart* dapat membantu untuk mengetahui berapa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan menunjukan waktu dalam suatu proses (waktu baku) tetapi tidak menunjukan *delay* dan *transportation*. Terdapat aktivitas kombinasi, seperti *operation* dengan *inspection*. Langkah-langkah dalam menganalisa operasi proses kerja :

1. Mengidentifikasi masalah.
2. Menyajikan data untuk menguatkan alasan mengapa hal tersebut bermasalah.
3. Menganalisa data
4. Merancangkan metode yang terbaik (jelas, akurat, kritis, dapat diterapkan, ekonomis, dan efektif)

Adapun bagian-bagian yang harus terlampir pada peta kerja OPC, yaitu:



Gambar 2. 2 *Operation Process Chart*

Berdasarkan Gambar 2.2 berikut adalah keterangan dari bagian-bagian yang ada di *Operation Process Chart* :

1. Identitas peta kerja, nama produk, metode, part yang dikerjakan, revisi ke berapa, dan tanggal.
2. Bahan baku yang akan digunakan untuk proses selanjutnya.
3. Arti simbol : lingkaran O-1 artinya *operation* ke-1 dan kotak I-1 artinya *inspection* ke-1.
4. Waktu baku (waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk membuat 1 unit produk pada kondisi ideal).
5. *Summary* : ringkasan jumlah aktivitas yang terjadi.
6. Elemen kerja (gabungan dari beberapa gerakan : umumnya >6 detik), contohnya: menyetrika baju, menyusun kartu, dan sebagainya.

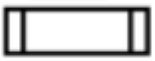
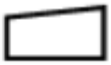
Gambar 2. 3 The ASME Standard for Process Chart Symbols

Gambar 2.3 merupakan symbol-simbol yang digunakan dalam pembuatan *operation process chart*. Penggunaan symbol bergantung dengan proses apa yang sedang dikerjakan. Misalnya jika suatu elemen kerja sedang melakukan pemeriksaan terhadap suatu barang, maka symbol yang akan digambarkan pada *operation process chart* adalah kotak.

2.7. *Flow Process Chart*

Flowhart adalah suatu grafik yang menggambarkan langkah-langkah atau urutan dari suatu proses yang ingin dijelaskan. Penggambaran *flowchart* berfungsi untuk membantu dalam

menyederhanakan suatu proses agar lebih mudah dipahami yang digambarkan dalam bentuk simbol-simbol grafis (Malabay, 2016). Berikut Gambar 2.4 yang menunjukkan beberapa fungsi dari simbol yang digunakan dalam pembuatan *flowchart*.

Gambar	Fungsi	Gambar	Fungsi
	Proses		Card
	Proses pilihan		Punched tape
	Keputusan		Summing Junction
	Input Data dan Output Informasi		Or
	Predefine Proses		Collate
	Internal Storage		Sort
	Dokumen		Extract
	MultiDokumen		Merge
	Terminator (mulai dan Akhir)		Storage Data
	Preparasi		Delay
	Manual Input		Sequential Access Storage
	Manual Operasi		Magnetic Disk
	Penghubung		Direct Access Storage
	Off Page - Penghubung		Display

Gambar 2. 4 Fungsi dari Simbol dalam Pembuatan *Flowchart* (source: (Malabay, 2016)

2.8. *Time Study*

Time study adalah proses observasi dan pengukuran dari suatu pekerjaan manusia yang dilakdaftukan dengan bantuan alat pengukur waktu untuk menentukan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan/ waktu baku. *Time study* ini adalah salah satu metode untuk mengukur *fair day's work* yang artinya jumlah produk yang dapat diproduksi oleh seorang pekerja yang memenuhi kualifikasi saat bekerja pada kecepatan standar dan secara efektif memanfaatkan waktunya dimana pekerjaan tidak dibatasi oleh batasan-batasan tertentu (tidak terhambat) (Niebel, Benjamin W., 1958). Adapun dua syarat utama yang perlu dipenuhi sebelum melakukan pengukuran menggunakan perangkat pengukur waktu yaitu metode kerja harus

dalam kondisi standar dan pekerja harus sudah melewati masa pembelajaran (*learning curve*). Waktu baku ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$OT = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.6)$$

$$NT = OT \times p \quad (2.7)$$

$$ST = NT \times \left(\frac{100\%}{100\% - \%\ allowance}\right) \quad (2.8)$$

Berdasarkan rumus diatas, berikut adalah keterangan penggunaannya :

Observed Time (OT)= Waktu siklus (WS)= Waktu rata-rata

Normal Time (NT)= WN= Waktu siklus (WS)x *Performance*

Waktu Baku (WB)= ST= WNx(100%/(100%-%*allowance*))

Berdasarkan rumus diatas, tahap pertama yang perlu dilakukan untuk menentukan waktu baku adalah menghitung standard time suatu pekerjaan terlebih dahulu. Ada beberapa metode untuk mengukur *standard time* yaitu:

1. *Direct observation*: berdasarkan tipenya *direct observation* terbagi menjadi 2 tipe yaitu *Stopwatch Time Study* yang digunakan untuk tipe pekerjaan yang berulang, durasi amatan pendek sampai panjang dan metode kedua yaitu *Work Sampling* yang digunakan pada umumnya untuk aktivitas yang tidak berulang dan yang pekerjanya memiliki banyak variasi kerja.
2. *Indirect observation: Standard data and formula* yang merupakan data waktu baku & *Predetermined time system* (PTS) yang merupakan data waktu gerakan di dalam suatu proses.

2.8.1. *Stopwatch Time Study*

Pada *stopwatch time study* ada beberapa beberapa prosedur yang perlu dilakukan sebagai berikut:

1. Penentuan *operator* yang diukur: bila terdapat 5 *operator* yang melakukan pekerjaan yang sama maka *operator* yang dipilih perlu *operator* yang kerjanya sudah konsisten dengan metode yang sesuai standar dan sudah melewati masa pembelajaran. Jika dalam 1 pekerjaan untuk membuat 1 produk ada 5 *operator* perlu diukur kelima *operator* tersebut.
2. Mencatat informasi penting
3. Posisikan pengamat saat menggunakan *stopwatch* sehingga tidak terjadi *error*.
4. Membagi operasi ke dalam elemen kerja.

5. Melakukan pengambilan data: dalam pengambilan data ada 2 metode yaitu (Niebel, Benjamin W., 1958) :
    - *Snapback method*: metode ini merupakan metode yang *repetitive* karena setelah melakukan 1 pengukuran waktu dalam 1 kali pengoperasian *stopwatch* yang dikembalikkan ke angka semula, yaitu angka nol. Metode ini tidak direkomendasikan karena memakan waktu. Namun, dapat membantu dalam memisahkan waktu penundaan yang tidak perlu dicatat.
    - *Continuous method*: metode ini membiarkan *stopwatch* tetap berjalan selama seluruh durasi pengukuran. Metode ini cocok untuk mengambil waktu dari elemen kerja yang sangat pendek.

      Pengambilan data dilakukan sebanyak n kali yang biasanya tergantung *analyst*. Namun, terdapat panduan untuk menentukkan berapa banyak data yang direkomendasikan untuk diambil berdasarkan *cycle time* seperti yang terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1

Pengambilan Data Cycle

Cycle Time (min)	Recommended number of cycles	Cycle Time (min)	Recommended number of cycles
0.1	200	2-5	15
0.25	100	5-10	10
0.5	60	10-20	8
0.75	40	20-400	5
1	30	40-above	3
2	20		

Berdasarkan Tabel 2.1, *Analyst* dapat mendapatkan bayangan mengenai kurang lebih berapa banyak data yang perlu diambil (Leanne Erika L. Tan, 2015). Setelah menentukan mengambil berapa banyak data atau berapa *cycle* maka perlu dilakukan *filtering* pada data untuk mengetahui apakah pada data yang diambil seperti: ada kejadian aneh yang membuat waktu salah satu data menjadi berbeda sendiri atau tidak. Ketika ada data yang aneh (khusus) maka data harus dibuang tetapi jika tidak ada kejadian khusus maka data tetap digunakan karena hanya merupakan variasi dari data. Selanjutnya, dilakukan uji kenormalan data dengan menggunakan *Anderson Darling Test*. Apabila data tidak normal, perlu dilakukan pengambilan data dan melakukan uji normal kembali. Jika lulus uji kenormalan maka selanjutnya dilakukan

test constant variance yang dapat dilakukan dengan *minitab* menggunakan *tool control chart* (*stat > control charts > variable charts for individuals > individuals*). Jika terdapat data yang melewati UCL dan LCL maka data tersebut perlu dibuang dan harus dilakukan pengujian dari uji normal kemudian *constant variance*. Setelah tidak ada data yang melewati batas atas (UCL) dan bawah (LCL) maka lakukan uji kecukupan data dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Niebel, Benjamin, 1958)

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}}\right)^2 \tag{2.9}$$

Rumus diatas hanya dapat digunakan jika data yang diuji berjumlah kurang dari 30. Keterangan dari rumus diatas adalah sebagai berikut:

n = jumlah data yang dibutuhkan

t = t alpha/2

k = degree of accuracy (tingkat ketelitian: 5%,10%,15%,..)

x̄ = mean atau rata-rata dari data yang diambil

Adapun rumus lainnya yang dapat digunakan dalam melakukan uji kecukupan jika data berjumlah lebih dari sama dengan 30 adalah sebagai berikut :

$$n' = \left[\frac{\left(\frac{Z\alpha/2}{k}\right)\sqrt{(N \times (\Sigma Xi^2)) - (\Sigma Xi)^2}}{\Sigma Xi}\right]^2 \tag{2.10}$$

Keterangan dari rumus diatas adalah sebagai berikut:

S = *standard deviation*

z = z *distribution with* (n-1)

k = *degree of accuracy*

n’ = jumlah data yang dibutuhkan

n = jumlah data yang diambil

Apabila uji kecukupan data tidak cukup maka perlu dilakukan pengambilan data lagi yang kemudian perlu dilakukan uji kenormalan*, constant variance,* dan kecukupan data. Setelah data cukup dan sudah lulus seluruh tes, dilakukan perhitungan *observe time*(OT) dengan cara rata-rata data (total waktu seluruh data/jumlah data atau dapat dilihat di rumus OT).

2.8.2. *Performance Rating*

Performance rating dibutuhkan untuk membuat data normal karena setiap *operator* memiliki tingkat skill yang berbeda-beda saat melakukan pekerjaan. Kecepatan dari setiap

operator berbeda-beda, ada yang lebih cepat dari *operator* lain dan ada yang lebih lambat, oleh karena itu dibutuhkan *performance rating* untuk menstandarisasi kecepatannya. Terdapat banyak metode untuk mengukur *performance rating* tetapi metode yang paling terkenal dan sering digunakan adalah metode *Westinghouse system. Westinghouse system* ini menggunakan 4 faktor yaitu *skill*(kemampuan bekerja), *effort*(usaha *operator*, meski tidak bisa tapi tetap berusaha), kondisi, dan konsistensi, untuk mengevaluasi operator. Berikut adalah Gambar 2.5 yang menampilkan nilai untuk 4 faktor berdasarkan *westinghouse rating* : (Emre Cevikcan H.S.,2016)

Skill			*Effort*			*Environment*		
+0.15	A1	Super skill	+0.13	A1	Excessive	+0.06	A	Ideal
+0.13	A2	Super skill	+0.12	A2	Excessive	+0.04	B	Excellent
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent	+0.02	C	Good
+0.08	B2	Excellent	+0.08	B2	Excellent	0.00	D	Average
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good	-0.03	E	Fair
+0.03	C2	Good	+0.02	C2	Good	-0.07	F	Poor
0.00	D	Average	0.00	D	Average	*Consistency*		
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair	+0.04	A	Perfect
-0.10	E2	Fair	-0.08	E2	Fair	+0.03	B	Excellent
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor	+0.01	C	Good
-0.22	F2	Poor	-0.17	F2	Poor	0.00	D	Average
						-0.02	E	Fair
						-0.04	F	Poor

Gambar 2. 5 *Westinghouse System Rating*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *performance factor* : (Dzikri Bluemoon, 2018)

Skill (C2)	+0.03
Effort (C1)	+0.05
Conditions (D)	+0.00
Consistency (E)	-0.02
Total	+0.06
Performance factor	1.06

Performance rating untuk mesin pasti 1 dan untuk *performance rating* kombinasi dari orang dan mesin, waktunya dipisah-pisah.

2.8.3. *Allowance*

Dalam melakukan perhitungan *allowance* ada beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu:

1. *Direct Observation* : metode dimana *analyst* mengamati secara langsung keseharian

operator untuk menghitung waktu *allowance*-nya. metode ini jarang dipakai karena mengganggu *operator*/ membuat *operator* tidak nyaman.

2. *Work Sampling* : metode dimana *analyst* melakukan pengamatan pada waktu yang *random*, tidak perlu menggunakan *stopwatch* hanya mencatat kegiatan *operator* dalam waktu yang singkat.
3. ILO *Table*: metode yang menambahkan waktu untuk *constant allowance, variable allowance* dan *special allowanc*e untuk mengetahui total waktu *allowance* yang diperlukan. *Constant allowance* yang diberikan adalah sebesar 9% dari *personal needs*(5%) dan *basic fatigue*(4%), penambahan waktu *allowance* seperti *variable* dan *special allowance* dapat ditambahkan bila perlu.

Tabel 2. 2 ILO

Recommended Allowances

Tabel Allowance Rekomendasi ILO

Jenis Kegiatan	Allowance
A. Constant Allowance :	
1. *Personal Allowance*	5
2. *Basic Fatique Allowance*	4
B. Variable Allowance :	
1. Standing Allowance	2
2. Abnormal position allowance:	
a. Slightly awkward	0
b. Awkward (bending)	2
c. Very awkward (lying, stretching)	7
3. Use of force, or muscular energy (lifting, pulling, or pushing) :	
Weight lifted, pounds :	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Bad light :	
a. Slightly below recommended	0
b. Well below	2
c. Quite inadequate	5
5. Atmospheric condition (heat and humadity)- variable 0-100	
6. Close attention :	
a. Fairly fine work	0
b. Fine or exacting	2
c. Very fine or very exacting	5
7. Noise level :	

(Sumber: Niebel, "*Methods, Standards, and Work Design*")

Tabel Allowance Rekomendasi ILO (Lanjutan)

a. Continuous	0
b. Intermitten-loud	2
c. Intermitten-very loud	5
d. High-pitched-loud	5
8. Mental strain :	
a. Fairly complex process	1
b. Complex or wide span of attention	4
c. Ver complex	8
9. Monotony :	
a. Low	0
b. Medium	1
c. High	4
10. Tediousness :	
a. Rather tedious	0
b. Tedious	2
c. Very tedious	5

(Sumber: Niebel, "*Methods, Standards, and Work Design*")

Berdasarkan Tabel 2.2, *special allowance* memiliki beberapa kategori, yaitu meliputi: *unavoidable delay, avoidable delay,* dan *extra allowanc*e.

2.9. *Line Balancing*

Line balancing merupakan suatu metode yang digunakan untuk membantu memperhitungkan keseimbangan pembagian beban kerja pada masing-masing stasiun kerja produksi (Sakiman et al., 2022). Pembagian beban kerja yang seimbang dapat memberikan manfaat untuk dapat meningkatkan efisiensi dari sumber daya yang digunakan pada masing-masing stasiun kerja (tenaga kerja dan fasilitas) (Purnomo, 2004). Umumnya, terdapat 2 metode *line balancing* yaitu jumlah elemen kerja dalam suatu stasiun kerja produksi dapat berjumlah 1 atau lebih. *Line balancing* dibuat dengan melihat acuan *precedence diagram*. Menurut Baroto (2002) sebagaimana dikutip oleh (Sakiman et al., 2022) berikut merupakan bagian-bagian yang ada di dalam pembuatan suatu *precedence diagram*, yaitu :

1. Stasiun Kerja: kumpulan dari beberapa elemen kerja. Dalam penentuan jumlah stasiun kerja minimum untuk setiap pembagian kerja dapat menggunakan rumus:

   $$n\,WS = \frac{\sum Te}{CT} \qquad (2.11)$$

   Keterangan:

   Te = Total waktu elemen kerja pada suatu proses dalam membuat suatu produk.

   CT = *Cycle time*
2. Elemen kerja: Umumnya terdapat beberapa elemen kerja di dalam suatu stasiun kerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
3. *Station Time:* Total waktu utuk suatu pembagian stasiun kerja. Syarat yang perlu diperatikan adalah ST≤CT. Jika *cycle time* yang digunakan kurang dari *station time* maka

produk yang diproduksi belum selesai melakukan prosesnya.

4. *Precedence Constrains*: Aturan mengenai pembuatan *precendence diagram* dimana suatu proses dari satu atau lebih elemen kerja tertentu harus dikerjakan terlebih dahulu sebelum proses berikutnya dapat dikerjakan.
5. *Line Efficiency* (LE): Rasio atau persentase efisiensi dari suatu stasiun kerja.

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^{k} STi}{(k)(CT)} \times 100\% \quad (2.12)$$

Keterangan:

STi = Total waktu untuk stasiun kerja tertentu

k = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu maksimum yang digunakan sebagai batasan untuk pembagian stasiun kerja

6. *Balance Delay*: Rasio atau persentase dari tidak efisiennya suatu pembagian stasiun kerja.

$$BD = 100\% - LE \quad (2.13)$$

7. *Delay/ idle*: Perbedaan antara waktu *cycle* (CT) dengan *station time* (ST). Semakin kecil selisihnya, maka semakin baik juga pembagian beban kerja pada suatu stasiun kerjanya.

$$D = CT - ST \quad (2.14)$$

8. *Smoothness Index*: Indeks yang menunjukan kelancaran dari suatu pembagian stasiun kerja dari hasil perhitungan *line balancing*. Semakin mendekati nol maka akan semakin baik pembagian elemen kerja untuk masing-masing stasiun kerjanya.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^{K} (STmax - STi)^2} \quad (2.15)$$

Beberapa aturan dalam pembuatan *precedence diagram*, yaitu:

1. Penggambaran elemen kerja harus sesuai dengan aturan ada atau tidaknya pendahulu pada elemen kerja tersebut.
2. Seluruh elemen kerja yang digambarkan harus tersambung (tidak mengawang)
3. Jumlah stasiun kerja harus kurang dari sama dengan jumlah elemen kerja yang ada.
4. Pembagian waktu elemen kerja pada suatu stasiun kerja tidak boleh melebihi *Cycle Time*. Adapun beberapa opsi dalam penentuan lama waktu *cycle*, yaitu :
    - Waktu total produksi dibagi dengan jumlah permintaan
    - Waktu terlama dalam suatu elemen kerja

2.9.1. Kilbridge-*Western Method*

Metode *Kilbridge-Western Heuristic* dibuat oleh M. Kilbridge dan L. Wester dalam menyelesaikan permasalahan mengenai pembagian beban kerja pada *line balancing*. Metode ini memilih elemen kerja berdasarkan letak dari elemen kerja menurut penggambaran yang sudah ada pada *precedence diagram*. Elemen kerja yang berada di urutan terdepan harus diselesaikan terlebih dahulu daripada elemen kerja yang berada di daerah akhir.

2.9.2. *Helgeson Birnie Method*

Metode *Helgeson Birnie Method* atau *Ranked Positional Weight* adalah metode pembagian pembobotan elemen kerja untuk masing-masing stasiun kerja dengan juga memperhatikan atruan dari *precedence diagram*. Metode ini dikembangkan oleh Helgeson dan Birnie. Pembobotan dari masing-masing elemen kerja yang dimaksud adalah dengan melakukan penjumlahan waktu baku dari elemen kerja yang dilalui oleh suatu elemen kerja tertentu. Nilai bobot yang sudah terhitung kemudian diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil.

$$Bobot\ (RPW) = waktu\ ek.tersebut + waktu\ yang\ dilalui\ ek. \quad (2.\ 1)$$

Keterangan :

ek. = elemen kerja

2.10. *Sensitivity Analysis*

Mengidentifikasi risiko perlu dilakukan untuk pengukuran dampak dari suatu proyek yang akan dikerjakan. Identifikasi risiko biasanya didasari oleh adanya data pendukung yang berkaitan dengan suatu permasalahan yang ingin diselesaikan atau diminimalkan tingkat risikonya. Sensitivitas disini melihat apakah dari keseluruhan elemen dari suatu proses produksi pada elemen tertentu memiliki potensi untuk memberikan hambatan atau tidak. Hambatan kerugian yang dimaksud bisa dalam hal produksi, biaya, dan sebagainya. Secara garis besar, *sensitivity analysis* adalah sebuah alat yang digunakan dalam pengujian kualitas dari suatu model dengan mengeksplorasi asumsi dan simpulan yang akan dihasilkan (Saltelli, 2011).

2.11. *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP)

Rough Cut Capacity Planning merupakan istilah yang digunakan dalam melakukan peninjauan proses bisnis, rencana produksi, dan teknik kapasitas untuk akhirnya dapat memvalidasi *Master Production Schedule* (MPS) (Toomey, 1996). Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan RCCP, yaitu:

1. Tagihan daftar sumber daya (*bill of resource*) yang digunakan harus berdasarkan MPS

dari suatu produk.

2. Jika ukuran lot menggunakan prinsip *lot for lot* maka sumber daya yang digunakan pada periode waktu tertentu harus sama dengan MPS.
3. Umumnya, kapasitas yang tersedia harus berjumlah lebih banyak untuk dapat mengatasi adanya variasi permintaan dari minggu ke minggu berikutnya.

Metode RCCP memang lebih detail daripada *resource planning* tetapi RCCP tidak dapat memproyeksikan kebutuhan permintaan yang tepat. Hal ini terjadi karena RCCP tidak menampilkan secara langsung jumlah *demand* yang tepat dan tidak mempertimbangkan rentangan waktu yang lebih panjang.

2.12. *Capacity Requirements Planning* (CRP)

Capacity Requirements Planning merupakan salah satu konsep perencanaan dan pengendalian mengenai sumber daya apa saja yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dalam mendukung *master requirement planning* (MRP) untuk menghasilkan jumlah persyaratan sumber daya yang dibutuhkan (Toomey, 1996).

2.13. *Master Production Scheduling* (MPS)

Master Production Schedule dapat menampilkan informasi mengenai jumlah stok akhir pada suatu periode. Dalam pembuatannya, terdapat kejadian-kejadian yang menyebabkan adanya perubahan pada penjadwalan produksi sehingga perlu dicatat (Lestari, 2021). Informasi tersebut akan berguna untuk kemudian digunakan dalam pembuatan MPS dalam periode tertentu. MPS merupakan *planning* produksi yang detail. Dengan kata lain, MPS adalah dasar yang diperlukan untuk memperkirakan jumlah sumber daya yang dibutuhkan (mesin, tenaga kerja, dan fasilitas lainnya) (Toomey, 1996).

2.14. *Working Capital Management*

Umumnya, *Working Capital Management* merupakan tugas terpenting bagi manajer keuangan karena manajer keuangan berperan dalam pengambilan keputusan keuangan perusahaan sehingga bisnis dapat tetap berjalan dengan terorganisir dan lancar (Ahmad et al., 2022). Konsep *Working Capital* mengacu pada serangkaian strategi manajemen yang digunakan perusahaan untuk dapat meningkatkan efisiensi dan keuntungan, serta pengolahan dana dalam jangka pendek (Guo et al., 2023). Menurut Guo et al., (2023) inti dari *Working Capital* ada pada

keseluruhan *supply chain* perusahaan, yaitu melibatkan departemen pengadaan, produksi hingga pemasaran, dan departemen lain yang masih berkaitan dengan *supply chain*.