

2. LANDASAN TEORI

Perencanaan kebutuhan tenaga bagi sebuah perusahaan merupakan salah satu hal yang perlu untuk dilakukan. Perhitungan waktu baku untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Disamping itu, masih terdapat kegunaan dari perhitungan waktu baku suatu pekerjaan, yaitu antara lain untuk memperkirakan upah seorang pekerja, penjadwalan produksi dan penganggaran, perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi pekerja yang berprestasi, serta memperkirakan output yang akan dihasilkan oleh seorang pekerja.

Secara umum, ada dua metode yang dapat digunakan untuk menentukan waktu baku suatu pekerjaan. Kedua metode tersebut adalah metode langsung dan metode tidak langsung. Metode langsung adalah sebuah metode pengukuran yang dilakukan dimana pengamat secara langsung berada di tempat kerja saat pekerjaan dilakukan oleh seorang pekerja. Sedangkan metode tidak langsung adalah metode pengukuran dimana pengamat tidak harus berada di tempat kerja. Metode langsung dibagi menjadi dua, yaitu metode jam henti (*stop watch*) dan metode sampling pekerjaan, sedangkan metode tidak langsung dapat dibedakan menjadi metode data waktu gerakan dan metode data waktu baku. Untuk tugas akhir ini digunakan metode pengamatan secara langsung.

2.1. Metode Jam Henti

Metode jam henti pertama kali diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor sekitar abad ke-19. Metode jam henti cocok untuk digunakan pada pekerjaan dengan karakteristik sebagai berikut:

- Siklus kerja berulang-ulang dengan durasi waktu yang singkat.
- Isi/macam pekerjaan *uniform*.
- Pekerjaan dilaksanakan cukup banyak dan sifatnya teratur sehingga akan memadai untuk diukur dan dihitung waktu bakunya.

Berikut ini adalah langkah-langkah pengukuran dengan menggunakan metode jam henti

1. Langkah persiapan
 - Memilih dan mendefinisikan pekerjaan yang akan diukur dan akan ditetapkan waktu standarnya.
 - Menginformasikan maksud dan tujuan pengukuran kerja kepada *supervisor* atau pekerja yang bersangkutan.
 - Memilih operator dan mencatat semua data yang berkaitan dengan sistem operasi kerja yang akan diukur waktunya.
2. *Elemental breakdown*

Dalam tahap *elemental breakdown*, pekerjaan yang akan diukur dibagi kedalam elemen-elemen kegiatan yang lebih spesifik lagi.
3. Melakukan pengamatan dan pengukuran

Melakukan pengamatan terhadap pekerjaan-pekerjaan yang telah ditentukan sebelumnya, untuk kemudian dilakukan pengukuran terhadap waktu penyelesaian pekerjaan tersebut.
4. Uji kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data
5. Menentukan faktor penyesuaian (*performance rating*) dan kelonggaran (*allowance*)
6. Menghitung waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku

2.1.1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan dilakukan untuk mengetahui apakah data yang didapatkan merupakan data yang berdistribusi normal. Ada dua metode yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah data yang didapatkan berdistribusi normal yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov* atau dengan menggunakan uji *Chi-Square* lewat bantuan software *Statgraph*. Apabila nilai frekuensi harapan (*expected frequency*) lebih besar dari 5, maka digunakan metode *Chi-Square* yang membandingkan nilai *Pvalue* dengan α . Data akan dikatakan berdistribusi normal apabila nilai *p-value* yang dihasilkan lebih besar dari α . Jika nilai *expected frequency* tidak lebih besar dari 5, maka digunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Metode *Kolmogorov-Smirnov* ini akan membandingkan nilai *modified*

form yang didapat dari hasil perhitungan menggunakan *software* Statgraph dengan nilai *critical value* (D) untuk distribusi normal. Data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai *modified form* yang dihasilkan lebih kecil dari nilai *critical value*. Adapun hipotesa yang digunakan adalah sebagai berikut:

H₀: Data berdistribusi normal

H₁: Data tidak berdistribusi normal

Tabel 2.1. Tabel D untuk Distribusi Normal

1- α	0.85	0.9	0.95	0.975	0.99
Dn	0.775	0.819	0.895	0.955	1.035

Dari hasil perhitungan tersebut, apabila data hasil pengamatan yang didapatkan ternyata tidak berdistribusi normal, maka pengujian selanjutnya tidak dapat dilakukan, sehingga waktu baku tidak dapat dihitung. Namun dalam penulisan ini, apabila terdapat data yang tidak berdistribusi normal, penulis tetap menghitung waktu bakunya sebagai masukan bagi perusahaan. Tetapi untuk analisa produktivitas, waktu baku tersebut tidak dapat dipergunakan. Sebagai gantinya digunakan waktu terlama dari ata hasil pengamatan untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk. Data yang nilainya terlalu menyimpang jauh dari nilai rata-rata biasanya yang menyebabkan distribusi data tersebut menjadi tidak normal.

2.1.2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang didapatkan seragam. Dalam hal ini, data yang diperoleh dari hasil pengamatan harus seragam terlebih dahulu sebelum melangkah ke tahap selanjutnya. Ada dua cara yang dapat digunakan untuk melakukan uji keseragaman data yaitu cara visual atau dengan menggunakan peta kontrol. Secara visual berarti data yang telah terkumpul diamati penyebarannya dan dilihat apakah ada data yang nilainya menyimpang terlalu besar atau terlalu kecil dari rata-ratanya. Cara yang kedua

dengan menggunakan peta kontrol adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + k \times \sigma$$

$$BKB = \bar{X} - k \times \sigma$$

Dimana:

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

\bar{X} = nilai rata-rata dari data

k = nilai Z dari $\alpha/2$

σ = Standar Deviasi

Apabila terdapat data yang nilainya berada diluar batas kontrol, baik batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah, maka data tersebut dibuang, dan diganti dengan data lain apabila jumlah datanya masih kurang.

2.1.3. Uji Kecukupan Data

Rumus yang digunakan untuk melakukan uji kecukupan data dibedakan menjadi dua. Apabila data yang didapatkan lebih kecil dari 30 maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{s \times t}{l \times \bar{X}} \right)^2$$

Untuk jumlah data sama dengan 30 atau lebih digunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{\left(\frac{Z\alpha_1 / 2}{\alpha_2} \right) \times \sqrt{(N \times \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

Dimana:

N = jumlah data awal

N' = jumlah data yang diperlukan

s = standar deviasi

t = nilai distribusi $t_{(\alpha/2, N-1)}$

α_1 = tingkat kepercayaan

α_2 = derajat ketelitian

Data dinyatakan telah cukup apabila nilai hasil perhitungan $N' \leq N$. Dengan kata lain, data yang diambil telah melebihi data yang diperlukan. Apabila hasil perhitungan N' menunjukkan nilai yang lebih besar daripada nilai N awal, itu berarti data yang diperlukan masih kurang, dan harus dilakukan pengambilan data lagi. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak mencari berapa banyak jumlah data yang diperlukan, tetapi mencari tingkat *error* dari data yang telah didapatkan tersebut. Hal ini disebabkan karena keterbatasan waktu yang dimiliki penulis dalam melakukan pengamatan, serta adanya penyimpangan waktu hasil pengamatan yang terlalu bervariasi besar. Tidak ada batasan maksimal dari tingkat *error* dihasilkan dari data, namun penerimaannya tergantung dari pihak *user*, dalam hal ini adalah PT Suparma Tbk.

2.1.4. Faktor Penyesuaian (*Performance Rating*)

Faktor penyesuaian digunakan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan. Untuk penyesuaian tersebut waktu siklus hasil pengamatan akan dikalikan dengan nilai dari penyesuaian yang telah ditentukan terlebih dahulu. Adapun faktor penyesuaian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Apabila operator dinyatakan bekerja terlalu cepat, yaitu bekerja di atas batas kewajaran (normal), maka rating faktor ini akan lebih besar dari satu ($p > 1$ atau $p > 100\%$)
2. Apabila operator bekerja terlalu lambat, yaitu bekerja dengan kecepatan di bawah kewajaran (normal), maka rating faktor akan bernilai lebih kecil dari satu ($p < 1$ atau $p < 100\%$)
3. Apabila operator bekerja dalam keadaan normal atau secara wajar, maka *rating* yang digunakan adalah sama dengan satu. ($p = 1$ atau $p = 100\%$)

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya nilai faktor penyesuaian (*performance rating*). Salah satu yang sering digunakan adalah metode *Westinghouse System's Rating*. Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh *Westinghouse Company* pada tahun 1927. Metode ini dianggap lebih lengkap

dari metode sebelumnya yang diperkenalkan oleh Charles E. Bedaux pada tahun 1916.

Metode *Westinghouse* membagi faktor penyesuaian kerja ke dalam empat kategori utama yaitu kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), dan keajegan (*consistency*). Di dalam setiap kategori tersebut terdapat tingkatan-tingkatan dengan nilai yang telah ditentukan. Berikut ini adalah tabel faktor penyesuaian menurut *Westinghouse*.

Tabel 2.2. Tabel *Performance Rating* menurut *Westinghouse*

FAKTOR	KELAS	LAMBANG	PENYESUAIAN
SKILL	Superskill	A1	0.15
		A2	0.13
	Excellent	B1	0.11
		B2	0.08
	Good	C1	0.06
		C2	0.03
	Average	D	0
	Fair	E1	-0.05
		E2	-0.1
	Poor	F1	-0.16
F2		-0.22	
EFFORT	Excessive	A1	0.13
		A2	0.12
	Excellent	B1	0.1
		B2	0.08
	Good	C1	0.05
		C2	0.02
	Average	D	0
	Fair	E1	-0.04
		E2	-0.08
	Poor	F1	-0.12
F2		-0.17	
CONDITION	Ideal	A	0.06
	Excellent	B	0.04
	Good	C	0.02
	Average	D	0
	Fair	E	-0.03
	Poor	F	-0.07

Tabel 2.2. Tabel *Performance Rating* menurut *Westinghouse*(Lanjutan)

FAKTOR	KELAS	LAMBANG	PENYESUAIAN
CONSISTENCY	Ideal	A	0.04
	Excellent	B	0.03
	Good	C	0.01
	Average	D	0
	Fair	E	-0.02
	Poor	F	-0.04

Keterangan:

Lambang dari masing-masing kategori *performance rating* dari sistem *Westinghouse* ini menunjukkan peringkat dari masing-masing kategori tersebut. Angka “1” pada lambang tersebut menunjukkan peringkat yang lebih baik dari angka “2”. Sebagai contoh, kategori *skill* dengan lambang A1 memiliki nilai penyesuaian yang lebih tinggi daripada A2. Hal ini berarti bahwa *skill* dari operator yang dikategorikan sebagai A1 lebih baik daripada operator dengan *skill* A2.

2.1.4.1. Ketrampilan (*Skill*)

Menurut *Westinghouse*, ketrampilan atau *skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang telah ditetapkan. *Westinghouse* membagi kategori ketrampilan ini menjadi enam sub kategori yaitu *super skill*, *excellent skill*, *good skill*, *average skill*, *fair skill*, dan *poor skill*. Faktor kemampuan ini dapat ditingkatkan dengan latihan-latihan. Namun meningkatnya faktor kemampuan ini hanya dapat mencapai tingkat tertentu saja. Kemampuan juga dapat menurun apabila suatu pekerjaan lama tidak dilakukan oleh seorang operator, atau karena kelelahan yang berlebihan, dan pengaruh lingkungan lainnya. Secara psikologis, ketrampilan merupakan *aptitude* untuk pekerjaan yang bersangkutan. Berikut ini adalah keterangan masing-masing sub kategori ketrampilan menurut *Westinghouse*.

a. *Super skill*

- Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya
- Bekerja dengan sempurna
- Tampak sekali telah terlatih dengan baik
- Gerakan-gerakannya halus tetapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti

- Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin
- Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen pekerjaan yang lain tidak terlampau terlihat karena lancarnya
- Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencana tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
- Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan adalah pekerja yang baik

b. *Excellent skill*

- Percaya diri sendiri
- Tampak cocok dengan pekerjaannya
- Terlihat terlatih dengan baik
- Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan
- Gerakan-gerakan kerjanya beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan
- Menggunakan peralatan dengan baik
- Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu
- Bekerjanya berirama dan terkoordinasi

c. *Good skill*

- Kualitas hasil baik
- Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerjaan pada umumnya
- Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang ketrampilannya lebih rendah
- Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap
- Tidak memerlukan banyak pengawasan
- Tiada keragu-raguan
- Bekerjanya stabil
- Gerakan-gerakannya terkoordinasi dengan baik
- Gerakan-gerakannya cepat

d. *Average skill*

- Tampak adanya kepercayaan diri sendiri
- Gerakannya cepat tapi tidak lambat
- Terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan yang terencana
- Tampak sebagai pekerja yang cakap
- Gerakan-gerakannya cukup menunjukkan tiada keragu-raguan
- Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik
- Cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya
- Bekerjanya cukup teliti
- Secara keseluruhan cukup memuaskan

e. *Fair skill*

- Tampak terlatih tetapi belum cukup baik
- Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya
- Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan
- Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup
- Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama
- Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin
- Sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri
- Jika tidak bekerja dengan sungguh-sungguh, otuputnya akan sangat rendah
- Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakannya

f. *Poor skill*

- Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran
- Gerakan-gerakannya kaku
- Kelihatan ketidak yakinan pada urutan gerakan
- Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan
- Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya
- Ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakan kerja
- Sering melakukan kesalahan-kesalahan
- Tidak adanya kepercayaan diri sendiri
- Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri

Secara umum dapat dikatakan bahwa kelas-kelas ketrampilan diatas dibedakan menurut keragu-raguan, ketelitian gerakan, kepercayaan diri, dan koordinasi irama gerakan.

2.1.4.2. Usaha (*Effort*)

Usaha atau *effort* menurut *Westinghouse* adalah suatu kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. *Westinghouse* membagi kategori usaha menjadi enam sub kategori, yaitu *excessive effort*, *excellent effort*, *good effort*, *average effort*, *fair effort*, dan *poor effort*.

a. *Excessive Effort*

- Kecepatan sangat berlebihan
- Usahnya sangat bersungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatan
- Kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja

b. *Excellent Effort*

- Jelas terlihat kecepatan kerja yang tinggi
- Gerakan-gerakan lebih ekonomis daripada operator biasa
- Penuh perhatian pada pekerjaannya
- Banyak memberi saran-saran
- Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang
- Percaya kepada kebaikan maksud pengukuran waktu
- Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari
- Bangga atas kelebihannya
- Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali
- Bekerjanya sistematis
- Karena lancarnya, perpindahan dari suatu elemen ke elemen yang lain tidak terlihat

c. *Good Effort*

- Bekerja berirama
- Saat-saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada

- Penuh perhatian pada pekerjaannya
 - Senang dengan pekerjaannya
 - Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari
 - Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu
 - Menerima saran dan petunjuk dengan senang hati
 - Dapat memberikan saran untuk perbaikan kerja
 - Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi
 - Menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik
 - Memelihara kondisi peralatan dengan baik
- d. *Average Effort*
- Tidak sebaik good, tetapi lebih baik dari poor
 - Bekerja dengan stabil
 - Menerima saran tetapi tidak melaksanakannya
 - *Set up* dilaksanakan dengan baik
 - Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan
- e. *Fair Effort*
- Saran perbaikan diterima dengan kesal
 - Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya
 - Kurang bersungguh-sungguh
 - Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya
 - Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja yang terbaik
 - Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya
 - Terlampau hati-hati
 - Sistematika kerjanya sedang-sedang saja
 - Gerakan-gerakannya tidak terencana
- f. *Poor Effort*
- Banyak membuang waktu
 - Tidak memperhatikan adanya minat bekerja
 - Tidak mau menerima saran
 - Tampak malas dan lambat bekerja
 - Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan-bahan

- Tempat kerjanya tidak diatur dengan rapi
- Tidak peduli dengan cocok/baik tidaknya peralatan yang dipakai
- Mengubah-ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur
- *Set up* kerjanya terlihat tidak baik

2.1.4.3. Kondisi Kerja (*Condition*)

Yang dimaksud dengan kondisi kerja menurut *Westinghouse* adalah kondisi fisik dari lingkungan kerja seperti pencahayaan, temperatur, dan kebisingan ruangan. Kategori ini merupakan kategori yang berasal dari luar operator, bukan dari dalam diri operator seperti dua kategori sebelumnya. *Westinghouse* membagi kategori kondisi kerja ini menjadi enam sub kategori yaitu *ideal*, *excellently*, *good*, *average*, *fair*, dan *poor*. Definisi mengenai kondisi kerja untuk tiap-tiap perusahaan dan tiap-tiap area kerja berbeda satu sama lain, tergantung penilaian dari masing-masing pihak yang terkait. Namun secara umum, yang dimaksud dengan kondisi kerja yang ideal adalah suatu kondisi tempat kerja dimana kondisi tempat kerja tersebut cocok dengan pekerjaan yang akan dijalankan, dimana kondisi tersebut memungkinkan operator untuk dapat melakukan pekerjaannya dengan performa yang terbaik.

Kondisi ideal berlawanan dengan kondisi kerja *poor*. Kondisi kerja *poor* secara umum dapat dikatakan sebagai kondisi kerja yang tidak membantu dan mendukung pekerjaan yang akan dilakukan, bahkan dengan kondisi kerja semacam itu pekerjaan akan sering terhambat, sehingga waktu penyelesaian suatu pekerjaan menjadi lebih lama. Penilaian mengenai suatu kondisi kerja dapat dikatakan sebagai kategori ideal atau kategori lainnya sebaiknya dilakukan dengan seteliti mungkin.

2.1.4.4. Konsistensi (*Consistency*)

Kategori yang terakhir dalam faktor penyesuaian *Westinghouse* adalah konsistensi. Konsistensi didefinisikan sebagai suatu keajegan. Seorang pekerja dapat dikatakan berkerja dengan konsisten apabila waktu penyelesaian pekerjaan yang sama dalam beberapa waktu yang berbeda tidak memiliki variabilitas yang tinggi. *Westinghouse* membagi kategori konsistensi ini menjadi enam sub

kategori yaitu *perfect*, *excellent*, *good*, *average*, *fair*, dan *poor*. Seorang pekerja dapat dikatakan memiliki konsistensi yang *perfect* apabila waktu penyelesaian pekerjaan yang sama dalam beberapa waktu cenderung tetap. Konsistensi *perfect* berlawanan dengan *poor*, dimana waktu penyelesaian pekerjaan memiliki selisih yang jauh dengan nilai rata-ratanya secara acak. Konsistensi dikatakan *average* apabila selisih waktu penyelesaian dengan rata-rata tidak terlalu jauh, walaupun ada satu atau dua waktu penyelesaian yang agak melenceng jauh.

2.1.5. Kelonggaran (*Allowance*)

Pada dasarnya kelonggaran dalam perhitungan waktu baku dibedakan menjadi tiga, yaitu kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue*, dan kelonggaran untuk hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan.

2.1.5.1. Kelonggaran untuk Kebutuhan Pribadi (*Personal Allowance*)

Yang dimaksud dengan kelonggaran untuk kebutuhan pribadi adalah kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk memenuhi kebutuhan pribadinya seperti minum untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, atau berbicara dengan rekan kerja sekedar untuk menghilangkan kejenuhan. Kebutuhan ini sifatnya mutlak dan tidak dapat diabaikan. Seorang pekerja tidak dapat dibiarkan bekerja dalam keadaan haus yang berlebihan atau menahan kencing. Apabila hal-hal semacam itu dilarang, maka tidak hanya pekerja saja yang dirugikan secara fisik dan psikologis. Perusahaan juga akan terkena dampaknya, antara lain menurunnya produktivitas pekerja yang akan berakibat pada menurunnya output yang dihasilkan.

Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk jenis ini berbeda-beda menurut karakteristik pekerjaan yang dilakukan. Secara umum, besarnya kelonggaran untuk kebutuhan pribadi dibedakan menurut jenis kelamin. Kelonggaran yang diberikan bagi pekerja pria adalah 2 – 2.5 %, sedangkan bagi pekerja wanita adalah 5%, kedua-duanya diambil dari waktu normal.

2.1.5.2. Kelonggaran untuk Menghilangkan Rasa *Fatigue* (*Fatigue Allowance*)

Munculnya rasa lelah dari seorang pekerja dapat disebabkan oleh banyak hal. Rasa lelah ini tercermin dari menurunnya hasil produksi baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya kelonggaran untuk jenis ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung terhadap pekerja, dan mencatat saat-saat dimana produksi menurun. Namun menurunnya hasil produksi tidaklah mutlak disebabkan karena munculnya rasa lelah dari pekerja. Masih banyak faktor penyebab yang lain. Beberapa hal penyebab munculnya rasa lelah bagi seorang pekerja:

- Besarnya tenaga yang dikeluarkan
- Sikap atau posisi kerja seseorang
- Gerakan kerja yang dilakukan
- Frekuensi dan intensitas penggunaan mata
- Keadaan temperatur tempat kerja
- Keadaan atmosfer tempat kerja
- Keadaan lingkungan tempat kerja

2.5.1.3. Kelonggaran Karena Keterlambatan (*Unavoidable Delay Allowance*)

Kelonggaran ini disebabkan karena munculnya faktor-faktor yang sulit untuk dihindarkan, yang merupakan hambatan bagi para pekerja. Faktor-faktor penyebab hal ini antara lain adalah mesin yang dioperasikan, sarana pendukung seperti listrik atau bahan bakar, atau bahkan dari dalam pekerja itu sendiri. Beberapa contoh aktivitas pekerja yang tergolong dalam kelonggaran jenis ini adalah:

- Meminta atau menerima petunjuk kepada kepala regu
- Melakukan penyesuaian mesin (*setting* ulang)
- Memperbaiki kemacetan mesin
- Mengambil alat dari tempat tertentu
- Hambatan karena kesalahan pemakaian alat atau bahan
- Mesin yang berhenti karena aliran listriknya padam.

Jenis dan besarnya nilai kelonggaran untuk jenis ini sangat bervariasi, tergantung dari kondisi kerja masing-masing area.

Tabel 2.3. Tabel Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)			
		Ekivalen beban (kg)		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	0.00 - 2.25	6.0 - 7.5	6.0 - 7.5	6.0 - 7.5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2.25 - 9.00	7.5 - 12.0	7.5 - 16.0	7.5 - 16.0
4. Sedang	Mencangkul	9.00 - 18.00	12.0 - 19.0	16.0 - 30.0	16.0 - 30.0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18.00 - 27.00	19.0 - 30.0		
6. Sangat berat	Memanggul beban	27.00 - 50.00	30.0 - 50.0		
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg			
B. SIKAP KERJA					
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan			0.0 - 1.0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu pada kaki			1.0 - 2.5	
3. Berdiri diatas 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 badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala			5 - 10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit			10 - 15	

Tabel 2.3. Tabel Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh (Lanjutan)

D. KELELAHAN MATA		Pencahayaan	Baik	Buruk
1.	Pandangan yang terputus-putus Membaca alat ukur		0	1
2.	Pandangan yang hampir terus menerus Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		2	2
3.	Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah Memeriksa cacat-cacat pada kain		2	5
4.	Pandangan terus menerus dengan fokus tetap Pemeriksaan yang sangat teliti		4	8
E. KEADAAN TEMPERATUR TEMPAT KERJA		Temp(°C)	Normal	Berlebihan
1.	Beku	Dibawah 0	Diatas 10	Diatas 12
2.	Rendah	0 - 13	10 - 0	12 - 5
3.	Sedang	13 - 22	5 - 0	8 - 0
4.	Normal	22 - 28	0 - 5	0 - 8
5.	Tinggi	28 - 38	5 - 40	8 - 100
6.	Sangat tinggi	Diatas 38	Diatas 40	Diatas 100
F. KEADAAN ATMOSFER				
1.	Baik Ruangan 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-alat pernafasan		10	- 20

Tabel 2.3. Tabel Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh (Lanjutan)

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%

2.1.6. Menghitung Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku

Sebelum menghitung waktu baku yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu elemen pekerjaan, terlebih dahulu harus ditentukan besarnya waktu siklus dan waktu normal. Waktu siklus dirumuskan sebagai berikut:

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$$

Dimana:

W_s = waktu siklus

$\sum X_i$ = jumlahan data yang diperoleh

N = jumlah data yang diperoleh

Setelah menghitung besarnya waktu siklus suatu elemen pekerjaan, tahap selanjutnya adalah menghitung waktu normal. Adapun waktu normal merupakan hasil perkalian waktu siklus dengan faktor penyesuaian yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan menyertakan faktor penyesuaian kerja, maka waktu tersebut dianggap sebagai waktu normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Rumus untuk menghitung waktu normal suatu pekerjaan adalah sebagai berikut:

$$W_n = W_s \times p$$

Dimana:

W_n = waktu normal

W_s = waktu siklus

p = faktor penyesuaian (*performance rating*)

Langkah terakhir yang dilakukan adalah menghitung besarnya waktu baku yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Rumus untuk menghitung besarnya waktu baku suatu pekerjaan adalah sebagai berikut:

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% Allowance}$$

Dimana:

W_b = waktu baku

W_n = waktu normal

Allowance = kelonggaran

2.2. Metode Sampling Pekerjaan

Metode sampling pekerjaan atau yang biasa disebut sebagai *Work Sampling Method*, *Ratio Delay Study* atau *Random Observation Method* adalah sebuah teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin, proses atau operator. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh L.H.C. Tippett, seorang sarjana berkebangsaan Inggris dalam aktivitas penelitian di bidang tekstil. Beberapa kegunaan dari sampling pekerjaan ini antara lain:

1. Mengukur *Ratio Delay* dari sejumlah mesin, operator atau fasilitas kerja lainnya. Atau dengan kata lain untuk menentukan presentase dari jam atau hari dimana mesin atau operator yang diamati terlibat dalam aktivitas kerja (produktif) atau tidak (menganggur)
2. Menetapkan *Performance Level* dari seorang operator selama waktu kerjanya berdasarkan waktu-waktu dimana operator tersebut bekerja atau tidak bekerja, terutama untuk pekerjaan yang sifatnya manual.
3. Menentukan waktu baku untuk suatu pekerjaan seperti metode jam henti

Metode sampling pekerjaan ini pada prinsipnya dikembangkan berdasarkan hukum probabilitas (*law of probability*) dimana pengamatan tidak dilaksanakan secara menyeluruh, melainkan dengan menggunakan contoh yang diambil secara acak. Metode sampling pekerjaan cocok untuk digunakan pada pekerjaan yang tidak berulang-ulang dan memiliki siklus waktu yang relatif panjang. Berikut ini adalah langkah-langkah melakukan pengukuran kerja dengan menggunakan metode sampling pekerjaan.

1. Langkah persiapan awal
 - Mencatat segala informasi dari fasilitas atau operator yang akan diamati
 - Merencanakan jadwal waktu pengamatan berdasarkan prinsip randomisasi
2. Pengamatan awal (*pre-work sampling*)
 - Melaksanakan pengamatan awal sejumlah pengamatan tertentu
 - Menghitung tingkat ketelitian (%) untuk N pengamatan tersebut
3. Uji kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data
4. Menghitung derajat ketelitian dari data pengamatan yang diperoleh
5. Melakukan analisa dan mengambil kesimpulan

2.2.1. Menentukan Jumlah Sampel Pengamatan yang Dibutuhkan

Untuk menentukan jumlah sampel pengamatan yang diperlukan, ada dua faktor utama yang berpengaruh

- Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) dari hasil pengamatan
- Tingkat kepercayaan (*level of confidence*) dari hasil pengamatan

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel pengamatan adalah sebagai berikut:

$$Sp = k \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

Dimana:

S = Tingkat ketelitian yang dikehendaki dan dinyatakan dalam desimal

p = Presentase terjadinya kejadian yang diamati dan juga dinyatakan dalam bentuk desimal

N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk sampling kerja

k = Harga indeks yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil

Untuk tingkat kepercayaan 68% harga k adalah 1

Untuk tingkat kepercayaan 95% harga k adalah 2

Untuk tingkat kepercayaan 99% harga k adalah 3

2.2.2. Uji Keseragaman Data

Untuk menghitung keseragaman data, seperti halnya pengamatan dengan metode jam henti, metode sampling ini juga menggunakan batas kontrol. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan batas kontrol adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{p} + k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{N}}$$

$$BKB = \bar{p} - k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{N}}$$

Dimana:

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

- p = Presentase terjadinya kejadian yang diamati dan juga dinyatakan dalam bentuk desimal
- N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk sampling kerja
- k = Harga indeks yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil
 Untuk tingkat kepercayaan 68% harga k adalah 1
 Untuk tingkat kepercayaan 95% harga k adalah 2
 Untuk tingkat kepercayaan 99% harga k adalah 3

2.2.3. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk menentukan apakah data yang didapatkan sudah cukup jumlah sesuai dengan tingkat kepercayaan dan ketelitian yang dikehendaki. Uji kecukupan data dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$N' = \frac{k^2(1-p)}{(Sp)^2}$$

Dimana:

- N' = Jumlah data yang diperlukan
- p = Presentase terjadinya kejadian yang diamati dan juga dinyatakan dalam bentuk desimal
- N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk sampling kerja
- k = Harga indeks yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil
 Untuk tingkat kepercayaan 68% harga k adalah 1
 Untuk tingkat kepercayaan 95% harga k adalah 2
 Untuk tingkat kepercayaan 99% harga k adalah 3

2.2.4. Menghitung Derajat Ketelitian Data Pengamatan yang Diperoleh

Setelah data yang dapatkan telah seragam dan cukup jumlahnya, maka langkah selanjutnya adalah menghitung derajat ketelitian dari data hasil pengamatan.

$$Sp = k \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

Dimana:

S = Tingkat ketelitian yang dikehendaki dan dinyatakan dalam desimal

p = Presentase terjadinya kejadian yang diamati dan juga dinyatakan dalam bentuk desimal

N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk sampling kerja

k = Harga indeks yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil

Apabila nilai S yang diperoleh dari hasil perhitungan lebih kecil dari nilai derajat ketelitian awal yang diinginkan, maka data dinyatakan sudah cukup.

2.3. Peta Pekerja dan Mesin

Peta pekerja dan mesin merupakan salah satu jenis peta kerja yang biasa digunakan dalam berbagai kegiatan industri. Peta pekerja dan mesin ini merupakan peta kerja yang tergolong dalam peta kerja setempat. Peta pekerja dan mesin merupakan suatu grafik yang menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari pekerja dan mesin yang dioperasikan.

Dari peta pekerja dan mesin, ada informasi mengenai hubungan antara pekerja dengan mesin yang ditanganinya. Data mengenai hubungan tersebut akan dapat digunakan untuk menyelidiki, menganalisa, dan memperbaiki tempat kerja sehingga akan terjadi keseimbangan antara pekerja dengan mesin yang dioperasikannya. Cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki keseimbangan tersebut antara lain dengan:

- Merubah tata letak kerja

Tata letak kerja merupakan salah satu faktor yang menentukan lamanya waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Dengan menata kembali tempat kerja tersebut, diharapkan penempatan elemen kerja akan lebih teratur dan dapat mempercepat waktu penyelesaian pekerjaan.

- Mengatur kembali gerakan kerja

Disamping letak, gerakan kerja merupakan faktor yang mempengaruhi waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Kadang kala ada gerakan-gerakan dari pekerja yang kurang efisien, baik dari segi tenaga ataupun waktu. Dengan mengatur kembali gerakan kerja, waktu penyelesaian pekerjaan dapat menjadi lebih singkat.

- Merancang kembali mesin dan peralatan

Kadang kala, mesin atau peralatan yang terlalu kuno dapat menghambat waktu penyelesaian pekerjaan. Dengan mengganti atau memperbaiki peralatan, akan dapat dicapai waktu penyelesaian pekerjaan yang lebih singkat.

2.3.1. Prinsip Pembuatan Peta Pekerja dan Mesin

Dalam pembuatan peta pekerja dan mesin, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan.

1. Menyatakan identitas peta yang dibuat

Identitas sebuah peta pekerja dan mesin biasanya meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Kepala peta (judul)
- Nomor peta
- Nama pekerjaan yang dipetakan
- Metode sekarang atau usulan
- Tanggal dan nama pembuat peta

2. Menguraikan elemen pekerjaan sesuai dengan lambang yang lazim digunakan

Ada beberapa lambang yang lazim digunakan dalam peta pekerja dan mesin

- Waktu menganggur

Menunjukkan waktu dimana seorang pekerja atau mesin sedang menganggur atau sedang menunggu, dilambangkan dengan kotak warna hitam



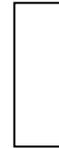
- Waktu kerja tak bergantung (*independent*)

Menunjukkan waktu dimana seorang pekerja bekerja tidak bergantung pada mesin atau pekerja lainnya, dilambangkan dengan kotak berwarna putih yang diarsir



- Waktu kerja kombinasi

Merupakan suatu kondisi dimana antara pekerja dan mesin bekerja secara bersama-sama dimana mesin memerlukan pengoperasian dari pekerja, dilambangkan dengan kotak berwarna putih



3. Membuat analisa terhadap waktu menganggur, waktu kerja, dan hubungan antara pekerja dan mesin yang dioperasikan

2.4. Analysis of Variance

Analysis of Variance atau yang lebih dikenal dengan sebutan ANOVA merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menguji apakah ada persamaan nilai rata-rata dari satu atau lebih populasi. Ada 2 macam uji ANOVA, yaitu *One Way* ANOVA dan *Two Way* ANOVA. Perbedaan kedua macam pengujian ini terletak pada faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya nilai rata-rata tersebut. Dalam penulisan tugas akhir ini digunakan *One Way* ANOVA dalam beberapa aktivitas kerja. Hipotesa yang digunakan dalam pengujian ANOVA ini adalah sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_1 : Minimal ada satu μ yang tidak sama

Secara perhitungan manual, pengujian ANOVA dilakukan dengan membandingkan nilai F hasil perhitungan dengan nilai *critical value* dari distribusi F. Untuk menentukan nilai F hasil perhitungan digunakan rumus:

$$F = \frac{MSB}{MSW}$$

Dimana:

MSB : *variance between sample*

MSW: *variance withing sample*

MSB dan MSW sendiri didapatkan dengan rumus:

$$MSB = \frac{SSB}{k-1}$$

$$MSW = \frac{SSW}{n-k}$$

Dimana:

k : jumlah faktor yang mempengaruhi

n : total jumlah data dari keseluruhan faktor

SSB dan SSW dirumuskan sebagai berikut:

$$SSB = \left(\frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \dots \right) - \frac{(\sum X^2)}{n}$$

$$SSW = \sum X^2 - \left(\frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \dots \right)$$

Dimana:

T_i : penjumlahan data pada sampel i

n_i : jumlah data tiap-tiap sampel

Dalam penulisan tugas akhir ini, perhitungan uji ANOVA dilakukan dengan bantuan *software* Minitab 13. Dari hasil perhitungan ini akan dibandingkan nilai *p-value* dengan nilai α . Hipotesa awal dapat ditolak apabila nilai *p-value* lebih kecil nilai α .