

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijabarkan teori atau referensi yang digunakan terkait penelitian ini agar menjadi dasar yang kuat dalam pengolahan dan analisa data. Selain referensi ada pula peninjauan terhadap penelitian serupa yang sudah pernah dilakukan sebelumnya sebagai bahan pertimbangan dalam menyelesaikan penelitian ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada subbab ini dijelaskan mengenai ringkasan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Analisis Beban Kerja Operator *Mixing* PT. Herlinah Cipta Pratama dengan Metode *Stopwatch Time Study* dan Fisiologi Kerja. Ada 3 penelitian terdahulu yang dikaji, sebagai berikut.

1. Mayasari dan Gustomo (2014) melakukan penelitian terkait analisis beban kerja pada suatu badan usaha yaitu CV. Sswco Perdana. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui beban kerja pekerja di CV. Sswco Perdana. Objek penelitian kali ini adalah pekerja di CV. Sswco Perdana sendiri. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa kuisisioner yang disebarkan ke 12 pekerja mengenai analisis pekerjaan dan beban kerja sejumlah 15 pertanyaan, form skala dari 1-5 mengenai beban kerja mereka, *interview* 1-4 orang pekerja mengenai pengetahuannya tentang analisis serta beban pekerjaannya, dan observasi langsung peneliti. Data sekunder berupa data penelitian sebelumnya terkait analisis pekerjaan dan beban kerja, data jumlah pekerja, profil perusahaan dan dokumen pendukung lainnya. Metode yang digunakan adalah metode *stopwatch time study* dimana dilakukan pengukuran waktu masing-masing elemen kerja yang selanjutnya waktu hasil pengukuran tersebut dikalikan dengan *rating factor* dengan hasil 1 yang artinya performansi pekerja adalah performansi rata-rata. Selanjutnya hasil dari perkalian tersebut dikalikan kembali dengan *allowance* sebesar 7% guna mengetahui beban kerja standar. Sehingga diperoleh data ada 4 elemen kerja yang *underload* dan 8 elemen kerja *overload*.
2. Emitua, Jabbar dan Anizar (2014) melakukan penelitian terkait beban kerja operator yang bekerja pada stasiun penggorengan UD XYZ. Menurut data yang diperoleh dari kuisisioner SNQ (*Standard Nordic Questionnaire*) maka diperoleh hasil operator wanita

cenderung lebih merasakan sakit saat melakukan pekerjaan di stasiun penggorengan. Hal tersebut membuat peneliti melakukan pengamatan terhadap denyut jantung pekerja sebelum dan sesudah proses kerja dan selanjutnya melakukan pengukuran konsumsi energi pekerja. Hasil dari pengamatan dan pengukuran tersebut dapat dinyatakan pekerja wanita mengonsumsi energi hingga 80% dengan kategori berat yaitu 351-379 Kkal/jam, sedangkan pekerja laki-laki hanya 20%.

3. Lusia (2016) melakukan penelitian terhadap pengukuran kerja di salah satu perusahaan plastik Indonesia untuk mengetahui waktu standar departemen *assembly* pada perusahaan tersebut. Beberapa departemen dalam perusahaan tersebut masih menggunakan tenaga kerja manual untuk melakukan pekerjaannya seperti *assembly*, sehingga menimbulkan *bottleneck* pada proses produksinya. Dilakukanlah pengukuran kerja guna meningkatkan produktivitas pada departemen *assembly*. Data yang diambil adalah data waktu proses *assembly* yang dikelompokkan dalam subgrup agar dapat diketahui rata-ratanya. Setelah mengetahui rata-rata maka dilakukan pengujian kecukupan data berdasarkan tingkat kepercayaan dan akurasi data yang dipercaya yaitu 95% dan 5%. Selanjutnya dilakukan pengukuran waktu normal dengan mempertimbangkan *rating factor* pekerja pada departemen itu sebagai pertimbangan performansi pekerja saat melakukan pekerjaan. Setelah itu dilakukan pengukuran waktu kerja standar dengan mempertimbangkan allowance berdasarkan tabel ILO. Diperoleh kesimpulan bahwa bahwa pelaksanaan penelitian ini berhasil karena pekerja memiliki kecepatan kerja yang normal dan pekerja memiliki keahlian spesifik dalam bidang/departemen yang dikerjakannya.

Tabel 2.1 merupakan ringkasan penelitian terdahulu terkait Analisis Beban Kerja Operator *Mixing* PT. Herlina Cipta Pratama Dengan Metode *Stopwatch Time Study* dan Fisiologi Kerja.

Tabel 2.1

Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No	Penulis	Metode	Objek Penelitian	Hasil
1	Mayasari dan Gustomo (2014)	<i>Stopwatch timestudy</i> dan analisis beban kerja	Pekerja di CV. Sswco Perdana	Diperoleh data ada 4 elemen kerja yang underload dan 8 elemen kerja <i>overload</i> .
2	Emitua, Jabbar, dan Anizar (2014)	Analisis beban kerja menggunakan <i>heart rate analysis</i>	Operator yang bekerja pada stasiun penggorengan UD XYZ	Dapat dinyatakan pekerja wanita mengonsumsi energi hingga 80% dengan kategori berat yaitu 351-379 kkal/jam, sedangkan pekerja laki-laki hanya 20%.
3	Lusia	<i>Stopwatch</i>	Pekerja di	Diperoleh kesimpulan bahwa

No	Penulis	Metode	Objek Penelitian	Hasil
	(2016)	<i>time study</i> dan analisis beban kerja	departemen <i>assembly</i> salah satu perusahaan plastik Indonesia	bahwa pelaksanaan penelitian ini berhasil karena pekerja memiliki kecepatan kerja yang normal dan pekerja memiliki keahlian spesifik dalam bidang/departemen yang dikerjakannya.
4	Dhia (2018)	Analisis beban kerja dengan <i>time study</i> dan <i>work physiology</i>	Operator <i>mixing</i> PT. Herlinah Cipta Pratama	Dapat disimpulkan dengan analisis beban kerja dapat memunculkan usulan perbaikan pembagian kerja operator <i>mixing</i> PT. Herlinah Cipta Pratama dan memiliki hasil persentase waktu istirahat yang lebih efektif dari kondisi <i>existing</i> sebesar 58% menjadi 39% untuk operator 1 dan 51% untuk operator 2.

2.2 *Stopwatch Time Study*

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stop-watch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metoda ini terutama sekali baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*) (Wignjosoebroto, 2003). Metode ini merupakan metode perhitungan yang nantinya diharapkan Dari hasil pengukuran maka dapat membantu peneliti untuk menghitung waktu baku suatu pekerjaan.

2.2.1 Langkah-Langkah Pengukuran Kerja dengan Metode *Stopwatch Time Study*

Sebelum melakukan perhitungan waktu baku menggunakan metode *Stopwatch Time Study*, diperlukan berbagai rangkaian kegiatan pengukuran. Adapun berikut langkah-langkah pengukuran kerja dengan metode *stopwatch time study* (Wignjosoebroto, 2003).

1. Mencatat informasi terkait pekerjaan yang diamati (spesifikasi, peralatan, mesin, prosedur).
2. Membagi pekerjaan yang diamati menjadi elemen-elemen kerja yang dapat diukur waktunya sesuai yang dibutuhkan.
3. Melakukan pengamatan dan pencatatan waktu kerja operator dalam menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut. Adapun metode pengamatan waktu kerja terdiri dari 3 metode, yaitu:

a. *Continuous Timing* (Pengukuran waktu berkelanjutan)

Waktu pengamatan dimulai saat awal pekerjaan dimulai dan dibiarkan berjalan selama pengamatan berlangsung. Adapun waktu masing-masing elemen pekerjaan yang diamati di catat dan dilakukan perhitungan pengurangan antar waktu elemen pekerjaan untuk mengetahui waktu kerja masing-masing elemen kerja.

b. *Repetitive (Snap-back method)*

Waktu pengamatan dimulai dari awal pekerjaan, namun tiap kali pengukuran elemen kerja yang berbeda maka pengukuran waktu dikembalikan ke nol, sehingga waktu yang dicatat merupakan waktu sebenarnya dari elemen-elemen kerja yang diamati. Metode ini memudahkan untuk mengetahui variasi waktu antar elemen kerja pada suatu pekerjaan.

c. *Accumulative Timing*

Metode ini adalah kombinasi antara *continuous timing* (pengukuran waktu berkelanjutan) dan repetitif (*snap-back method*), dimana alat ukur yang digunakan adalah lebih dari satu dengan cara melakukan metode pengukuran bergantian antar *stopwatch*.

4. Menghitung jumlah siklus kerja yang cukup untuk diteliti dan melakukan uji keseragaman data.
5. Menentukan kondisi operator dengan *rate of performance* ketika operator melakukan elemen-elemen kerja yang diamati guna mengetahui standar *performance* operator saat bekerja. Sedangkan apabila elemen-elemen pekerjaan dilakukan oleh mesin, maka dianggap nilai *performance* sama dengan 100%.
6. Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu kerja normal dengan mempertimbangkan *rate of performance* operator yang sudah ditentukan dan waktu kerja aktual yang telah diukur sebelumnya.
7. Menentukan waktu longgar operator supaya fleksibilitas operator terhadap kebutuhan pribadi (kelelahan, ke kamar mandi) saat bekerja dapat dipertimbangkan, sehingga perhitungan yang dihasilkan sesuai dengan kondisi *real*.
8. Menentukan waktu baku dengan mempertimbangkan perhitungan waktu normal dan waktu longgar operator dalam pekerjaannya.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa metode *stopwatch time study* dilakukan dengan menggunakan data objektif karena berdasarkan kondisi aktual operator saat melakukan aktivitas pada elemen-elemen kerja. Selain hasil pengukuran menggunakan metode *stopwatch time study* secara objektif, ada pula subjektivitas berupa asumsi yang

diterapkan pada penelitian menggunakan metode ini, yaitu:

1. Metoda dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan harus sama dan dibakukan terlebih dahulu sebelum kita mengaplikasikan waktu baku ini untuk pekerjaan serupa.
2. Operator harus memahami benar prosedur dan metoda pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja. Operator-operator yang dibebani dengan waktu baku ini diasumsikan memiliki tingkat keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan tersebut. Untuk ini persyaratan mutlak pada waktu memilih operator yang dianalisa waktu kerjanya benar-benar memiliki tingkat kemampuan yang rata-rata.
3. Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik pada saat pengukuran kerja dilakukan.
4. Performansi kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

2.2.2 Westing House System's Rating

Performance rating adalah kegiatan penilaian/evaluasi kecepatan pekerja dalam melakukan pekerjaannya (Wignjosoebroto, 2003). Sistem penilaian ini didasarkan oleh faktor-faktor *rate of performance* operator yaitu ada 4 faktor:

1. *Skill* (kemampuan): kemampuan dalam hal mengikuti metode kerja yang telah ditetapkan perusahaan.
2. *Effort* (usaha): keinginan untuk melakukan pekerjaan secara efektif.
3. *Condition* (kondisi): kondisi sekitar operator saat melakukan pekerjaan seperti suhu, adanya ventilasi udara, pencahayaan yang baik, dan kebisingan.
4. *Consistency* (konsistensi): seberapa besar perbedaan hasil pengukuran waktu kerja operator.

Keempat faktor *rate of performance* memiliki nilai masing-masing berdasarkan keadaan di lapangan. Masing-masing faktor memiliki nilai dan level yang berbeda-beda. Berikut level dan nilai yang ditetapkan pada tiap faktor dapat dilihat di Tabel 2.2.

Tabel 2.2

Faktor Berpengaruh Terhadap Performansi Kerja

<i>Skill</i>			<i>Effort</i>		
+0,15	A1	<i>Superskill</i>	+0,13	A1	
+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>

<i>Skill</i>			<i>Effort</i>		
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,0	D	<i>Average</i>	0,0	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>Coditions</i>			<i>Consistency</i>		
+0,06	A	<i>Ideal</i>	+0,04	A	<i>Perfect</i>
+0,04	B	<i>Excellent</i>	+0,01	B	<i>Excellent</i>
+0,02	C	<i>Good</i>	+0,04	C	<i>Good</i>
0,0	D	<i>Average</i>	0,0	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>

Adapun besaran harga *performance rating* (p) memiliki 3 indeks, yaitu:

1. $p > 1$, bila pengukur berpendapat bahwa pekerja bekerja di atas normal (terlalu cepat).
2. $p < 1$, bila pengukur berpendapat bahwa pekerja bekerja di bawah normal (terlalu lambat).
3. $p = 1$ bila pengukur berpendapat bahwa pekerja bekerja dengan wajar.

2.2.3 Waktu Normal

Setelah melakukan penetapan *rate of performance* operator saat melakukan pekerjaan, selanjutnya adalah menghitung lama waktu pengerjaan elemen-elemen kerja. Untuk mengetahui waktunya, maka diperlukan penormalan waktu aktual dengan mempertimbangkan penetapan *rate of performance* operator yang sudah ditetapkan sebelumnya. Hal ini dilakukan karena adanya kemungkinan tiap melakukan pekerjaan operator tidak melakukan dengan tempo kecepatan yang sama konstan. Maka dari itu perlu diperhitungkan faktor penetapan *rate of performance* operator seperti rumus berikut.

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Aktual} \times \frac{\text{Rating Factor \%}}{100 \%} \quad (2-1)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

2.2.4 Allowance (Waktu Longgar)

Setelah melakukan perhitungan waktu normal hasil yang didapatkan masih harus diolah kembali karena dalam keadaan sebenarnya banyak hal yang terjadi diluar aktivitas produktif pada elemen-elemen kerja itu sendiri yang berpengaruh terhadap waktu kerja operator. Pemberian waktu *allowance* dimaksudkan untuk memberi waktu kepada pekerja untuk menghentikan kerja, membutuhkan waktu-waktu khusus untuk kebutuhan pribadi,

istirahat melepas lelah dan alasan-alasan lain diluar kontrolnya (Wignjosuebrot, 2003). Waktu *allowance* yang diperlukan dan menginterupsi proses produksi ini bisa dikelompokkan menjadi *personal allowance* kisaran 2 hingga 5% (10 hingga 24 menit), *fatigue allowance* 5 hingga 15 menit dan *delay allowance*.

Besarnya waktu *allowance* dapat dihitung dengan metode *work sampling* berdasarkan besar persentase aktivitas non produktif, tetapi ada pula cara lain yaitu menggunakan tabel ILO (*International Labour Organization*) *Allowance*. Penentuan besarnya *allowance* berdasarkan ILO dilihat dari beberapa faktor yaitu (Niebel, 1999):

1. *Constant Allowance*, yaitu kelonggaran yang nilainya konstan atau tetap dan sudah distandarisasikan dilihat dari *personal allowance* (kelonggaran pribadi) sebesar 2%-5% untuk pria dan 5% untuk wanita serta *basic fatigue* (tingkat kelelahan) sebesar 4%.
2. *Variable Allowance*, yaitu kelonggaran yang nilainya tidak tetap, dilihat dari pengamatan langsung secara aktual. *Variable allowance* dilihat dari beberapa faktor yaitu: *standing allowance* (kelonggaran untuk pekerjaan yang posisinya berdiri) nilainya konstan yaitu 2%, faktor *abnormal position* (kelonggaran untuk posisi abnormal), faktor tenaga yang dikeluarkan oleh masing-masing *manpower* dilihat dari kategori beban sehingga diberikan kelonggaran sebesar 0-22%, faktor *bad light* (cahaya yang buruk), faktor *atmosphere conditions* (keadaan temperatur tempat kerja), faktor *noise level* (tingkat kebisingan), faktor *mental strain* (ketegangan mental), faktor *monotory* (monoton), faktor *tediousness* (kebosanan).

Tabel 2.3

Tabel *Allowance* ILO

KELONGGARAN TETAP	%
a. Kelonggaran pribadi	5
b. Kelonggaran keletihan dasar	4
KELONGGARAN TIDAK TETAP	%
c. Kelonggaran berdiri	2
d. Kelonggaran posisi tidak normal	
1) Cukup kaku	0
2) Kaku	2
3) Sangat kaku	7
e. Memakai tenaga atau energi otot (mengangkat, menarik, mendorong)	
Berat beban yang diangkat saat bekerja	
5lb = 2,5 kg	0
10lb = 5 kg	1
15lb = 7,5 kg	2
20lb = 10 kg	3
25lb = 12,5 kg	4

KELONGGARAN TIDAK TETAP	%
30lb = 15 kg	5
35lb = 17,5 kg	7
40lb = 20 kg	9
45lb = 22,5 kg	11
50lb = 25 kg	13
60lb = 30 kg	17
70lb = 35 kg	22
f. Cahaya tidak bagus	
1) Sedikit dibawah rekomendasi	0
2) Jauh dibawah rekomendasi	2
3) Benar-benar tidak cukup	5
g. Kondisi udara (panas dan kelembaban)-variabel	0-10
h. Tingkat perhatian	
1) Cukup/sedang	0
2) Teliti	2
3) Sangat teliti	5
i. Tingkat kebisingan	
1) Berkelanjutan	0
2) Terputus-putus keras	2
3) Terputus-putus sangat keras	5
4) Nada tinggi keras	5
j. Ketegangan mental	
1) Proses yang cukup rumit	1
2) Rumit atau butuh perhatian yang serius	4
3) Sangat Rumit	8
k. Monoton	
1) Rendah	0
2) Sedang	1
3) Tinggi	4
l. Kebosanan	
1) Agak membosankan	0
2) Bosan	2
3) Sangat bosan	5

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

2.2.5 Waktu Standar

Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti atau *stopwatch time study*. Pengukuran dilakukan dikarenakan didalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Waktu baku didapatkan dengan mengalikan waktu normal dengan

kelonggaran (*allowance*). Berikut adalah formulasi perhitungan waktu baku:

$$\text{Waktu Standar} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \%Allowance} \quad (2-2)$$

Sumber: Wignjosuebrotto (2003)

2.3 Kelelahan

Menurut (Nurmianto, 2005) kelelahan kerja menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Ada dua jenis kelelahan berdasarkan gejalanya, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot/perasaan nyeri pada otot. Sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi. Adapun penyebab kelelahan dapat terjadi karena berbagai macam faktor, seperti:

1. Masalah fisik (tanggung jawab, kekhawatiran konflik)
2. Kenyerian dan kondisi kesehatan
3. Nutrisi pekerja
4. Intensitas dan lama kerja fisik dan mental
5. Lingkungan (iklim, penerangan, kebisingan, getaran)
6. *Circadian Rhythm*

Kelelahan harus diatasi dengan memelihara dan mempertahankan efisiensi kerja. Cara memelihara dan mempertahankan efisiensi kerja bisa dengan melakukan penyegaran yang pastinya dilakukan tanpa ada tekanan (*cancel out the stress*). Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu-waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran.

2.4 Beban Kerja

Tubuh manusia terdiri dari berbagai macam sistem, termasuk sistem otot yang membuat manusia dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Sistem otot ini memiliki setengah masa dari tubuh manusia yang membuat manusia dapat bergerak dan melakukan pekerjaannya. Pekerjaan di satu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai salah satu tujuan hidup. Di pihak lain, dengan bekerja berarti tubuh menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap aktivitas pekerjaan merupakan beban bagi pekerja yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental (Tarwaka dkk, 2004).

Bedasarkan teori ilmu ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh manusia harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Menurut (Irwandy, 2007). Beban kerja adalah frekuensi kegiatan rata-rata dari masing-masing pekerjaan dalam jangka waktu tertentu. Sehingga dengan pernyataan diatas dapat disimpulkan pekerjaan harus terintegrasi antara jenis pekerjaan, frekuensi dan jumlah waktu yang didapatkan seorang pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya.

2.4.1 Analisa Beban Kerja

Pengukuran beban kerja pekerja di suatu perusahaan dapat dilakukan dengan banyak cara. Menurut (Cain, 2007) ada 3 jenis pengukuran beban kerja, yaitu:

1. Pengukuran subjektif

Pengukuran berdasarkan penilaian dan pelaporan oleh pekerja terhadap beban kerja yang dirasakannya dalam menyelesaikan suatu tugas. Pengukuran jenis ini pada umumnya menggunakan skala penilaian (*rating scale*).

2. Pengukuran kinerja

Pengukuran yang berdasarkan pengamatan terhadap aspek-aspek perilaku/aktivitas yang ditampilkan oleh pekerja. Salah satu jenis dalam pengukuran kinerja adalah pengukuran yang diukur berdasarkan waktu. Menurut (Sutalaksana, 2006) pengukuran waktu dapat digunakan untuk mendapatkan ukuran tentang beban dan kinerja yang berlaku dalam suatu sistem kerja. Karena metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah metode ilmiah, maka hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Pengukuran kinerja dengan menggunakan waktu merupakan suatu metode untuk mengetahui waktu penyelesaian suatu pekerjaan yang dikerjakan oleh pekerja yang memiliki kualifikasi tertentu, didalam suasana kerja yang telah ditentukan serta dikerjakan dengan suatu tempo kerja tertentu.

3. Pengukuran fisiologis

Pengukuran berdasarkan tingkat beban kerja dengan mengetahui beberapa aspek dari respon fisiologis pekerja sewaktu menyelesaikan suatu tugas/pekerjaan tertentu. Pengukuran yang dilakukan biasanya pada merupakan respon-respon dari tubuh. Salah satu respon tubuh yang dapat mengukur besar kecilnya beban kerja pekerja adalah denyut jantung. Adapun caranya adalah melakukan pengukuran denyut jantung selama bekerja. Cara ini merupakan suatu metode untuk menilai *cardiovascular strain*. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri

dengan menggunakan rangsangan *ElectroCardio Graph* (ECG).

Selain ketiga cara diatas, adapun cara lain dengan melakukan perhitungan tenaga pekerja atau konsumsi energi seorang pekerja. Tenaga yang dikeluarkan tersebut biasanya diukur dalam satuan kilokalori. Dalam penentuan konsumsi energi secara fisiologis, kenaikan indeks denyut jantung dijadikan parameter penentuan penggunaan energi dalam suatu pekerjaan. Perumusan hubungan antara energi ekpenditur dengan denyut jantung, dilakukan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan analisis regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung secara umum sebagai berikut.

$$W = 1,080411 - 0,0229038 X + 0,000471733 X^2 \quad (2-3)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Dimana:

W : Energi (kilokalori / menit)

X : Denyut jantung (denyut/menit)

2.5 Waktu Istirahat

Jika denyut jantung dipantau selama istirahat, bekerja, dan pemulihan, maka waktu pemulihan untuk beristirahat meningkat sejalan dengan beban kerja. Dalam keadaan yang ekstrim pekerja tidak mempunyai waktu yang cukup sehingga dapat mengalami kelelahan yang kronis. Adapun pada bukunya Niebel Benjamin & Freivalds, Andris merumuskan metoda untuk menentukan waktu istirahat sebagai kompensasi dari pekerjaan fisik sebagai berikut.

$$R = \frac{T(W-S)}{W-1,5} \quad (2-4)$$

Sumber: Niebel Benjamin & Freivalds, Andris (1999)

Dimana:

R: Istirahat yang dibutuhkan (menit)

T: Total waktu kerja (menit)

W: Konsumsi energi rata-rata bekerja (kilokalori/menit)

S: Pengeluaran energi standar sebagai batas antara pekerjaan aerob dan anaerob

Apabila konsumsi energi rata-rata bekerja (W) dari suatu pekerjaan masih dibawah ambang batas peralihan antara pekerjaan aerob dan anaerob (S), maka persamaan Murrel tersebut tidak terpakai. Apabila hal tersebut terjadi maka nilai R (lamanya istirahat) dapat dicari dengan menggunakan kelonggaran kerja berupa persentase dari waktu normal yang merupakan *allowance* untuk keperluan pribadi dan untuk mengatasi kelelahan dari operator.

Halaman ini sengaja dikosongkan