

**PENENTUAN JUMLAH OPERATOR BERDASARKAN ANALISA BEBAN KERJA FISIK DENGAN PERTIMBANGAN *CARDIOVASCULAR LOAD* (Studi Kasus: Pabrik Gondorukem dan Terpentin Garahan Jember)**

***THE DETERMINATION OF THE NUMBER OF OPERATORS ACCORDING TO PHYSICAL WORKLOAD ANALYSIS BASED ON CARDIOVASCULAR LOAD* (Case Study: Pabrik Gondorukem dan Terpentin Garahan Jember)**

**Dessy Nurvitarini<sup>1)</sup>, Arif Rahman<sup>2)</sup>, Rahmi Yuniarti<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: [dessynurvitarini@gmail.com](mailto:dessynurvitarini@gmail.com)<sup>1)</sup>, [posku@ub.ac.id](mailto:posku@ub.ac.id)<sup>2)</sup>, [rahmi\\_yuniarti@ub.ac.id](mailto:rahmi_yuniarti@ub.ac.id)<sup>3)</sup>

**Abstrak**

*Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember mengelola hasil hutan berupa getah pinus menjadi gondorukem (resina colophonium) dan terpentin. Departemen produksi mempunyai 7 workstation dengan 1 operator di setiap workstation. Di departemen produksi terjadi ketidakseimbangan beban kerja antar operator. Bahkan sebagian operator mendapatkan beban kerja berlebih. Sehingga menyebabkan operator tersebut mengalami kelelahan. Penelitian dimulai dengan melakukan pengukuran beban kerja fisik dengan pendekatan ergonomi. Denyut jantung selama bekerja diukur untuk menilai cardiovascular strain operator. Pengukuran waktu kerja menggunakan metode stopwatch time study untuk menetapkan waktu baku pada setiap elemen kerja. Berdasarkan data denyut jantung, selanjutnya mengidentifikasi dan mengevaluasi workstation yang berindikasi operatornya mengalami beban kerja berlebih dan mempunyai resiko kelelahan. Kemudian menghitung kebutuhan operator di workstation yang operatornya bekerja terlalu berat, dari aspek beban kerja ataupun kuantitas elemen kerjanya. Berdasarkan hasil perhitungan persentase cardiovascular load (%CVL), terdapat 2 operator mempunyai nilai %CVL > 30%. Operator workstation 5 dan 7 mempunyai nilai %CVL melebihi batas risiko kelelahan yaitu sebesar 31,58% dan 40,21%. Operator workstation 3 bekerja dengan kuantitas elemen kerja sangat banyak dibanding workstation lainnya. Hasil perhitungan kebutuhan operator pada workstation 3, 5, dan 7 menunjukkan perlunya penambahan operator sebanyak 1 orang di masing-masing workstation. Maka secara keseluruhan, direkomendasikan penambahan dari 7 operator menjadi 10 operator.*

**Kata kunci:** *Beban Kerja Fisik, Cardiovascular Load, Stopwatch Time Study, Waktu Baku, Kebutuhan Operator*

**1. Pendahuluan**

Perkembangan industri dan inovasi dalam dunia teknologi yang semakin berkembang pesat menuntut perusahaan menjadi lebih kompetitif dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat. Perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan kinerjanya secara optimal untuk dapat mencapai tujuan dan bersaing di era globalisasi saat ini. Dalam hal ini, salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan sumber daya manusia didalam perusahaan. Sumber daya manusia merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam organisasi, karena kualitas organisasi sendiri sangat bergantung pada kualitas sumber daya manusia sebagai karyawan dan pelaku layanan dalam suatu organisasi (Zeithaml *et al.*, 1990, dalam Susanto, 2001:1).

Saat ini telah banyak perusahaan yang memberikan perhatian khusus pada efisiensi, efektifitas dan produktivitas pekerjaannya. Namun terlepas dari itu pekerja merupakan manusia yang memiliki kapasitas dalam bekerja. Salah satunya adalah adanya kelelahan saat bekerja. Rasa lelah yang terjadi dapat timbul dari beban kerja pekerjaan yang dilakukan sehari-hari. Beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu. Setiap beban kerja yang diterima seseorang harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun mental pekerja yang menerima beban kerja tersebut agar tidak terjadi kelelahan (Sastrowinoto, 1985:118). Definisi kelelahan menurut Tarwaka (2004:107) kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi

pemulihan setelah istirahat. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatkan kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri (Nurmianto, 2004:269).

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember adalah salah satu Pabrik milik Perum Perhutani yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang industri kehutanan. Produk utama PGT. Garahan Jember adalah gondorukem dan terpentin yang hasilnya nantinya akan diekspor keluar negeri dan dipasok ke beberapa konsumen. Terdapat beberapa masalah pada departemen produksi yang salah satunya adalah permasalahan tentang beban kerja operator. Salah satunya penyebabnya adalah adanya ketidakseimbangan antara jumlah pekerjaan yang dilakukan oleh operator dengan jumlah operator yang tersedia. Terdapat beberapa stasiun kerja yang mengharuskan operator untuk menangani beberapa fasilitas produksi sekaligus dengan jumlah elemen kerja yang tidak sedikit dengan waktu setiap elemen yang relatif sama. Sebagai dugaan awal, semakin banyak elemen kerja maka akan berdampak pada ketidakseimbangan beban kerja yang diterima operator. Berikut ini data jumlah operator dan jumlah elemen kerja pada setiap stasiun kerja operator departemen produksi PGT. Garahan Jember yang dapat dilihat pada Tabel 1.

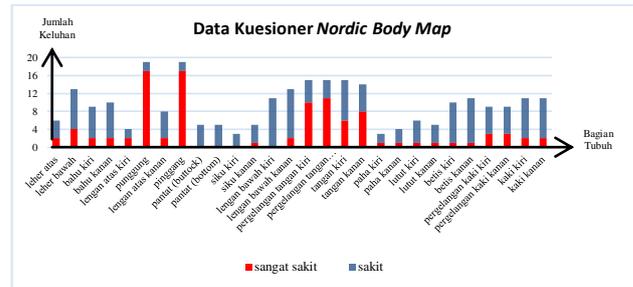
**Tabel 1.** Data Perbandingan Jumlah Operator dan Elemen Kerja

Work Station	Jumlah Fasilitas Produksi	Jumlah Elemen Kerja	Jumlah Operator
1	2	7	1
2	1	4	1
3	6	29	1
4	4	15	1
5	1	13	1
6	2	6	1
7	2	15	1

(Sumber: PGT. Garahan Jember, observasi)

Pada Tabel 1. di atas dapat dilihat bahwa terjadi ketidakseimbangan antara jumlah elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja. Selain itu, beban kerja yang diterima operator tidak dipertimbangkan oleh PGT. Garahan Jember. Ketidakseimbangan tersebut secara tidak langsung juga dapat mempengaruhi produktivitas operator karena beban kerja yang diterima dapat mengakibatkan kelelahan pada operator. Berikut ini data keluhan sakit dan ketidaknyamanan pada tubuh operator yang

diukur menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Data Kuesioner *Nordic Body Map*  
 (Sumber: PGT. Garahan Jember, kuisisioner)

Dari data hasil kuesioner *Nordic Body Map* pada Tabel 1.2 yang diberikan kepada 25 operator PGT. Garahan Jember yang telah diurutkan mulai dari keluhan sangat sakit, sakit, sedikit sakit, kemudian tidak sakit. Dapat dilihat bahwa punggung dan punggungan merupakan bagian tubuh yang memiliki nilai keluhan sakit dan ketidaknyamanan yang paling tinggi. Untuk menangani permasalahan tersebut dilakukan pendekatan ergonomi untuk mengetahui tingkat beban kerja fisik yang diderita oleh operator. Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem, serta profesi yang mempraktekkan teori, prinsip, data, dan metode dalam perancangan untuk mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan kebutuhan, kelemahan, dan keterampilan manusia (*International Ergonomics Association*, 2002).

Pengukuran beban fisik diukur dengan pengukuran denyut nadi selama bekerja, dimana metode ini digunakan untuk menilai *cardiovascular strain* pekerja (Menuaba, 1996, dalam Tarwaka, 2004:101). Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh adalah cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seiring dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Sastrowinoto, 1985:105). Kemudian setelah menilai persentase tingkat beban kerja fisik akan ditentukan jumlah pekerja atau operator dengan teknik pengukuran *time and motion study* yang akan dilakukan secara langsung dengan menggunakan metode jam henti (*stopwatch time study*). Dengan konsep pendekatan pengukuran beban fisik dengan menggunakan denyut nadi kemudian menentukan jumlah operator menggunakan

metode *stopwatch time study*, diharapkan mampu mengatasi ketidakseimbangan jumlah operator dan elemen kerja dari setiap stasiun kerja untuk mengurangi terjadinya beban kerja yang tinggi sehingga dapat mencegah dampak buruk bagi operator.

## **2. Metode Penelitian**

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif analisis. Penelitian kuantitatif analisis merupakan penelitian yang dimana membuktikan teori dan meneliti data yang diambil dalam sampel dari populasi kemudian di uji data tersebut, lalu di analisis berdasarkan *output* dari pengolahan data selanjutnya mencoba untuk memberikan solusi permasalahan yang ada supaya memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya (Umar, 2008:36).

### **2.1 Metode Pengumpulan Data**

Data yang diambil dalam penelitian ini berupa data elemen kerja operator, data denyut nadi/jantung operator, data frekuensi beban kerja, dan data *stopwatch time study* pada setiap elemen kerja masing-masing stasiun kerja. Data tersebut didapatkan dengan cara pengamatan atau observasi langsung kepada operator departemen produksi PGT. Garahan Jember. Dimana pengumpulan data dilakukan selama 8 jam kerja pada setiap operator. Untuk data denyut nadi/jantung didapatkan dengan menggunakan alat bantu *heart rate monitor* berupa jam tangan yang digunakan oleh operator selama pengamatan berlangsung, sedangkan untuk data *stopwatch time study* didapatkan dengan menggunakan alat bantu *stopwatch*.

### **2.2 Langkah-langkah Penelitian**

Prosedur dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

#### **1. Studi lapangan**

Pada tahap ini dilakukan studi lapangan atau *survey* lapangan untuk mengetahui permasalahan apa yang sebenarnya terjadi pada operator PGT. Garahan Jember untuk memperoleh kerangka berpikir dalam menyelesaikan masalah yang akan dipelajari.

#### **2. Studi Pustaka**

Sumber dari studi kepustakaan yang digunakan dalam penelitian ini berupa buku, jurnal maupun penelitian

terdahulu yang berkaitan dengan masalah beban kerja fisik atau studi ilmu ergonomi. Tujuan pada tahapan ini adalah untuk mengidentifikasi metode-metode apa yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang ada pada departemen produksi PGT. Garahan Jember melalui literatur-literatur yang berkaitan.

#### **3. Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan pengamatan yang dilakukan didasarkan dengan landasan teori yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan. Masalah yang timbul adalah adanya keluhan kelelahan dan sakit yang timbul pada tubuh operator. Setelah identifikasi masalah telah diperoleh, selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumusan masalah yang akan menjadi fokus dalam penelitian ini.

#### **4. Perumusan Masalah**

Setelah mengidentifikasi masalah, tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan yang terjadi di lapangan. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk menghitung beban kerja fisik, waktu baku dan jumlah operator yang ada pada departemen produksi PGT. Garahan Jember. Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji dan nantinya akan menunjukkan tujuan dari penelitian ini.

#### **5. Penetapan Tujuan**

Tujuan penelitian ini ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Dimana tujuan penelitian adalah untuk mengetahui berapa beban kerja fisik dan waktu baku pada operator PGT. Garahan Jember sehingga dapat diketahui jumlah operator. Hal ini ditunjukkan untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan data dan analisis hasil pengukuran selanjutnya.

#### **6. Pengumpulan Data**

Tahap pengumpulan data yang dilakukan meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi perusahaan. Selain itu pada tahap pengumpulan data dibutuhkan data-data sebagai berikut:

- a. Data jumlah operator dan fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja.
  - b. *Job Description* dari setiap operator.
  - c. Data kuisioner *Nordic Body Map*.
  - d. Data pengukuran denyut nadi/jantung operator departemen produksi.
  - e. Data pengamatan *stopwatch time study* operator untuk menentukan waktu baku.
7. Pengolahan Data
- Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan kemudian dilakukan pengolahan data dengan metode yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi yang meliputi:
- a. Melakukan pengolahan data hasil pengukuran denyut nadi/jantung (*cardiovascular load*).
  - b. Melakukan pengolahan data pengamatan *stopwatch time study* untuk menentukan waktu baku.
  - c. Melakukan perhitungan jumlah operator berdasarkan dari hasil pengamatan *stopwatch time study*.
8. Analisa dan Pembahasan
- Adapun tahapan analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
- a. Analisis deskriptif yang bertujuan menjelaskan dan mendeskripsikan hasil dari pengamatan berupa tingkatan beban kerja fisik yang diderita oleh operator departemen produksi PGT. Garahan Jember berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi/jantung.
  - b. Analisa jumlah operator pada setiap stasiun kerja dengan pertimbangan hasil pengukuran denyut jantung.
9. Kesimpulan dan Saran
- Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian ini yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan, dan analisa yang menjawab tujuan penelitian yang ditetapkan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengolahan Data *Cardiovascular Load*

Berdasarkan data pengamatan denyut nadi/jantung yang berupa Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) yang diambil setiap 5 menit pada masing-masing

operator di setiap stasiun kerja selama 8 jam kerja dengan memantau alat bantu *heart rate monitor* berupa jam tangan yang digunakan oleh operator selama pengamatan berlangsung, maka akan dilakukan perhitungan persentase *cardiovascular load* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Berikut ini contoh perhitungan %CVL dari Operator Melter Atas:

$$\begin{aligned}
 CVL &= \frac{DNK-DNI}{DN_{Max}-DNI} \times 100 && \text{(pers.1)} \\
 &= \frac{81-62}{173-62} \times 100 \\
 &= 17,07 \%
 \end{aligned}$$

Berikut ini hasil rekap perhitungan persentase *cardiovascular load* pada operator departemen produksi PGT. Garahan Jember dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan *Cardiovascular Load* Operator

WS	Operator	DNK (denyut /min)	DNI (denyut /min)	Dnmax (220-umur)	CVL (%)	Keterangan
1	Melter Atas	81	62	220 - 47 = 173	17,07	Tidak terjadi kelelahan
2	Melter Bawah	75	57	220 - 50 = 170	16,49	Tidak terjadi kelelahan
3	Washer	76	57	220 - 37 = 183	14,92	Tidak terjadi kelelahan
4	Pamasak	71	54	220 - 54 = 166	15,42	Tidak terjadi kelelahan
5	Canning	92	58	220 - 55 = 165	31,58	Diperlukan perbaikan
6	UPL	66	55	220 - 46 = 174	9,55	Tidak terjadi kelelahan
7	Pengemasan & Penyimpanan	104	59	220 - 50 = 170	40,21	Diperlukan perbaikan

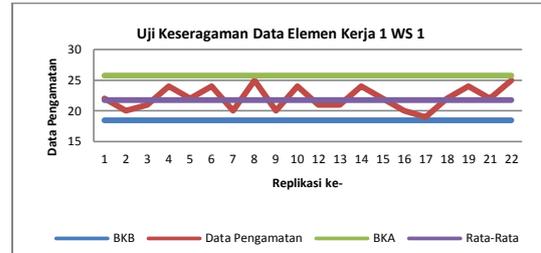
Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa dari 7 operator PGT. Garahan Jember, terdapat 2 operator yang memiliki nilai persentase *cardiovascular load* (%CVL) > 30% yaitu operator *workstation* 5 dan 7 yang dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kedua operator mengalami kelelahan saat bekerja yang memerlukan perbaikan kerja. Sedangkan 5 operator dengan nilai %CVL < 30% yaitu operator *workstation* 1, 2, 3, 4, dan 5 yang melakukan pekerjaan yang tidak menyebabkan terjadinya kelelahan. Untuk analisa lebih lanjut akan dibahas pada sub bab analisa dan pembahasan.

#### 3.2 Frekuensi Beban Kerja

Frekuensi beban kerja adalah jumlah pekerjaan yang harus dilakukan operator selama pengamatan (8 jam kerja) pada setiap elemen kerjanya. Dimana setiap elemen kerja memiliki frekuensi beban kerja yang berbeda. Berikut ini data frekuensi beban kerja operator departemen produksi yang terdapat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Frekuensi Beban Kerja

WS	Operator	Jumlah Elemen Kerja	Jumlah Frekuensi Beban Kerja
1	Melter Atas	7	214
2	Melter Bawah	4	112
3	Washer	29	621
4	Pemasak	15	239
5	Canning	13	694
6	UPL	6	91
7	Pengemasan & Penyimpanan	15	867



**Gambar 3.** Grafik Uji Keseragaman Data *In Control*

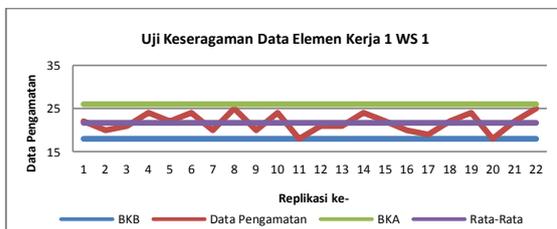
### 3.3 Pengolahan Data *Stopwatch Time Study*

#### 3.3.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman dilakukan untuk mengidentifikasi data ekstrim, yaitu data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata-rata data pengamatan. Data yang digunakan dalam uji keseragaman adalah data pengamatan *stopwatch time* dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Berikut ini contoh perhitungan dari uji keseragaman data pada elemen kerja 1 Operator Melter Atas (*work station 1*).

- $\bar{x} = \frac{22+20+21+24+22+24+20+\dots+19+22+24+18+22+25}{22} = 21,73$
- $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (\text{pers.2})$   
 $= \sqrt{\frac{(22-21,73)^2 + (20-21,73)^2 + \dots + (22-21,73)^2 + (25-21,73)^2}{22-1}}$   
 $= 2,11$
- Nilai  $k = 2$ , karena menggunakan  $s = 5\%$  dan  $\alpha = 95\%$
- BKA (batas kontrol atas) =  $\bar{x} + k\sigma$  (pers.3)  
 $= 21,73 + (2 \times 2,11) = 25,96$
- BKB (batas kontrol bawah) =  $\bar{x} - k\sigma$  (pers.4)  
 $= 21,73 - (2 \times 2,11) = 17,50$

Peta kontrol dari uji keseragaman data pada elemen kerja 1 Operator Meleter Atas (*work station 1*) dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Uji Keseragaman Data *Out Of Control*

Pada Gambar 2. dapat dilihat dilihat bahwa terdapat data pengamatan yang melebihi batas control bawah, sehingga data tersebut harus dibuang agar data pada elemen kerja 1 dapat seragam. Setelah data yang melebihi batas control bawah dibuang didapatkan data seragam pada elemen kerja 1 yang ditujukan pada Gambar 3.

Hasil uji keseragaman data pengamatan *stopwatch time study* setiap elemen kerja pada 7 orang operator departemen produksi PGT. Garahan Jember adalah bahwa seluruh data yang diambil berada pada batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Dengan demikian seluruh data pengamatan yang diambil telah seragam.

#### 3.3.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah banyaknya data yang diambil pada pengamatan *stopwatch time study* telah mencukupi atau belum. Data yang digunakan dalam uji kecukupan adalah data pengamatan *stopwatch time study* dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Berikut ini contoh perhitungan dari uji kecukupan data pada elemen kerja 1 Operator Melter Atas (*work station 1*).

- $\Sigma x = 22 + 20 + 21 + 24 + 22 + \dots + 19 + 22 + 24 + 22 + 25 = 442$
- $(\Sigma x)^2 = 402^2 = 195364$
- $\Sigma(x^2) = 22^2 + 20^2 + 21^2 + 24^2 + \dots + 22^2 + 24^2 + 22^2 + 25^2 = 9834$
- $N = 20; k = 2; s = 5\%$
- $N' = \left[ \frac{k \sqrt{n \Sigma(x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2 \quad (\text{pers.5})$   
 $= \left[ \frac{2 \sqrt{20 \times 9834 - 195364}}{403} \right]^2 = 11$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas untuk elemen kerja 1 Operator Melter Atas (*work station 1*) menunjukkan bahwa  $N > N'$  yaitu  $20 > 11$ . Dimana  $N$  merupakan jumlah replikasi dari pengamatan *stopwatch time study* pada operator, sedangkan  $N'$  adalah jumlah data yang harus diambil. Maka dapat disimpulkan bahwa data pada elemen kerja 1 Operator Melter Atas telah memenuhi kecukupan data. Hasil perhitungan jumlah kecukupan data terhadap data pengamatan *stopwatch time study* setiap elemen kerja pada 7 orang operator departemen produksi PGT. Garahan Jember diperoleh bahwa seluruh nilai  $N > N'$ . Sehingga seluruh data yang diambil dinyatakan cukup. Keseluruhan data didapatkan selama 8 jam

kerja yang memiliki jumlah frekuensi yang berbeda pada setiap elemen kerjanya.

### 3.3.3 Penentuan Performance Rating

Faktor penyesuaian atau *performance rating* bertujuan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan yang diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Penentuan *performance rating* didapatkan berdasarkan tabel *westinghouse system* dengan 4 faktor penilaian, yaitu *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency*. Rumus *performance rating* adalah:

$$\text{Performance rating} = 1 + \text{rating faktor} \quad (\text{pers.6})$$

$$= 1 + (\text{skill, effort, condition, consistency})$$

Berikut ini perhitungan *performance rating* dari masing-masing operator setiap stasiun kerja departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Performance Rating**

WS	Operator	Westinghouse System				PR
		Skill	Effort	Condition	Consistency	
1	Melter Atas	D=0	D=0	D=0	D=0	1
2	Melter Bawah	D=0	D=0	D=0	D=0	1
3	Washer	D=0	D=0	D=0	D=0	1
4	Pemasak	D=0	D=0	D=0	D=0	1
5	Canning	D=0	D=0	D=0	D=0	1
6	UPL	D=0	D=0	D=0	D=0	1
7	Pengemasan & Penyimpanan	D=0	D=0	D=0	D=0	1

### 3.3.4 Penentuan Allowance

Seorang operator tentu tidak akan mampu bekerja secara terus menerus, maka diperlukan kelonggaran (*allowance*) yang merupakan waktu khusus bagi operator dalam melakukan aktivitas pribadi, melepas lelah, dan kebutuhan lainnya. Penentuan *allowance* didapatkan pada tabel kelonggaran yang didasarkan pada faktor-faktor yang berpengaruh, dimana terdiri dari 7 faktor dan ditambah dengan kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (Sutalaksana, 1979:84). Data *allowance* masing-masing operator dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Allowance**

WS	Operator	Faktor Allowance								Total
		A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Melter Atas	6%	0%	0%	3%	10%	5%	1%	2,5%	27,5%
2	Melter Bawah	10%	5%	3%	0%	10%	5%	1%	2,5%	36,5%
3	Washer	10%	2,5%	0%	3%	10%	10%	1%	2,5%	39%
4	Pemasak	6%	2,5%	0%	3%	10%	5%	1%	2,5%	30%
5	Canning	10%	2,5%	0%	3%	15%	5%	1%	2,5%	39%
6	UPL	6%	0%	0%	0%	10%	5%	1%	2,5%	24,5%
7	Pengemasan & Penyimpanan	19%	5%	3%	3%	10%	5%	1%	2,5%	48,5%

### 3.3.5 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku (*standard time*) adalah waktu yang harus mencakup waktu semua

elemen dalam operasi tersebut, akan tetapi banyak organisasi yang memiliki penilaian waktu baku pada setiap elemen kerja secara terpisah. Kemudian menentukan nilai *performance rating* serta *allowances* dalam menghitung waktu baku setiap elemen (Barnes, 1980:309). Sebelum melakukan perhitungan waktu baku maka akan dihitung waktu siklus dan waktu normal terlebih dahulu. Berikut ini contoh perhitungan waktu baku untuk elemen kerja 1 pada Operator Melter Atas.

$$W_s = \frac{\sum xi}{N} \quad (\text{pers.7})$$

$$= \frac{442}{20} = 22,10 \text{ detik}$$

$$W_n = W_s \times p \quad (\text{pers.8})$$

$$= 22,10 \times 1 = 22,10 \text{ detik}$$

$$W_b = \frac{100\%}{100\% - \text{allowance}} \quad (\text{pers.9})$$

$$= \frac{100\%}{100\% - 27,5\%} = 30,48 \text{ detik} = 0,008 \text{ jam}$$

Berikut ini rekapitulasi hasil perhitungan waktu baku pada masing-masing *work station* departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Waktu Baku**

WS	Operator	Jumlah Elemen Kerja	Jumlah Frekuensi Beban Kerja	Total Waktu Baku
1	Melter Atas	7	214	3,84 menit ~ 0,06 jam
2	Melter Bawah	4	112	9 menit ~ 0,15 jam
3	Washer	29	621	51,96 menit ~ 0,87 jam
4	Pemasak	15	239	7,86 menit ~ 0,13 jam
5	Canning	13	694	22,68 menit ~ 0,38 jam
6	UPL	6	91	11,61 menit ~ 0,19 jam
7	Pengemasan & Penyimpanan	15	867	17,46 menit ~ 0,29 jam

### 3.4 Perhitungan Jumlah Operator

Dari perhitungan waktu baku maka dapat dihitung jumlah operator pada setiap stasiun kerja (*work station*) berdasarkan beban kerja yang dilakukan operator, yang didapatkan dari data jumlah frekuensi beban kerja operator selama 8 jam kerja. Jumlah operator adalah hasil perkalian dari frekuensi beban kerja pada setiap elemen kerja dengan waktu baku (*standard time*) pada setiap elemen kerja, dibagi dengan jam kerja operator. Berikut ini contoh perhitungan jumlah tenaga kerja pada *work station* 1.

$$N = \frac{P}{D} \times T \quad (\text{pers.10})$$

$$= \frac{0,98 \text{ jam}}{8 \text{ jam/orang}} = 1 \text{ orang}$$

Berikut ini data perhitungan operator pada masing-masing *work station* departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perhitungan Jumlah Operator

	Work station						
	1	2	3	4	5	6	7
P x T (jam)	1,22	2,72	8,69	1,29	11,49	2,99	11,34
D (jam/orang)	8	8	8	8	8	8	8
N (orang)	1	1	2	1	2	1	2

Berdasarkan perhitungan jumlah operator yang terdapat pada Tabel 7. dapat dilihat bahwa *work station 2* (Washer), *work station 5* (Canning), dan *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan) memerlukan tenaga kerja sebanyak 2 orang, sedangkan pada *work station* lainnya hanya membutuhkan 1 orang saja. Akan tetapi pada kenyataannya, jumlah operator yang tersedia pada setiap *work station* hanya 1 orang. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan jumlah operator agar jumlah operator yang tersedia sesuai dengan beban kerja yang dikerjakan oleh operator.

### 3.5 Rekomendasi Penurunan Beban Kerja

Untuk mengurangi beban kerja yang diterima oleh operator departemen produksi PGT. Garahan Jember, maka akan diberikan beberapa rekomendasi penurunan beban kerja. Rekomendasi ini dipusatkan kepada operator yang memiliki beban kerja tinggi yang didasarkan pada perhitungan jumlah operator dengan pertimbangan persentase *cardiovascular load*. Berikut ini rekomendasi yang diberikan:

#### 1. Menambah jumlah operator

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah pekerja berdasarkan beban kerja yang diterima oleh operator maka jumlah operator yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Jumlah Tenaga Kerja Usulan

Work station	Operator	Tenaga Kerja (existing)	Tenaga Kerja (usulan)
1.	Melter Atas	1	1
2.	Melter Bawah	1	1
3.	Washer	1	2
4.	Pemasak	1	1
5.	Canning	1	2
6.	UPL	1	1
7.	Pengemasan & Penyimpanan	1	2

Tabel 8. menunjukkan bahwa terdapat 3 *work station* yang memerlukan penambahan jumlah operator yaitu operator *work station 3* (Washer), operator *work station 5* (Canning), dan operator *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan). Dimana pada setiap *work station* tersebut membutuhkan penambahan operator sebanyak 1 orang, sehingga pada 3 *work station* tersebut masing-masing akan memiliki jumlah operator sebanyak 2 orang.

Kemudian akan dibuat peta kerja setempat yang digunakan untuk menganalisa dan memperbaiki proses kerja yang ada dalam suatu stasiun kerja. Dimana salah satunya adalah Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) yang merupakan alat yang baik guna menetapkan jumlah operator yang seharusnya dibutuhkan untuk mengoperasikan fasilitas produksi atau proses secara efektif. Peta Kelompok Kerja dilaksanakan dengan jalan membagi elemen kerja yang ada di antara anggota kelompok secara optimal dan menetapkan tugas masing-masing didalam mengoperasikan fasilitas kerja yang ada (Wignjosoebroto, 2003:148).

#### 2. Membagi pekerjaan (diperbantukan) dengan operator *work station* lain

Membagi pekerjaan atau elemen kerja dengan operator *work station* lain, dapat juga dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Operator yang akan membantu pekerjaan, memiliki beban kerja atau persentase *cardiovascular load* yang rendah.
- Operator yang akan membantu pekerjaan, memiliki elemen kerja yang sedikit dan waktu kelonggaran (*allowance*) yang cukup.
- Letak *work station* antara operator yang membutuhkan penambahan tenaga kerja dan operator yang akan membantu pekerjaan saling berdekatan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka Operator Washer dapat diperbantukan pekerjaannya oleh Operator UPL. Hal ini dikarenakan beban kerja atau persentase yang dimiliki oleh Operator UPL sangat rendah, yaitu 9,55%. Kemudian elemen kerja dari Operator UPL pun juga sedikit yaitu 6 elemen kerja dengan rentang waktu kerja yang pendek pada setiap elemen, sehingga Operator UPL memiliki waktu kelonggaran (*allowance*) yang cukup panjang. Selain itu, letak dari *work station* Operator Washer dan Operator UPL saling berdekatan. Dimana pada keadaan yang sesungguhnya di lapangan atau lantai produksi, Operator UPL memang sering kali membantu pekerjaan yang dilakukan oleh Operator Washer.

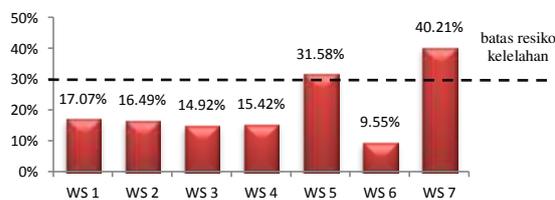
Untuk Operator Canning dan Operator Pengemasan & Penyimpanan yang juga membutuhkan penambahan jumlah tenaga kerja, tidak dapat dilakukan pembagian kerja dengan alasan letak dari *work station* kedua operator tersebut sulit untuk dijangkau oleh operator lain. Sehingga dikhawatirkan akan

meningkatkan beban kerja operator lain yang akan membantu pekerjaan kedua operator tersebut. Oleh karena itu, akan dibuat Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) dari Operator Washer dan Operator UPL, dimana pembagian kerja akan dilakukan untuk menangani 8 fasilitas produksi. Dimana Operator Washer akan menangani Tangki *Filter Gaf*, Tangki Asam Oksalat, Tangki Mixer dan Tangki Setler. Sedangkan Operator UPL akan menangani Tangki Penampung Limbah, Tangki Penampung Getah, Tangki Scrubbing, dan Tangki Washer.

Untuk Tangki Setler akan ditangani oleh kedua operator. Pembagian kerja telah disesuaikan dengan waktu dari proses setiap fasilitas produksi dan elemen kerja dari *work station 3* dan *work station 6*. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) pada operator *work station 3* dan *work station 6* dibuat selama satu kali proses produksi yang dalam sehari dapat melakukan sampai dengan 8 kali proses produksi, hal tersebut bergantung dari jumlah kedatangan bahan baku.

### 3.6 Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan persentase *cardiovascular load* (%CVL) yang telah dilakukan pada 7 orang operator departemen produksi PGT. Garahan Jember, maka didapatkan %CVL dari masing-masing operator yang terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Data Persentase *Cardiovascular Load*

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa terdapat 2 operator yang memiliki nilai persentase *cardiovascular load* (%CVL) > 30% yang berarti melebihi batas risiko kelelahan. Batas risiko kelelahan yang dimaksudkan adalah batas dari rentang waktu yang dibutuhkan operator untuk kembali ke denyut nadi normal atau kemampuan tubuh seseorang untuk melakukan pemulihan setelah melakukan aktivitas. Operator yang memiliki nilai %CVL > 30% yaitu operator *work station 5* (Canning) dengan nilai %CVL sebesar 31,58%, yang

disebabkan karena beban kerja operator yang tinggi. Dimana kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh adalah cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Sastrowinoto, 1985:105).

Operator Canning harus melakukan pekerjaan yaitu mencuci, mengangkat, dan menyablon drum pengemasan gondorukem serta mengisi drum dengan larutan gondorukem yang memiliki suhu titik didih  $\pm 170^{\circ}\text{C}$ . Selain beban kerja yang tinggi, panasnya larutan yang akan diisi ke dalam drum membuat suhu lingkungan yang tinggi atau panas. Kemudian operator *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan) dengan nilai %CVL tertinggi yaitu sebesar 40,21%, memiliki beban kerja yang tinggi dibandingkan dengan seluruh operator pada *work station* lainnya dimana sebagian besar elemen kerjanya dilakukan secara manual. Dalam melakukan pengemasan drum gondorukem operator harus bekerja dengan posisi tubuh membungkuk dengan jumlah drum yang harus ditutup  $\pm 150$  drum per hari. Suhu lingkungan dari ruang pengemasan yang tinggi atau panas, juga merupakan penyebab meningkatnya denyut jantung dari operator. Selain melakukan pengemasan pada drum gondorukem, Operator Pengemasan & Penyimpanan juga harus melakukan *canning* atau pengisian larutan terpentin ke dalam drum.

Oleh karena itu, pekerjaan yang dilakukan oleh kedua operator tersebut cenderung memiliki rentang waktu yang lama untuk melakukan pemulihan, hal ini bergantung pada beban kerja yang diterima oleh operator. Semakin berat beban kerja, maka semakin lambat denyut nadi untuk kembali normal (Sutalaksana, 2006:80). Dengan demikian beban kerja yang diterima oleh operator *work station 5* (Canning) dan operator *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan) lebih besar dibandingkan operator pada *work station* lainnya yang memiliki nilai %CVL < 30% yaitu operator *work station 1* (Melter Atas) dengan nilai sebesar 17,07%, operator *work station 2* (Melter Bawah) dengan nilai sebesar 16,49%, operator *work station 3* (Washer) dengan nilai sebesar 14,92%, operator *work station 4* dengan nilai sebesar 15,42%, dan operator *work station 6* dengan nilai sebesar 9,55%.

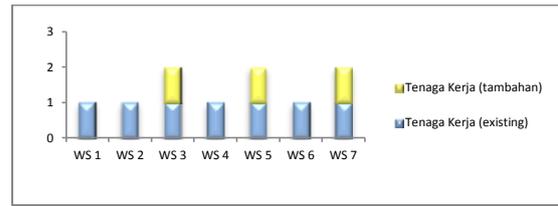
Setelah melakukan analisa beban kerja fisik adalah melakukan pengumpulan data *stopwacth time study*. Dari pengumpulan data yang telah dilakuakn pada 7 operator departemen produksi, seluruh operator memiliki total 89 elemen kerja yang harus dilakukan dengan jumlah elemen kerja yang berbeda pada setiap *work station*. Frekuensi beban kerja pada setiap elemen kerja pun berbeda, hal tersebut dapat dilihat pada rekap data perhitungan waktu baku pada Tabel 9. dibawah ini.

**Tabel 9.** Rekap Data Waktu Baku

WS	Operator	Jumlah Elemen Kerja	Jumlah Frekuensi Beban Kerja	Total Waktu Baku	Total Waktu Produktif (jam)
1	Melter Atas	7	214	3,84 menit ~ 0,06 jam	1,22
2	Melter Bawah	4	112	9 menit ~ 0,15 jam	2,72
3	Washer	29	621	51,96 menit ~ 0,87 jam	8,69
4	Pemasak	15	239	7,86 menit ~ 0,13 jam	1,29
5	Canning	13	694	22,68 menit ~ 0,38 jam	11,49
6	UPL	6	91	11,61 menit ~ 0,19 jam	2,99
7	Pengemasan & Penyimpanan	15	867	17,46 menit ~ 0,29 jam	11,34

Dari Tabel 9. dapat dilihat adanya perbedaan jumlah elemen kerja dengan frekuensi beban kerja yang berbeda pada setiap elemen kerja tersebut, hal ini dikarenakan menyesuaikan kondisi proses produksi. Dengan contoh pada proses pencucian akhir larutan getah yaitu pada *work station* 3 di Tangki Washer. Proses tersebut dapat dilakukan lebih dari satu kali dengan pertimbangan mutu atau kualitas bahan baku yang akan diolah. Semakin banyak kotoran yang ada pada larutan getah atau mutu bahan baku yang rendah, maka proses pencucian pada Tangki Washer dapat dilakukan lebih dari satu kali. Hal ini membuat frekuensi beban kerja pada elemen kerja yang dilakukan pada Tangki Washer akan lebih banyak dan menyebabkan jumlah elemen kerja yang berbeda dengan elemen kerja lain. Dari waktu produktif yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaan, juga terdapat 3 operator yang memiliki waktu produktif lebih dari 8 jam kerja yang disediakan perusahaan. Sehingga dibutuhkan penambahan jumlah tenaga kerja agar operator dapat menyelesaikan pekerjaannya.

Dalam perhitungan jumlah operator pada departemen produksi yang telah dilakukan pada sub bab pengolahan data didapatkan jumlah operator yang dibutuhkan pada setiap *work station* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Data Jumlah Operator

Berdasarkan Gambar 5. terdapat 3 *work station* yang membutuhkan penambahan operator dari jumlah operator yang tersedia pada perusahaan yaitu 1 orang tiap *work station*. Hal ini sesuai dengan hasil persentase *cardiovascular load*, dimana operator *work station* 5 (Canning) memiliki nilai %CVL sebesar 31,58% yang melebihi batas risiko kelelahan sehingga membutuhkan penambahan operator yaitu sebanyak 1 operator. Untuk operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan) yang juga memiliki nilai %CVL sebesar 40,21% yang melebihi batas risiko kelelahan sehingga membutuhkan penambahan operator yaitu sebanyak 1 operator. Akan tetapi, untuk operator *work station* 3 (Washer) juga memerlukan jumlah operator sebanyak 1 operator.

Meskipun hasil perhitungan persentase *cardiovascular load* pada operator *work station* 3, memiliki nilai persentase tidak melebihi batas risiko kelelahan yaitu sebesar 14,92% yang berarti tidak adanya kelelahan saat bekerja. Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah elemen kerja yang harus dikerjakan oleh Operator Washer pada *work station* 3 yaitu sebanyak 29 elemen kerja pada 6 fasilitas produksi dengan frekuensi beban kerja yang dilakukan sejumlah 621 kali. Sehingga waktu yang dibutuhkan Operator Washer dalam bekerja akan lebih lama dengan catatan adanya penambahan *allowance* pada saat bekerja. Dengan demikian jumlah operator yang dibutuhkan pada departemen produksi PGT. Garahan Jember adalah sebanyak 10 orang dari 7 orang operator yang saat ini tersedia, yang berarti terdapat penambahan operator sebanyak 3 orang.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan pada bab sebelumnya, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Dari 7 orang operator departemen produksi, terdapat 2 operator dengan persentase *cardiovascular load* (%CVL) >

30% yang berarti pekerjaan yang mereka kerjakan memerlukan perbaikan atau menyebabkan kelelahan selama bekerja. Dimana operator tersebut adalah pada operator Canning dengan %CVL sebesar 31,58% dan operator Pengemasan & Penyimpanan dengan %CVL sebesar 40,21%. Sedangkan untuk 5 operator lainnya, memiliki persentase *cardiovascular load* (%CVL) < 30% yang berarti pekerjaan yang mereka kerjakan tidak menyebabkan terjadinya kelelahan. Dengan persentase *cardiovascular load* (%CVL) sebesar 17,07% untuk operator Melter Atas, 16,49% untuk operator Melter Bawah, 14,92% untuk operator Washer, 15,42% untuk operator Pemasak, dan 9,55% untuk operator UPL.

2. Terdapat 89 elemen kerja yang harus dilakukan oleh 7 orang operator departemen produksi. Dimana operator *work station* 1 (Melter Atas) menjalankan 7 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 214 tugas dengan waktu produktif selama 73 menit, operator *work station* 2 (Melter Bawah) menjalankan 4 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 112 tugas dengan waktu produktif selama 163 menit, operator *work station* 3 (Washer) menjalankan 29 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 621 tugas dengan waktu produktif selama 521 menit, operator *work station* 4 (Pemasak) menjalankan 15 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 239 tugas dengan waktu produktif selama 77 menit, operator *work station* 5 (Canning) menjalankan 13 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 694 tugas dengan waktu produktif selama 689 menit, operator *work station* 6 (UPL) menjalankan 6 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 91 tugas dengan waktu produktif selama 179 menit, dan operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan) menjalankan 15 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 867 tugas dengan waktu produktif selama 680 menit.
3. Jumlah operator yang dibutuhkan dalam setiap *work station* departemen produksi PGT. Garahan Jember adalah 1 pekerja untuk operator *work station* 1 (Melter

Atas), 1 pekerja untuk operator *work station* 2 (Melter Bawah), 2 pekerja untuk operator *work station* 3 (Washer), 1 pekerja untuk operator *work station* 4 (Pemasak), 2 pekerja untuk operator *work station* 5 (Canning), 1 pekerja untuk operator *work station* 6 (Unit Pengolahan Limbah), dan 2 pekerja untuk operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan).

#### **Daftar Pustaka**

Barnes, Ralph Mosser (1980), *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, United States of America: Quinn – Woodbine, Inc.

*International Ergonomics Association* (IEA) (2002), *Definition Domains of Ergonomics*, Zurich: IEA. [www.iea.cc](http://www.iea.cc), diakses pada hari Jumat, 10 Oktober 2014 Pk. 13.40 WIB

Nurmianto, Eko (2004), *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Surabaya: GunaWidya.

Sastrowinoto, Suyatno (1985), *Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi*, Jakarta: PT. Pertja.

Susanto, Grace W. (2001), *Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kepuasan Kerja Karyawan*, Skripsi tidak dipublikasikan, Semarang: Universitas Diponegoro.

Sutalaksana, I. Z., Anggawirasastra, R & Tjakkraatmad, J.H. (2006), *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung

Tarwaka, Bakri, S. H. A., dan Sudiajeng, L. (2004), *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta: UNIBA Press.

Umar, Husein, (2008), *Metode Penelitian Untuk Skripsidan Tesis Bisnis*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Wignjoesobroto, Sritomo, (2003), *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Surabaya: GunaWidya.