

Evaluasi Beban Kerja Operator Mesin pada Departemen *Log and Veeneer Preparation* di PT. XYZ

Amalia Faikhotul Hima¹, Mahrus Khoirul Umami²
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Trunojoyo Madura
E-mail: ¹amalia_ie08@yahoo.co.id, ²mahrusku@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beban kerja yang dialami oleh operator mesin pada Departemen *Log and Veeneer Preparation* di PT. XYZ. Subjek penelitian adalah seluruh operator mesin, yaitu 10 orang laki-laki. Beban kerja yang diukur adalah beban kerja fisik dan mental. Beban kerja fisik diukur berdasarkan *cardiovascular load* (CVL). Beban kerja mental diukur dengan menggunakan metode *NASA-Task Load Index* (NASA-TLX). Berdasarkan hasil analisis CVL, operator yang menerima beban kerja fisik terberat adalah operator mesin *rotary* dengan prosentase CVL sebesar 29,39%. Sedangkan dari hasil analisis NASA-TLX, operator yang menerima beban kerja mental terberat adalah operator mesin *slicer1* dengan indeks WWL sebesar 81,33. Kedua metode pengukuran beban kerja, yaitu CVL dan NASA-TLX mendapatkan hasil analisis yang berbeda karena elemen kerja kerja yang diterima operator berbeda.

Kata kunci: beban kerja, *cardiovascular load*, NASA-TLX

ABSTRACT

This study aims to evaluate the workload experienced by the machine operator at the Department of Logs and Veeneer Preparation in PT. XYZ. Subjects of this research were all machine operators, i.e 10 men. The measured work load was physical and mental workload. Physical workload was measured based on cardiovascular load (CVL). Mental workload was measured by using NASA-Task Load Index (NASA-TLX) method. Based on CVL analysis, operator who get the most weight physical workload is rotary machine by %CVL 29,39%. And based on NASA-TLX approached, operator who get the great mental workload is slicer 1 machine by WWL index 81,33. Both of CVL and NASA-TLX give a different summary caused by work elements that done by operator.

Keywords: *workload, cardiovascular load, NASA-TLX*

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pengolahan kayu. Produk-produk utama yang dihasilkan yaitu: *floorbase, plywood, laminply/multiply, concrete panel, blockboard, dan moulding*. Seluruh produk yang dihasilkan perusahaan diekspor terutama ke negara-negara di kawasan benua Asia, seperti: Jepang, Taiwan, Korea, Hongkong, dan Cina. Selain itu, beberapa jenis produk juga dipasarkan ke benua Eropa dan Amerika. Dalam proses produksi perusahaan ini telah menggunakan mesin-mesin produksi modern. Tenaga manusia diperlukan sebagai operator mesin. Sebagaimana perusahaan yang umum di Indonesia, tenaga kerja manusia di perusahaan ini harus bekerja selama 8 jam kerja dengan jeda istirahat pada saat makan siang. Dengan jadwal ini seolah-olah operator harus bekerja secara penuh tanpa istirahat selama 4 jam terus-menerus dan

mengabaikan kebutuhan istirahat, sehingga beban kerja operator tampak sangat besar. Selama menjalankan aktivitas kerja, manusia mengalami dua jenis beban kerja, yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik menunjukkan seberapa banyak aktivitas fisik yang dilakukan manusia selama bekerja, seperti: mendorong, menarik, mengangkat, dan menurunkan beban. Sedangkan beban kerja mental merupakan kebutuhan mental seseorang, seperti: memikirkan, menghitung, dan memperkirakan sesuatu.

Untuk mengukur beban kerja ada berbagai cara yang diusulkan oleh para peneliti ergonomi. Pada penentuan beban kerja fisik, salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan metode analisis *cardiovascular load* (CVL), yaitu perbandingan peningkatan denyut nadi dengan denyut nadi maksimum. Sedangkan untuk mengukur beban kerja mental dapat digunakan metode NASA-TLX, yaitu berdasarkan persepsi subyektif responden yang mengalami beban kerja tersebut. Untuk menerapkan metode ini diperlukan penilaian responden terhadap pekerjaannya.

Menurut Tayyari & Smith (1997), beban kerja atau kapasitas kerja fisik berhubungan dengan kapasitas maksimum dari sistem fisiologi dalam menghasilkan energi untuk kerja otot. Untuk orang normal, beban kerja berhubungan langsung dengan sistem kerja jantung dalam menyediakan oksigen untuk kerja otot dan untuk membuang limbah metabolisme. Pengujian sederhana untuk mengetahui beban kerja tetap yang diterima manusia adalah dengan menggunakan *treadmill* atau *ergocycle*. Untuk subjek yang tidak terlatih, beban kerja yang didapatkan dari *ergocycle* sekitar 3-5%. Sedangkan jika menggunakan *treadmill* mungkin kurang dari angka tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja bermacam-macam dan dapat berubah-ubah seperti banyaknya oksigen yang dikeluarkan, denyut jantung, rata-rata ventilasi paru-paru dan terkadang juga menggunakan suhu rektum. Namun, pada biasanya kerja fisik diklasifikasikan berdasarkan pengeluaran energi dalam satuan kcal/jam atau Watt (W).

Peningkatan denyut nadi mempunyai peranan yang sangat penting di dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Ada tiga jenis denyut nadi untuk mengestimasi indeks beban kerja fisik, yaitu: denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja, dan selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja (Widodo, 2008).

Manuaba & Vanwonterghem (1996) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dinyatakan dalam beban kardiovaskular (%CVL) (Tarwaka *et al.*, 2004). Beban kardiovasekuler (%CVL) ini dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \quad (1)$$

dengan keterangan, denyut nadi maksimum = 220 – umur.

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisis CVL dapat didasarkan pada:

- $\%CVL \leq 30 \%$ = tidak terjadi kelelahan pada pekerja;
- $30\% < \%CVL \leq 60 \%$ = diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak;
- $60 < \%CVL \leq 80 \%$ = diperbolehkan kerja dalam waktu singkat;
- $80 < \%CVL \leq 100 \%$ = diperlukan tindakan perbaikan segera;
- $\%CVL > 100 \%$ = aktivitas kerja tidak boleh dilakukan.

Untuk mengukur beban kerja mental, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index* (NASA-TLX). NASA-TLX merupakan pengukuran beban kerja mental dilakukan secara subyektif, yaitu berdasarkan persepsi subyektif responden (Gomer, 2011). Menurut Hart dan Staveland (1988), dalam NASA-TLX terdapat enam dimensi untuk menentukan ukuran beban kerja, yaitu: kebutuhan mental, kebutuhan fisik, tekanan waktu, pencapaian kinerja, usaha, dan tingkat *stress*. Dari keenam dimensi tersebut dibuat perbandingan berpasangan untuk menentukan dimensi mana yang memberikan pengaruh yang cukup signifikan. Dari hasil perbandingan berpasangan tersebut akan didapatkan nilai bobot yang nantinya akan menentukan rata-rata *weighted workload* (WWL) yang diformulasikan sebagai:

$$\text{Mean WWL} = \frac{\sum \text{nilai} \times \text{bobot faktor}}{\text{jumlah bobot}} \quad (2)$$

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah operator beban kerja yang diterima oleh operator menuntut adanya waktu tambahan untuk istirahat atau tidak. Waktu istirahat diperlukan untuk mengurangi kelelahan baik fisik, maupun mental. Untuk itu penelitian ini akan menguraikan beban kerja fisik dan beban kerja mental yang dialami oleh operator dengan metode CVL dan NASA-TLX.

METODE

Subjek yang terlibat dalam penelitian ini adalah 10 operator mesin yang bekerja di Departemen LVP (*Log and Veeneer Preparation*). Operator pada Departemen LVP melakukan pekerjaan terus-menerus selama 7,5 jam tanpa berhenti kecuali waktu istirahat. Selain itu, beban kerja yang diterima lebih berat dari pada pekerja lainnya karena terkadang harus membungkuk untuk mengambil bahan seperti log kayu yang berukuran besar dan tebal. Selain itu juga ada beberapa yang hanya melakukan pengontrolan mesin, sehingga beban mental yang diterima cukup besar pula.

Data yang dikumpulkan ada dua, yaitu data denyut jantung dan data hasil kuesioner NASA-TLX. Pengukuran denyut nadi dilakukan pada pagi hari sebelum operator memulai aktivitas kerja di pabrik dan pada saat melakukan aktivitas kerja, yaitu pada jam 9.30, kira-kira

separuh *shift* pagi. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data, yaitu: *pulsemeter* yang digunakan untuk mengukur denyut jantung per menit, dan kuesioner NASA-TLX untuk mengukur beban kerja mental. Langkah-langkah untuk mengukur beban kerja mental dengan NASA-TLX adalah sebagai berikut (NASA). Tahap pembobotan, yaitu operator diminta untuk membandingkan dua dimensi yang dianggap lebih signifikan dalam mempengaruhi beban kerja. Tahap penilaian (*rating*), yaitu operator memberikan peringkat pada setiap dimensi sesuai dengan beban kerja yang dirasakan operator berkaitan dengan enam dimensi NASA-TLX. Rentang skala peringkat tersebut adalah 0-100. Pengolahan pada tahap ini hingga diperoleh tingkat beban kerja adalah sebagai berikut (Hart dan Staveland, 1988): menghitung nilai *product* dengan cara mengalikan *rating* dengan bobot yang diperoleh dari jumlah *tally*; menghitung nilai *Weighted Workload* (WWL) dengan cara menjumlahkan seluruh produk dari enam dimensi; menghitung *Mean WWL Score* dengan cara membagi WWL dengan jumlah total bobot, yaitu 15.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan di lapangan diperoleh elemen-elemen kerja yang harus dilakukan operator pada Departemen LVP sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Sedangkan denyut nadi operator pada saat istirahat dan bekerja ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2 juga juga menampilkan denyut nadi maksimum operator dan % CVL operator selama bekerja. Dari Tabel 2 dapat dilihat operator mesin *rotary* menerima beban kerja fisik terbesar, yaitu 29,39%.

Tabel 1. Identifikasi elemen kerja operator

No	Mesin	Elemen kerja
1	Phony	Memposisikan log
		Memotong log
		Mengembalikan mesin
2	Slicer 1	Mengambil bahan
		Memposisikan bahan
		Mengatur kedalaman potong
		Menekan tombol on
3	Slicer 2	Mengambil hasil
		Mengambil bahan
		Memposisikan bahan
		Mengatur kedalaman potong
4	RH Sin	Menekan tombol on
		Mengambil hasil
		Mengambil bahan
		Memposisikan bahan
5	CV1	Proses permesinan
		Mengambil hasil
		Mengambil bahan
6	CV2	Memotong bahan
		Menaruh hasil
		Mengambil bahan

		Memposisikan bahan
		Memotong bahan
		Menaruh hasil
7	Rotary	Setting mesin
8	Dryer 1	Setting mesin
9	Dryer 2	Setting mesin
10	Perebusan	Memposisikan log Memposisikan mesin hoist Memposisikan log pada bak rebus dengan mesin hoist

Berdasarkan analisis CVL di atas, operator tersebut tidak perlu mendapatkan perbaikan karena tidak terjadi kelelahan. Nilai tersebut dapat dikatakan aman, tetapi perlu diwaspadai karena nilai tersebut mendekati angka 30%. Dan operator dengan nilai %CVL terendah adalah operator mesin *cutting veneer* 1 dengan nilai 10,86%.

Tabel 3 menunjukkan contoh *pairwise comparison* operator untuk mesin RH Sin, dengan KM = kebutuhan mental, KF = kebutuhan fisik, TW = tekanan waktu, PF = performansi pencapaian kinerja), US = usaha, dan TF = tingkat frustrasi.

Tabel 2. Denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, dan prosentase CVL operator

Operator	Usia (th)	Nadi kerja (denyut/menit)	Nadi istirahat (denyut/menit)	Nadi Maks (denyut/menit)	% CVL	Keterangan
1	30	106,67	84,67	190	20,89	tidak terjadi kelelahan
2	21	86,67	66,33	199	15,33	tidak terjadi kelelahan
3	25	93,33	77,67	195	13,35	tidak terjadi kelelahan
4	49	91,33	73,67	171	18,14	tidak terjadi kelelahan
5	46	100,33	69,67	174	29,39	tidak terjadi kelelahan
6	24	98,00	85,33	196	11,45	tidak terjadi kelelahan
7	34	87,33	67,00	186	17,08	tidak terjadi kelelahan
8	24	106,00	85,00	196	18,92	tidak terjadi kelelahan
9	30	99,67	88,67	190	10,86	tidak terjadi kelelahan
10	19	89,33	70,33	201	14,54	tidak terjadi kelelahan

Tabel 3. Hasil *pairwise comparison* operator mesin RH Sin (sebagai salah satu contoh)

<i>Pairwise comparison</i>			
	KF	KM	1
	TW	KM	1
1	PF	KM	
1	US	KM	
	TF	KM	1

	TW	KF	1
1	PF	KF	
	US	KF	1
	TF	KF	1
1	PF	TW	
1	US	TW	
	TF	TW	1
	US	PF	1
	TF	PF	1
1	US	TF	

Tabel 4. *Tally of important selection* operator mesin RH Sin

No	Dimensi	Endpoint	Tally
1	KM	Rendah/Tinggi	3
2	KF	Rendah/Tinggi	3
3	TW	Rendah/Tinggi	1
4	PF	Buruk/Baik	3
5	US	Rendah/Tinggi	5
6	TF	Rendah/Tinggi	0
Jumlah			15

Dari keseluruhan mesin, bobot yang diberikan oleh seluruh operator dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Tally of important selection*

No	Dimensi	Endpoint	Tally									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	KM	Rendah/Tinggi	3	3	3	4	3	1	4	3	2	3
2	KF	Rendah/Tinggi	3	1	4	3	2	3	3	4	3	2
3	TW	Rendah/Tinggi	1	1	1	1	2	4	1	2	1	2
4	PF	Buruk/Baik	3	4	5	4	4	5	5	4	4	4
5	US	Rendah/Tinggi	5	3	2	3	3	2	2	0	4	3
6	TF	Rendah/Tinggi	0	3	0	0	1	0	0	2	1	1
Jumlah			15									

Tabel 6. Data penilaian (*rating*) operator

No	Dimensi	Endpoint	Rating Operator (0-100)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	KM	Rendah/Tinggi	40	85	85	85	85	40	85	40	60	40
2	KF	Rendah/Tinggi	60	85	85	85	85	60	85	85	60	60

3	TW	Rendah/Tinggi	30	60	60	85	60	85	85	60	40	30
4	PF	Buruk/Baik	85	85	75	85	85	85	85	85	75	85
5	US	Rendah/Tinggi	60	85	60	60	85	60	85	40	85	75
6	TF	Rendah/Tinggi	30	75	60	30	75	40	40	30	60	30

Berdasarkan data yang telah terkumpul, maka nilai WWL untuk masing-masing operator akan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi nilai WWL

Mesin	Rerata WWL
<i>Slicer1</i>	81,33
<i>Slicer2</i>	81,00
<i>Dryer1</i>	80,00
<i>Dryer2</i>	80,00
<i>Pony</i>	76,67
CV1	73,67
CV2	69,67
Perebusan	69,33
<i>Rotary</i>	68,67
<i>RH Sin</i>	59,00

Pada Tabel 7 terlihat bahwa operator mesin *Slicer 1* memiliki nilai WWL tertinggi sebesar 81,33. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa operator mesin *Slicer 1* mengalami beban kerja mental yang cukup berat. Indeks WWL tertinggi setelahnya dan memiliki nilai yang tidak berbeda jauh adalah operator mesin *slicer 2*, *dryer 1*, dan *dryer 2* dengan nilai indeks berturut-turut sebesar 81,00; 80,00; dan 80,00. Operator-operator mesin lainnya memiliki indeks WWL yang relatif rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa operator lainnya tidak mengalami beban kerja mental yang besar dan dapat melakukan pekerjaan sesuai keahliannya.

Berdasarkan analisis CVL dan NASA-TLX, didapatkan hasil yang berbeda. Berdasarkan % CVL, beban kerja fisik terberat dirasakan oleh operator mesin *rotary*, sedangkan berdasarkan NASA-TLX, beban kerja mental terberat dirasakan oleh operator mesin *slicer1*. Perbedaan ini dikarenakan jenis elemen kerja yang harus dilakukan dan tuntutan kerja fisik dan mental yang berbeda. Pada operator mesin *rotary*, sebelum melakukan tugasnya harus menaiki tangga yang tinggi untuk mengawasi mesin, sehingga aktivitas fisik yang dilakukan dirasa berat. Selain itu, faktor usia juga mempengaruhi beban denyut nadi. Dalam hal ini operator mesin *rotary* sudah berusia 46 tahun sehingga mudah merasa lelah dan memacu jantung untuk berdenyut lebih

cepat. Sedangkan pada operator mesin *slicer1*, *slicer2*, *dryer1*, dan *dryer2*, membutuhkan aktivitas mental yang cukup banyak karena harus melakukan pengontrolan selama mesin berjalan sehingga proses produksi tetap berjalan dengan baik.

Pada analisis %CVL, operator mesin *rotary* menerima beban kerja fisik terbesar yaitu 29,39%. Dari %CVL ini operator tersebut tidak perlu mendapatkan perbaikan karena tidak terjadi kelelahan. Nilai tersebut dapat dikatakan aman, tetapi perlu diwaspadai karena nilai tersebut mendekati angka 30%. Jika dibutuhkan perbaikan, maka perbaikan yang didapatkan berupa pemberian waktu istirahat tambahan di sela-sela jam kerja atau bisa juga dengan penambahan rekan kerja dengan kemampuan yang sama untuk mesin tersebut. Selain itu juga dapat diperbaiki dengan perbaikan metode kerja dan alat bantu (Tirtayasa *et al.*, 2003)

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dengan metode CVL dan NASA-TLX diperoleh beban kerja fisik terberat dialami operator mesin *rotary* dengan prosentase CVL sebesar 29,39%, sedangkan beban kerja mental terberat dialami operator mesin *slicer1* dengan indeks WWL sebesar 81,33. Kedua metode pengukuran beban kerja, yaitu CVL dan NASA-TLX mendapatkan hasil analisis yang berbeda karena elemen kerja yang harus dilakukan oleh operator berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Gomer, J. A. dan Pagano, C. C., (2011). NASA Task Load Index for Human-Robot Interaction Workload Measurement, *International Test and Evaluation Association Journal*, Vol. 32, Hlm. 210-214.
- Hart, S. G., Staveland, L. E., (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research, dalam Hancock, P. A. dan Meshkati, N. (Editors.), *Human Mental Workload*, (Hlm. 139–183). Amsterdam: North-Holland.
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., dan Sudiajeng, L., (2004). *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta: UNIBA Press.
- Tayyari F, dan Smith, J. L., (1997). *Occupational Ergonomics: Prinsiples and Applications*. London: Chapman & Hall
- Tirtayasa, K., Adiputra, I N., dan Djestawana, I G. G. (2003). The Change of Working Posture in Manggur Decrease Cardiovascular Load and Musculoskeletal Complaints among Balinese Gamelan Craftsmen, *Journal of Human Ergology*, Vol.32, Hlm. 71-76.
- Widodo, S. (2008). Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja dengan Menggunakan Pendekatan Fisiologis (Studi Kasus pada Pabrik Minyak Kayu Putih Krai, Jawa Tengah), Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta