

## **Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Operator *Circular Knitting* Dengan Metode CVL dan NASA TLX**

**Rifa Alda Pratama<sup>1</sup>, Suprpto<sup>2</sup>, Mathilda Sri Lestari<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri Universitas Veteran Bangun Nusantara

e-mail: <sup>1</sup>rifapratama08@gmail.com, <sup>2</sup>suprptod2@gmail.com,

<sup>3</sup>mathilda3015@gmail.com

### **Abstrak**

PT. Yogyakarta Tekstil perusahaan di Sukoharjo yang bergerak di bidang tekstil. Tahap yang paling krusial dalam pembuatan kain *grey* adalah perajutan benang (*circular knitting*). Aktivitas fisik dan mental merupakan salah satu faktor beban kerja yang dapat mempengaruhi pencapaian target produksi baik segi kualitas maupun kuantitas. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat beban kerja fisik dan mental yang dialami oleh operator bagian produksi *circular knitting*. Metode untuk pengukuran beban kerja fisik dengan metode *Cardiovascular Load (CVL)* yaitu pengukuran denyut nadi/jantung dengan menggunakan pulse meter dan untuk beban kerja mental dengan kuisioner NASA-TLX. Subyek penelitian ada 14 operator *circular knitting* pada group A shift pagi. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2023. Hasil penelitian dengan metode CVL diperoleh rata-rata 31 % yang menunjukkan klasifikasi beban kerja fisik tingkat II dengan (indeks>30%-60%) artinya perlu dilakukan perbaikan tetapi tidak mendesak. Sedangkan dengan metode NASA-TLX diperoleh hasil rata-rata 86,4 termasuk kategori golongan beban kerja mental sangat tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa beban kerja mental lebih tinggi dari pada beban kerja fisik yang dialami oleh operator *circular knitting*.

**Kata Kunci:** Beban Kerja Fisik & Mental, *Circular Knitting*, CVL, NASA-TLX.

### **Abstract**

PT. Yogyakarta Textile company in Sukoharjo which operates in the textile sector. The most crucial stage in making gray fabric is circular knitting. Physical and mental activity is one of the workload factors that can influence the achievement of production targets both in terms of quality and quantity. This research aims to analyze the level of physical and mental workload experienced by operators in the circular knitting production section. The method for measuring physical workload is the Cardiovascular Load (CVL) method, namely measuring heart rate using a pulse meter and for mental workload using the NASA-TLX questionnaire. The research subjects were 14 circular knitting operators in group A morning shift. The research was conducted in March 2023. The results of the research using the CVL method obtained an average of 31%, which shows the physical workload classification is level II with (index>30%-60%) meaning improvements need to be made but not urgent. Meanwhile, using the NASA-TLX method, an average result of 86.4 was obtained, including the category of very high mental workload. Thus it can be concluded that the mental workload is higher than the physical workload experienced by circular knitting operators.

**Keyword :** *Physical & Mental Workload, Circular Knitting, CVL, NASA-TLX*

### **Pendahuluan**

PT. Yogyakarta Tekstil merupakan perusahaan tekstil di Sukoharjo yang bergerak dalam bidang *circullar knitting*, dan menghasilkan kain *grey*. Sistem produksi pada perusahaan ini berdasarkan pesanan dari konsumen (*byorder*). Pada bulan Januari 2023, hasil produksinya sebanyak 305.723,9 kg dari permintaan 305.734,2 kg, dan pada bulan Februari 2023 sebanyak 173.904,8 kg dari permintaan 173.922,5 kg. Data hasil produksi tersebut menunjukkan bahwa perusahaan masih belum mampu memenuhi permintaan yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan ada beberapa faktor yang menimbulkan keluhan beban kerja disebabkan oleh aktivitas pekerjaan operator produksi *circular knitting* yang dilakukan berulang-ulang dan terus menerus. Dari segi fisik di antaranya tuntutan untuk bekerja lembur (*overtime*), permintaan meningkat atau terdapat pekerjaan yang belum selesai tepat waktu, kurangnya waktu untuk melakukan peregangan selama kegiatan produksi sedang berjalan, serta kurangnya waktu istirahat saat pergantian shift yang menyebabkan tekanan pada operator dan menurunkan kinerjanya sehingga dapat mempengaruhi produktivitas kerjanya. Sedangkan keluhan beban kerja dari segi mental meliputi tanggung jawab operator untuk mengoperasikan 3 mesin dalam satu waktu, yang menyebabkan tekanan dan frustrasi yang dapat meningkat seiring berjalannya waktu, serta rasa jenuh pada saat mengoperasikan mesin produksi yang monoton dan mengakibatkan sulit mencapai target produktivitas.

Beban kerja merupakan suatu perbedaan antara kapasitas kemampuan pekerjaan yang dihadapi. Kerja manusia bersifat mental dan fisik yang mempunyai tingkat pembebanan yang berbeda (Tarwaka, 2014). Beban kerja fisik dapat dievaluasi dengan menggunakan pendekatan fisiologi untuk menilai berat atau ringannya beban yang dihadapi oleh pekerja terhadap kapasitas kerja fisik mereka (Lubis, 2020). Beban kerja mental merupakan beban kerja yang didapat pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan dengan melibatkan aktifitas mental (Riyadi, 2014). Dalam melakukan kerja fisik memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya (Tarwaka, 2004). Beban Kerja fisik akan mengakibatkan terjadinya perubahan pada beberapa fungsi fatal tubuh (Diniaty & Mulyadi, 2016). Pada bagian ini akan dilakukan pengukuran dengan metode pengukuran denyut nadi dan perhitungan untuk mengetahui waktu istirahat yang dibutuhkan ketika melakukan suatu aktivitas. *NASA-TLX* adalah metode untuk menganalisis beban kerja yang bersifat subjektif yang paling diterima secara luas dari beban kerja manusia untuk berbagai industri juga dapat diterapkan pada keperawatan. *NASA-TLX* dikembangkan Sandra G. Hart dari *NASA-ames research center* dan Lowell E. Staveland dari *San Jose state university* pada tahun 1981 (Hancock & Mesahkati, 1988).

### **Metode**

Obyek penelitian ini adalah beban kerja fisik dan mental pada operator *circular knitting* grub A shift pagi di PT. Yogyakarta Tekstil, Sukoharjo yang terdiri dari laki-

laki (11 orang) dan perempuan (3 orang) dengan usia 18-35 tahun dan lama kerja 1-2 tahun. Alat yang dipergunakan adalah *pulse meter* dan kuesioner NASA-TLX. Pengukuran denyut nadi dilakukan dari jam 07.00 WIB sampai dengan jam 15.00 WIB. Denyut Nadi Istirahat (DNI) diukur sebelum waktu bekerja dan saat jam istirahat Kemudian dilanjutkan melakukan pengukuran Denyut Nadi Kerja (DNK) pada jam kerja ke-1 yaitu pada jam 07.00-08.00 WIB (DNK 1) sampai seterusnya hingga pengukuran denyut nadi kerja terakhir yaitu jam 15.00 WIB dengan interval waktu masing-masing 1 jam. Beban kerja fisik dihitung dengan metode *Cardiovascular Load (CVL)*.

$$\% CVL = \frac{\text{Denyut Nadi Kerja (DNK)} - \text{Denyut Nadi Istirahat (DNI)}}{\text{Denyut Nadi Maksimum (DNmaks)} - \text{Denyut Nadi Istirahat (DNI)}} \times 100 \quad (\text{persamaan 1})$$

Dimana Denyut Nadi Maksimum (Tarwaka, 2004):

- a. Laki-laki dengan Denyut Nadi Maksimum = 220 - umur
- b. Perempuan dengan Denyut Nadi Maksimum = 200 - umur

Tabel 1. Klasifikasi % CVL

Tingkat	% CVL	Keterangan
I	< 30%	Tidak terjadi kelelahan
II	30% - <60%	Diperlukan perbaikan
III	60% - <80%	Kerja dalam waktu singkat
IV	80% - < 100%	Diperlukan tindakan segera
V	> 100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Sumber: (Hima & Umami, 2011).

Untuk beban kerja mental menggunakan kuesioner *NASA-TLX* yang diberikan kepada operator produksi *circullar knitting*. Perhitungan hasil kuesioner *NASA-TLX* dibagi menjadi dua tahap yaitu :

- a. Menghitung nilai indikator = Rating x Bobot *factor* (persamaan 2)

Tabel 2. Indikator Beban Kerja Mental

Skala	Rating	Keterangan
Kebutuhan Mental (KM)	Rendah, Tinggi	Berapa tinggi kegiatan mental dan perseptual yang diperlukan saat melihat, saat mengingat, dan waktu mencari. Apakah pekerjaan sulit, sederhana atau kompleks, longgar atau ketat..
Kebutuhan Fisik (KF)	Rendah, Tinggi	Jumlah aktiviitas fisik dilakukan (misal mendorong, mengangkat, menarik, mengontrol putaran)
Kebutuhan Waktu (KW)	Rendah, Tinggi	Jumlah <i>pressure</i> yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama tugas berlangsung. Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat dan melelahkan.
Performance (P)	Tidak Tepat, Sempurna	Seberapa besar kesuksesan seorang dalam bekerja dan seberapa puas oleh hasil kerjanya

Skala	Rating	Keterangan
Tingkat Usaha (TU)	Rendah, Tinggi	Seberapa keras kerja yang diperlukan untuk mencapai performansi.
Tingkat Frustrasi (TF)	Rendah, Tinggi	Seberapa tidak aman, tersinggung, putus asa, terganggu, yang dirasakan

b. Menghitung *Weighted Workload (WWL)*

$$WWL = KM + KF + KW + P + TF + TU \quad (\text{persamaan 2})$$

KM = Kebutuhan Mental

KF = Kebutuhan Fisik

KW = Kebutuhan Waktu

P = Performasi

TF = Tingkat Frustrasi

TU = Tingkat Usaha

c. Menghitung Skor Akhir NASA-TLX =  $\frac{WWL}{n}$  ; n = bobot total (persamaan 3)

Tabel 3 Nilai Beban Kerja Mental

No.	Golongan Beban Kerja	Nilai
1	Rendah	0 - 9
2	Sedang	10 - 29
3	Agak Tinggi	30 - 49
4	Tinggi	50 - 79
5	Sangat Tinggi	80 - 100

Sumber: (Hart & Staveland 1981)

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Aktivitas Operator Circular knitting

Aktivitas operator pada pembuatan kain *grey*, tahapan pertama adalah persiapan bahan baku (*geige*), tahap perajutan benang (*circular knitting*), pengecekan kain *grey* (*inspecting*), *packing*, *labeling*, dan tahap penyimpanan pada *grey warehouse* sebelum di kirim ke pelanggan. Tahapan yang paling krusial dalam pembuatan kain *grey* adalah perajutan benang. Hasil pengamatan yang dilakukan, operator produksi *circular knitting* merasakan aktivitas beban kerja yang cukup *signifikan*, baik dari segi fisik maupun mental.

### 2. Beban Kerja Fisik dengan Metode *Cardiovascular Load (CVL)*

Dalam pengukuran beban kerja fisik dengan metode *CVL*, data Denyut Nadi Kerja (DNK), Denyut Nadi Istirahat (DNI) diukur dengan *pulse meter*. Data usia dari

setiap operator digunakan untuk menentukan Denyut Nadi maksimal (DNmaks). Sedangkan untuk perhitungan beban kerja fisik dengan metode CVL menggunakan persamaan 1. Hasil perhitungan CVL seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Perhitungan CVL beban kerja fisik

Operator	P/L	Usia (tahun)	DNK (denyut/menit)	DNI (denyut/menit)	DNmaks (denyut/menit)	% CVL
1	P	33	115	86	167	36
2	L	34	120	87	186	33
3	L	21	114	87	199	24
4	P	21	116	88	179	31
5	L	24	114	85	196	26
6	L	25	120	90	195	29
7	L	24	122	91	196	30
8	L	23	124	88	197	33
9	L	19	123	89	201	30
10	L	19	124	89	201	31
11	P	20	122	88	180	37
12	L	18	122	90	202	29
13	L	25	124	87	195	34
14	L	27	122	87	193	33
<b>Rata-rata</b>			120	88	192	<b>31</b>

### 3. Beban Kerja Mental dengan Metode NASA-TLX

#### a. Tahap pembobotan

Tahap pembobotan dilakukan oleh responden (operator) dengan cara membandingkan dua indikator yang berbeda yaitu dengan melakukan metode perbandingan berpasangan untuk keseluruhan 6 indikator yang terbagi 15 pasang. Jumlah pasangan untuk masing-masing indikator ini akan digunakan sebagai bobot. Indikator beban kerja mental terdiri dari Kebutuhan Mental (KM), Kebutuhan Fisik (KF), Kebutuhan Waktu (KW), *Performansi (P)*, Tingkat Usaha (TU), dan Tingkat Frustrasi (TF).

#### b. Tahap pemberian rating

Pemberian rating dilakukan responden dengan melingkari pada *rating scale*, dengan rentang nilai 0-100 telah tersedia pada kuesioner sesuai dengan beban kerja mental yang dialami oleh responden. Hasil dari rekapitulasi data pembobotan dan pemberian rating kuesioner *NASA-TLX* seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Data Pembobotan dan Pemberian Rating Kuesioner NASA-TLX

Operator	P/L	NASA-TLX											
		Pembobotan						Rating					
		KM	KF	KW	P	TU	TF	KM	KF	KW	P	TU	TF
1	P	5	3	4	5	4	4	60	40	60	50	60	50
2	L	5	4	4	3	3	4	60	50	40	50	50	50
3	L	6	5	4	3	4	4	60	50	50	40	60	50
4	L	4	5	4	3	4	4	50	60	40	40	40	40
5	P	4	5	4	5	5	4	70	40	60	50	50	40
6	L	4	5	4	3	3	4	50	60	40	50	40	60
7	L	5	5	5	5	4	4	60	60	50	50	40	50
8	L	4	5	4	3	3	4	60	50	50	40	50	50
9	L	6	4	4	3	4	4	60	50	50	60	70	50
10	L	5	4	4	4	5	4	60	50	50	50	50	60
11	P	4	5	4	3	3	4	50	60	50	40	50	50
12	L	4	4	5	4	5	4	50	60	50	60	60	60
13	L	4	4	4	5	5	4	50	50	50	50	60	60
14	L	4	6	4	3	4	4	50	60	40	40	40	40

c. Skor Akhir NASA-TLX

Nilai WWL diperoleh dari menjumlahkan seluruh nilai indikator. Berdasarkan rekapitulasi data pada Tabel 4 selanjutnya dilakukan perhitungan nilai skor akhir NASA-TLX seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Skor Akhir NASA-TLX operator produksi *Circular Knitting*

Operator	P/L	Usia (tahun)	Jumlah dari Pembobotan x Rating (WWL)	Skor Akhir (WWL/15)	Kategori
1	P	33	1350	90,0	Sangat Tinggi
2	L	34	1160	77,3	Tinggi
3	L	21	1370	91,3	Sangat Tinggi
4	P	21	1100	73,3	Tinggi
5	L	24	1380	92,0	Sangat Tinggi
6	L	25	1170	78,0	Tinggi
7	L	24	1460	97,3	Sangat Tinggi
8	L	23	1160	77,3	Tinggi

Operator	P/L	Usia (tahun)	Jumlah dari Pembobotan x Rating (WWL)	Skor Akhir (WWL/15)	Kategori
9	L	19	1420	94,7	Sangat Tinggi
10	L	19	1390	92,7	Sangat Tinggi
11	P	20	1170	78,0	Tinggi
12	L	18	1470	98,0	Sangat Tinggi
13	L	25	1390	92,7	Sangat Tinggi
14	L	27	1160	77,3	Tinggi
Rata-rata				<b>86,4</b>	<b>Sangat Tinggi</b>

Rata-rata skor akhir beban kerja mental operator produksi *circullar knitting* grup A *shift* pagi di PT. Yogyakarta Tekstil, Sukoharjo memperoleh hasil rata-rata 86,4 termasuk kategori golongan beban kerja mental sangat tinggi. Hasil perbandingan skor indikator seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan Skor Indikator NASA-TLX

No.	Indikator	Jumlah Skor	Rata-rata	Persentase %
1	KM	3640	260,0	20,1
2	KF	3420	244,3	18,8
3	KW	2820	201,4	15,5
4	P	2520	180,0	13,9
5	TU	2910	207,9	16,0
6	TF	2840	202,9	15,6
<b>Total</b>		18150	1296,4	100,0

#### 4. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 3 bahwa dari 14 operator produksi *circular knitting*, 10 orang diantaranya berada pada klasifikasi tingkat 2 (indeks 30% - 60%), yang menunjukkan terjadinya kelelahan pada operator tersebut, yang artinya perlu dilakukan perbaikan namun tidak mendesak. Persentase CVL terendah terdapat pada operator 3 yang berumur 21 tahun, dengan nilai sebesar 24%. Sementara itu, %CVL tertinggi terdapat pada operator 11 yang berumur 41 tahun, dengan nilai sebesar 37%.. Selain itu, 4 orang operator berada pada klasifikasi "tingkat 1" (indeks 0% - 29%), yang artinya bahwa tidak mengalami kelelahan. Hal tersebut dipengaruhi oleh operator *circullar knitting* dalam aktivitas produksinya yang melibatkan gerakan berulang secara terus-menerus, seperti merakit atau memindahkan bagian-bagian kecil, yang menyebabkan kelelahan otot. Operator produksi harus menyelesaikan tugas dalam waktu yang singkat jika ada kekurangan dalam mencapai target produksi sehingga dapat meningkatkan intensitas fisik pekerjaan. Selain itu, pekerjaan di jalur produksi juga mengharuskan operator untuk berdiri atau berjalan dalam waktu lama, yang berdampak pada tekanan pada otot dan sendi.

Berdasarkan Tabel 4 setiap operator memiliki indikator beban kerja mental dominan yang berbeda antara satu dengan yang lain. Hal ini dipengaruhi perasaan dan subyektifitas operator dalam melakukan aktivitas. Nilai indikator ini diperoleh dari rata-rata hasil kali antara nilai hasil pemberian *rating* dan nilai pembobotan.

Berdasarkan Tabel 5 bahwa beban kerja mental operator memiliki rata-rata yang lebih besar dari 80. Rentang usia 18-20 tahun memiliki nilai rata-rata sebesar 90,9, merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan rentang usia responden lainnya. Faktor tersebut dipengaruhi dari keterbatasan pengalaman kerja dan pengetahuan teknis. Selain itu, kurangnya keterampilan komunikasi juga menjadi faktor penyebab kebingungan dalam mengikuti instruksi kerja, yang menyebabkan tingkat stres kerja yang tinggi. Faktor yang mempengaruhi Beban Kerja Mental paling tinggi dari 6 indikator adalah Kebutuhan Mental (KM) dengan hasil presentase rata-rata 20,1%.

Hasil perbandingan dari rata-rata pengukuran beban kerja fisik dengan metode CVL (31%) dan rata-rata beban kerja mental dengan metode NASA-TLX (86,6), diketahui bahwa aktivitas operator produksi *circular knitting* lebih dominan pada pekerjaan yang membutuhkan mental dari pada fisik. Hal ini dikarenakan dalam proses produksi operator dituntut untuk mencapai target sesuai dengan SOP, mengingat prosedur berjalannya sistem produksi, melihat, dan mengambil keputusan sehingga dalam proses produksinya dapat berjalan dengan efektif dan efisien.

Beberapa aktivitas yang menimbulkan keluhan beban kerja operator produksi *circular knitting* yang dilakukan berulang-ulang dan terus menerus. Dari segi fisik dan dari mental di antaranya pada setiap perjamnya mengangkat kain setiap 1 roll-nya dengan berat kurang lebih 25 kg untuk ditimbang bobotnya ke timbangan pengecekan. Operator harus secara teratur memeriksa kualitas produk yang dihasilkan apabila ada masalah kualitas, harus segera melakukan perbaikan atau penyesuaian. Operator bertanggung jawab untuk menjaga mesin dan peralatan dalam kondisi baik, pemeliharaan yang intensif atau perbaikan mendadak dapat meningkatkan beban kerja, ketika produksi beralih dari satu produk atau pesanan ke produk atau pesanan lainnya, operator harus mengubah setup mesin dan peralatan. Operator harus mengawasi persediaan bahan baku atau komponen yang digunakan dalam produksi, jika terjadi masalah produksi, seperti gangguan mesin atau masalah kualitas, operator harus segera menemukan solusi dan harus secara aktif memantau proses produksi untuk memastikan semuanya berjalan dengan baik. Perubahan mendadak dalam jadwal produksi atau pesanan tambahan yang harus diproduksi dengan cepat dapat meningkatkan *pressure* pada operator, serta terkadang pelanggan memiliki permintaan khusus yang memerlukan perhatian ekstra sehingga operator produksi harus bekerja lebih keras untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

---

## **Simpulan**

1. Rata-rata Beban Kerja Fisik menggunakan metode CVL menunjukkan klasifikasi beban kerja fisik tingkat II dengan (indeks > 30% - 60%) artinya perlu dilakukan perbaikan tetapi tidak mendesak, dengan hasil presentase rata-rata 31% dari 14 responden.
2. Rata-rata skor akhir Beban Kerja Mental menggunakan metode NASA-TLX menunjukkan tingkat Beban Kerja Mental yang sangat tinggi, dengan rata-rata skor akhir sebesar 86,4.
3. Hasil perbandingan dominasi terhadap pengukuran beban kerja fisik dengan metode CVL dan beban kerja mental dengan metode NASA-TLX, diketahui bahwa aktivitas operator *circular knitting* lebih dominan pada pekerjaan yang membutuhkan mental dari pada fisik.

### Daftar Pustaka

- Diniaty, D., & Mulyadi, Z. (2016). Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Karyawan Lantai Produksi Dipt Pesona Laut Kuning. *Jurnal Sains, Teknologi, Dan Industri*, 13(2), 203–210.  
<http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/1735>
- Hancock, & Mesahkati. (1988). Development of NASA-TLX. *Human Mental Workload. Advances in Psychology*, 52, 139–183.
- Hart, S.G. and Staveland, L.E, Development of NASA-TLX (Task Load Index): *Advances in psychology*, 52, pp.139-183, 1988.
- Lubis, S. B. (2020). Analisis pengukuran beban kerja dengan menggunakan Cardiovascular Load (CVL) dan Nasa Taks Load Index (NASA-TLX) pada PT.XYZ. *Teknik Industri Fakultas Teknik, Cvl*, 1–52.
- Riyadi. (2014). *EVALUASI BEBAN KERJA MENTAL DAN FISIK DALAM SHIFT YANG BERBEDA DI DIVISI FINISHING PRINTING Pembimbing I Pembimbing II ( Muchlison Anis ST., MT)( Etika Muslimah ST, MM, MT)*.
- Tarwaka. (2014). ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL, FISIK SERTA STRES KERJA PADA PERAWAT SECARA ERGONOMI DI RSUD Dr. ACHMAD MOCHTAR BUKITTINGGI. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Riau*, 4(1), 954–966.
- Tarwaka, et al. (2004). Pengukuran Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis pada Operator Pemetikan Teh dan Operator Produksi Teh Hijau di PTMitra Kerinci. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 13(1), 503.  
<https://doi.org/10.25077/josi.v13.n1.p503-517.2014>
- Tarwaka, Solichul, Bakri, & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi Untuk Kesehatan Kerja Dan Produktivitas. *UNIBA Surakarta Pers*, 3–6.