

Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Beban Mental Menggunakan CVL Dan NASA-TLX

Yandri Fitriyanto¹, Fitra²,
Azmi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri,
Institut Teknologi dan Bisnis Riau Pesisir
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II
Email: yandrifitriyanto15@gmail.com¹,
fitra@itbriaupeisir.ac.id²,
azmi@itbriaupeisir.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja fisik dan beban kerja mental pada operator bagian *packaging* di PT Energi Sejahtera Mas menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan *NASA Task Load Index* (NASA-TLX). Metode CVL digunakan untuk mengukur beban kerja fisik berdasarkan denyut nadi pekerja, sedangkan NASA-TLX digunakan untuk mengukur beban kerja mental melalui enam dimensi penilaian. Penelitian ini melibatkan sampel sebanyak 20 responden yang terdiri dari pekerja *packaging pastil*, *packaging beading*, dan *loading*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja fisik tertinggi sebesar 45% berada pada pekerjaan *packaging beading* dengan kategori sedang, sedangkan terendah sebesar 5% pada *packaging pastil* dengan kategori ringan. Sementara itu, hasil pengukuran beban kerja mental menunjukkan nilai tertinggi sebesar 54,67 dan terendah sebesar 36,67, dengan keseluruhan responden berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas kerja masih dalam batas aman, namun berpotensi menimbulkan kelelahan apabila tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan hasil analisis, diberikan usulan perbaikan berupa penerapan rotasi kerja, penggunaan alat bantu ergonomis, peningkatan fasilitas kerja, penyesuaian beban kerja berdasarkan usia, serta penambahan waktu istirahat. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam meningkatkan produktivitas kerja serta menjaga kesehatan dan keselamatan pekerja.

Kata kunci: Beban Kerja Fisik, Beban Kerja Mental, CVL, NASA-TLX, Produktivitas Kerja

ABSTRACT

This study aims to analyze the physical and mental workload of packaging operators at PT Energi Sejahtera Mas using the Cardiovascular Load (CVL) and NASA Task Load Index (NASA-TLX) methods. The CVL method was used to measure physical workload based on the workers' heart rates, while NASA-TLX was applied to assess mental workload through six dimensions. The study involved a sample of 20 respondents consisting of packaging pastil, packaging beading, and loading operators. The results showed that the highest physical workload was 45% in packaging beading, categorized as moderate, while the lowest was 5% in packaging pastil, categorized as light. Meanwhile, mental workload measurement indicated the highest score of 54.67 and the lowest of 36.67, with all respondents classified in the moderate category. These findings indicate that work activities are still within acceptable limits but have the potential to cause fatigue if not properly managed. Based on the analysis, improvement recommendations include job rotation, use of ergonomic tools, improvement of work facilities, workload adjustment based on age, and additional rest time. This study is expected to provide insights for the company to enhance productivity while maintaining workers' health and safety.

Keywords: CVL, Mental Workload, NASA-TLX, Physical Workload, Work Productivity

Pendahuluan

Manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari selalu melibatkan kemampuan fisik dan mental secara bersamaan. Besar kecilnya penggunaan tenaga fisik dan pikiran sangat dipengaruhi oleh tingkat kesulitan pekerjaan yang dilakukan. Perbedaan kompleksitas tugas ini menyebabkan variasi beban kerja pada setiap individu. Beban kerja sendiri didefinisikan sebagai keterbatasan kapasitas pekerja dalam menyelesaikan tugasnya, yang mencakup beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik berkaitan dengan penggunaan otot tubuh, sedangkan beban kerja mental berkaitan dengan aktivitas kognitif seperti berpikir, menganalisis, dan mengambil keputusan (Arasyandi and Bakhtiar, 2016). Beban kerja yang tidak sesuai dengan kapasitas individu dapat menyebabkan kondisi *overstress* apabila terlalu tinggi, atau *understress* apabila terlalu rendah, yang keduanya berdampak negatif terhadap kinerja karyawan (Putri, 2020).

Ketidakseimbangan antara beban kerja dan kapasitas pekerja dapat menimbulkan berbagai permasalahan serius, baik dari sisi kesehatan maupun kinerja. Secara empiris, isu kelelahan kerja (*fatigue*) merupakan salah satu penyumbang utama insiden keselamatan di sektor industri manufaktur. Berdasarkan data statistik dari Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, angka kecelakaan kerja di Indonesia mencapai lebih dari 370.000 kasus pada tahun 2023, di mana sektor manufaktur menjadi salah satu kontributor tertinggi. Sebagian besar kecelakaan dan penurunan produktivitas ini dipicu oleh beban kerja fisik dan mental yang tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pendekatan ergonomi menjadi penting untuk memastikan keseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kemampuan manusia (Rahma Pardosi, Jenita Marbun and Alfama Zamista, 2021).

Dalam konteks industri manufaktur, khususnya pada perusahaan oleokimia seperti PT Energi Sejahtera Mas, peran tenaga kerja manusia tetap menjadi faktor utama dalam menunjang keberhasilan operasional perusahaan. Meskipun penggunaan mesin telah membantu proses produksi, keterlibatan tenaga kerja manusia masih sangat dominan, terutama pada bagian *packaging*. Bagian ini memiliki peran strategis karena merupakan tahap akhir dalam proses produksi yang menentukan kualitas, kuantitas, serta citra produk di mata konsumen. Kinerja operator *packaging* menjadi krusial dalam menjaga daya saing perusahaan di pasar. Aktivitas kerja pada bagian *packaging* menuntut tingkat ketelitian, konsentrasi, dan konsistensi yang tinggi. Selain itu, pekerjaan ini juga bersifat repetitif dan seringkali dilakukan dalam tekanan waktu tertentu. Apabila kondisi ini tidak dikelola dengan baik, maka dapat menyebabkan kelelahan kerja yang berdampak pada penurunan produktivitas serta peningkatan risiko kesalahan kerja.

Pengukuran beban kerja dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik secara objektif maupun subjektif. Metode *Cardiovascular Load* (CVL) digunakan untuk mengukur beban kerja fisik berdasarkan respon fisiologis tubuh, khususnya denyut nadi pekerja (Samosir, 2022; Ardiansyah & Hidayat, 2023). Sementara itu, metode NASA-TLX digunakan untuk mengukur beban kerja mental secara subjektif melalui enam dimensi utama (Hart & Staveland, 1998). Kombinasi kedua metode ini dinilai mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai beban kerja yang dialami pekerja (Krisnaningsih et al., 2023). Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengukuran beban kerja fisik dan mental memiliki peran penting dalam mencegah kelelahan, menurunkan potensi kesalahan kerja (Rosadah, 2024), serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman dan produktif (Mulyawati, 2024).

Namun, sebagian besar penelitian terdahulu mengenai evaluasi beban kerja umumnya berfokus pada lini produksi manufaktur umum yang memiliki karakteristik tugas seragam atau stasioner. Hingga saat ini, analisis yang secara komprehensif menguji beban kerja fisik dan mental

secara simultan pada industri oleokimia khususnya pada stasiun kerja yang menangani variasi wujud produk yang kontras di bawah satu departemen yang sama masih sangat terbatas.

Fokus utama yang membedakan studi ini dengan publikasi-publikasi sebelumnya terletak pada analisis komparatif yang menggabungkan evaluasi aspek fisiologis (CVL) dan kognitif (NASA-TLX) pada tiga karakteristik tugas yang bertolak belakang di lokasi yang sama. Analisis dilakukan secara mendalam pada area pengemasan material padat (*packaging pastil* dan *beading*) yang bersifat repetitif-statis, untuk kemudian dibandingkan dengan aktivitas *loading flexi tank* (material cair) yang menuntut kapasitas fisik yang besar serta pengawasan teknis yang ketat.

Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat beban kerja fisik dan mental pada operator *packaging* di PT Energi Sejahtera Mas, serta merumuskan usulan perbaikan ergonomis yang spesifik. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris bagi pihak manajemen dalam mengoptimalkan pembagian beban tugas, menekan risiko kelelahan kerja, dan meningkatkan produktivitas karyawan secara berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat beban kerja fisik dan mental pada operator *packaging* di PT Energi Sejahtera Mas menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan NASA-TLX, serta memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan produktivitas kerja karyawan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam mengelola beban kerja secara optimal sehingga tercapai keseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kemampuan pekerja.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada karyawan bagian *packaging* PT Energi Sejahtera Mas yang berlokasi di Kelurahan Lubuk Gaung, Kecamatan Sungai Sembilan, Kota Dumai, Riau, pada periode Mei hingga Agustus 2025. Populasi dalam penelitian ini berjumlah 44 karyawan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, sehingga diperoleh sampel akhir sebanyak 20 orang pekerja. Penentuan sampel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi tertentu, yaitu: berjenis kelamin laki-laki, rentang usia 20–42 tahun, serta memiliki tingkat pendidikan minimal SMA hingga S1. Pemilihan kriteria tersebut disesuaikan dengan kondisi aktual pekerja yang berhadapan langsung dengan pembebanan fisik dan mental secara harian di lapangan.

Jenis data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui observasi aktivitas kerja, wawancara, pengukuran denyut nadi menggunakan *oximeter*, serta penyebaran kuesioner. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari literatur, jurnal ilmiah, dan arsip internal perusahaan pendukung penelitian.

Teknik analisis data beban kerja fisik menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) yang dievaluasi berdasarkan denyut nadi pekerja. Persentase CVL dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\%CVL = \frac{HR_{kerja} - HR_{istirahat}}{HR_{maks} - HR_{istirahat}} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

- HR kerja = Denyut nadi rata-rata saat bekerja (bpm)
- HR istirahat = Denyut nadi rata-rata saat istirahat (bpm)
- HR maks = Denyut nadi maksimum, yang dihitung dengan rumus $220 - \text{Usia}$ untuk pekerja laki-laki.

Hasil persentase tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat beban kerja (ringan, sedang, agak berat, berat, atau sangat berat).

Sementara itu, pengukuran beban kerja mental dilakukan menggunakan metode *NASA Task Load Index* (NASA-TLX). Instrumen kuesioner yang digunakan merupakan instrumen baku yang dikembangkan oleh *NASA Ames Research Center*, yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya secara luas dalam berbagai literatur ergonomi untuk mengukur persepsi beban kognitif subjektif. Metode ini menilai enam dimensi utama: kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, performansi, tingkat usaha, dan tingkat frustrasi. Nilai beban kerja mental atau *Weighted Workload* (WWL) pada setiap dimensi dihitung dengan mengalikan *rating* dan bobot menggunakan persamaan:

$$WWL = \sum_{i=1}^6 (Rating_i \times Bobot_i) \quad (2)$$

Untuk mendapatkan skor akhir rata-rata NASA-TLX, total WWL tersebut dibagi dengan jumlah bobot maksimal (15):

$$Skor = \frac{WWL}{15} \quad (3)$$

Skor akhir ini kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan beban kerja mental ke dalam kategori ringan (skor < 50), sedang (skor 50–80), atau berat (skor > 80).

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara sistematis dalam bentuk narasi deskriptif, dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan dan pengolahan data, hingga analisis komparatif beban kerja dan penarikan kesimpulan. Selain itu, analisis usulan perbaikan dirumuskan guna mendukung peningkatan efisiensi dan keselamatan pekerja di stasiun terkait.

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Denyut Nadi

Pengukuran denyut nadi dilakukan pada pekerja di departemen *packaging*. Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan ini adalah denyut nadi kerja dan usia pekerja. Denyut nadi pekerja diukur menggunakan *oximeter*. Hasil pengukuran denyut nadi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Denyut Nadi

No	Jenis Pekerjaan	Nama Responden	Shift	Umur	HRrest (bpm)	HRwork (bpm)
1	<i>Packaging Pastil</i>	Riandi	1	33	99	127
		Daus	1	31	93	108
		Raya	1	26	94	116
		Syadam	1	24	93	110
		Rio	2	29	95	120
		Fahmi	2	24	90	113
		Anton	3	30	91	115
		Roni	3	27	92	117
		Rudi	3	24	90	128
		Andreas	2	27	95	100
3	<i>Packaging Beading</i>	Hermanto	1	42	90	130
		ginting				
		Ajis	1	25	99	118
		Ikbal	1	23	91	113
		Abdi	2	23	91	106

4	<i>Loading</i>	Riski	2	26	90	115
		Leo	2	20	93	110
		Hermanto	1	33	97	117
		Aka	2	23	95	109
		Atan	2	24	95	124
		Andika	3	25	91	118

Sumber : Penelitian 2025

Pengukuran Beban Kerja

Pengambilan data NASA-TLX dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada 20 karyawan yang ada pada PT Energi Sejahtera Mas (ESM) sesuai jumlah sampel yang sudah ditetapkan. Pengisian kuesioner NASA-TLX digunakan untuk mengetahui beban kerja mental yang dirasakan oleh pekerja.

Pekerja *packaging* diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasakan paling dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut. Kuesioner yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan, yaitu kebutuhan mental (KM), kebutuhan fisik (KF), kebutuhan waktu (KW), performansi (PK), tingkat usaha (U), dan tingkat frustrasi (FR). Adapun data pembobotan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pembobotan Kerja Mental Pekerja *Packaging*

No	Jenis Pekerjaan	Nama	Usia	KM	KF	KW	PK	U	FR	Total
1	<i>Packaging Pastil</i>	Riandi	33	2	4	3	2	2	2	15
		Daus	31	2	4	2	5	1	1	15
		Raya	26	3	3	2	3	2	2	15
		Syadam	24	5	2	3	2	1	2	15
		Rio	29	4	4	2	2	2	1	15
		Fahmi	24	3	4	2	4	1	1	15
		Anton	30	3	4	3	2	1	2	15
		Roni	27	3	1	4	2	3	2	15
		Rudi	24	4	2	3	1	3	2	15
		Andreas	27	5	3	3	2	2	0	15
2	<i>Packaging Beading</i>	Hermanto	42	2	3	2	3	3	2	15
		Ajis	25	4	3	3	2	2	1	15
		Ikbal	23	1	4	2	5	1	1	15
		Abdi	23	2	3	2	3	3	2	15

Selanjutnya, tahapan pemberian *rating*. Karyawan diminta untuk memberikan *rating* terhadap enam indikator beban kerja mental yang ada pada metode NASA-TLX dengan rentang 0–100 sesuai dengan besarnya pengaruh dimensi ukuran beban kerja yang dirasakan. Data pemberian *rating* secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pembobotan Kerja Mental Pekerja *Packaging* (Lanjutan)

No	Jenis Pekerjaan	Nama	Usia	KM	KF	KW	PK	U	FR	Total
3	<i>Packaging Beading</i>	Riski	26	4	2	4	4	1	0	15
		Leo	20	2	5	2	2	3	1	15

4	<i>Loading</i>	Hermanto	33	2	3	4	3	2	1	15
		Aka	23	4	3	3	1	2	2	15
		Atan	24	4	4	2	3	2	0	15
		Andika	25	3	4	1	4	2	1	15

Karyawan diminta untuk memberikan rating terhadap enam indikator beban kerja mental yang ada pada metode NASA-TLX dengan rentang 0-100 sesuai dengan besarnya pengaruh dimensi ukuran beban kerja yang dirasakan pekerja, yaitu kebutuhan mental (KM), kebutuhan fisik (KF), kebutuhan waktu (KW), performansi (PK), tingkat usaha (TF), data pemberian rating pada pekerja *packaging* dapat dilihat seperti tabel 4.7.

Tabel 4. Data Pemberian rating Beban Kerja Mental Pekerja *Packaging*

No	Jenis Pekerjaan	Shift	Nama	Usia	KM	KF	KW	PK	U	FR
1	<i>Packaging Pastil</i>	1	Riandi	33	25	55	75	30	50	35
		1	Daus	31	50	70	80	30	65	30
		1	Raya	26	50	75	75	30	65	25
		1	Syadam	24	30	50	60	40	50	25
		2	Rio	29	35	25	65	40	55	55
		2	Fahmi	24	30	30	60	45	55	50
		3	Anton	30	25	30	70	30	50	30
		3	Roni	27	20	30	60	30	45	20
		3	Rudi	24	25	55	65	40	55	45
		2	Andreas	27	30	35	75	35	60	40
2	<i>Packaging Beading</i>	1	Hermanto ginting	42	45	85	40	30	50	25
		1	Ajis	25	30	75	35	35	40	30
		1	Ikbil	23	30	70	35	30	45	20
		2	Abdi	23	40	80	45	45	55	30

Tabel 5. Data Pemberian rating Beban Kerja Mental Pekerja *Packaging* (Lanjutan)

No	Jenis Pekerjaan	Shift	Nama	Usia	KM	KF	KW	PK	U	FR
1	<i>Packaging Beading</i>	2	Riski	26	35	75	40	35	50	20
		2	Leo	20	40	75	45	40	55	25
		1	Hermanto	33	15	25	40	50	50	20
2	<i>Loading</i>	2	Aka	23	20	35	55	50	60	15
		2	Atan	24	25	35	50	60	60	20
		3	Andika	25	15	30	40	55	50	25

Sumber : Penelitian 2025

Berdasarkan pada Tabel 3 di atas, nilai pembobotan aspek akan dikombinasikan dengan pemberian *rating* yang telah diberikan oleh pekerja terhadap pekerjaan yang dihadapinya dengan cara mengalikannya ($\text{Bobot} \times \text{Rating}$). Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai beban kerja mental (*mental workload*) pada tiap pekerja, sehingga didapatkan hasil perhitungan NASA-TLX untuk diolah menjadi hasil akhir *Weighted Workload* (WWL).

Pembahasan

a. Metode CVL (Cardiovascular Load)

Perhitungan beban kerja fisik menggunakan metode CVL diawali dengan menentukan denyut jantung maksimum (HRmax), yaitu 220 dikurangi usia pekerja. Sebagai contoh, pada Hermanto Ginting (42 tahun) diperoleh HRmax sebesar 178 bpm. Berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi 20 responden pada bagian packaging, diperoleh nilai CVL yang bervariasi dengan kategori dominan berada pada tingkat ringan hingga sedang. Nilai CVL tertinggi sebesar 45% terdapat pada pekerjaan Packaging Beading (Hermanto Ginting) yang termasuk kategori sedang, sedangkan nilai terendah sebesar 5% pada pekerjaan Packaging Pastil (Andreas) dengan kategori ringan. Secara umum, aktivitas kerja pada bagian packaging masih berada dalam batas aman, namun beberapa pekerjaan menunjukkan kecenderungan beban kerja sedang yang memerlukan perhatian agar tidak menimbulkan kelelahan kerja.

b. Metode NASA-TLX

Pengukuran beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX dilakukan melalui dua tahap, yaitu pembobotan dan pemberian rating terhadap enam dimensi beban kerja. Hasil menunjukkan bahwa kebutuhan mental, fisik, dan waktu menjadi faktor dominan yang memengaruhi beban kerja pada masing-masing jenis pekerjaan. Pada Packaging Pastil, tekanan waktu memiliki rating tertinggi, sedangkan pada Packaging Beading kebutuhan fisik menjadi faktor paling dominan. Secara keseluruhan, hasil perhitungan Weighted Workload (WWL) menunjukkan bahwa seluruh responden berada pada kategori beban kerja mental sedang, dengan nilai tertinggi sebesar 54,67 dan terendah sebesar 35,67. Hal ini mengindikasikan bahwa pekerjaan packaging memerlukan perhatian kognitif yang cukup tinggi, meskipun masih dalam batas yang dapat ditoleransi.

c. Perhitungan WWL (Contoh Responden)

Berikut merupakan contoh perhitungan beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX pada salah satu responden:

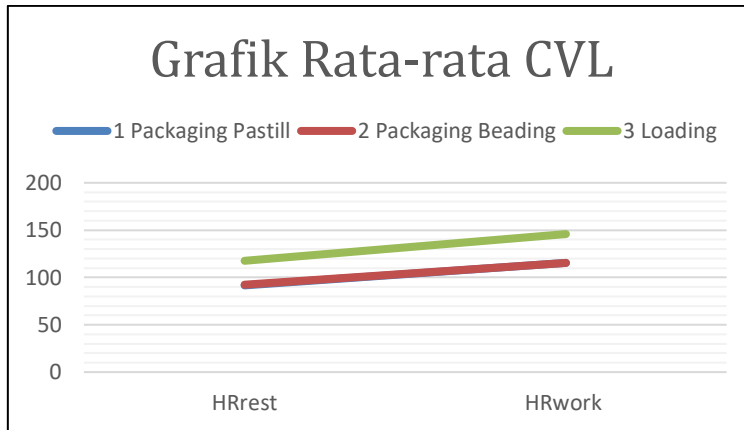
Tabel 6. Perhitungan NASA-TLX Salah Satu Pekerja Packaging Beading

Indikator	Rating	Bobot	Rating x Bobot
Kebutuhan Mental	45	2	90
Kebutuhan Fisik	85	3	255
Kebutuhan Waktu	40	2	80
Performansi	30	3	90
Usaha	50	3	150
Tingkat Frustrasi	25	2	50
Skor NASA-TLX			715

Sumber: Penelitian (2025)

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh total skor WWL sebesar 715 yang kemudian dirata-ratakan sehingga menghasilkan skor beban kerja mental dalam kategori sedang. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa beban kerja mental pekerja packaging relatif merata pada tingkat sedang, sehingga diperlukan upaya pengelolaan beban kerja yang tepat untuk menjaga produktivitas dan mengurangi potensi kelelahan kerja.

Analisi dan Evaluasi



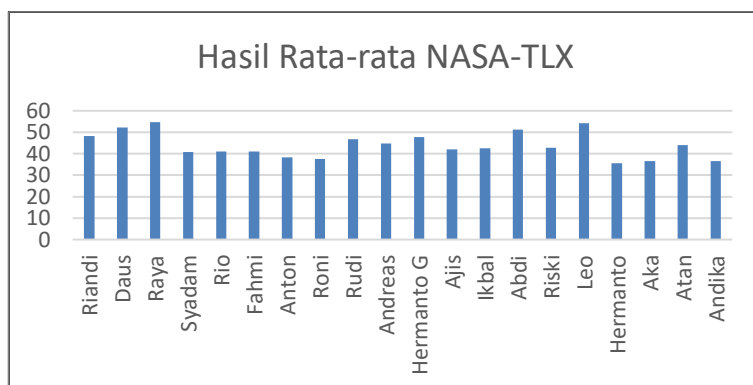
Gambar 1. Diagram Hasil Rata-Rata Beban Kerja Fisik Pekerja

Berdasarkan diagram hasil diatas terjadi perbedaan yang signifikan pada hasil rata-rata CVL saat jam istirahat para pekerja *loading*. Penyebab terjadinya perbedaan adalah pada saat jam istirahat para pekerja memiliki tingkat denyut nadi normal sehingga belum mengalami denyut nadi diatas normal dikarenakan mengalami pekerjaan yang berat dan membutuhkan tenaga yang mengakibatkan kelelahan kerja. Jenis pekerjaan *Loading* ini tergolong dalam kategori beban kerja fisik berat dikarenakan proses ini melibatkan serangkaian tahapan mulai dari pengecekan unit *flexi tank*, pemasangan selang, pengaturan *valve*, pengisian cairan, pemantauan tekanan, hingga penyegelan akhir.

Beban kerja fisik dalam proses *loading flexi tank* tergolong berat karena pekerja harus melakukan penggerakan tenaga secara manual (*manual material handling*) untuk mengangkat dan mengatur selang transfer yang berukuran besar. Kondisi ini diperberat oleh faktor lingkungan kerja yang panas dan lembap. Tingginya beban kerja pada stasiun ini sejalan dengan penelitian Samosir (2022) yang menyatakan bahwa pekerjaan fisik dengan penggerakan otot maksimal di lingkungan bersuhu tinggi akan secara signifikan mempercepat peningkatan denyut jantung kardiovaskular.

Selain beban mekanis, proses ini menuntut kewaspadaan kognitif yang tinggi; pekerja wajib memantau tekanan dan laju aliran secara terus-menerus guna mencegah malfungsi atau *overflow*. Secara interpretasi ergonomi dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), kombinasi penggerakan gaya statis-dinamis (*force*) yang tinggi dan tuntutan mental ini berpotensi besar memicu kelelahan akut (*fatigue*). Jika tidak diintervensi, akumulasi kelelahan ini akan memperpanjang waktu pemulihan (*recovery time*) yang berujung pada penurunan produktivitas harian, serta meningkatkan peluang *human error* yang dapat memicu kecelakaan kerja serius (Mulyawati, 2024). Temuan ini memperkuat studi Krisnaningsih et al. (2023) yang menegaskan bahwa stasiun kerja dengan kombinasi beban fisik dan mental yang tinggi memerlukan prioritas intervensi yang paling utama.

Pengelolaan data pada beban kerja mental yang dialami pekerja rata-rata mendominasi beban yang tinggi pada kebutuhan waktu pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Hal ini menunjukkan bahwa pada seluruh pekerja hanya sedikit mengalami tingkat frustrasi, dikarenakan pekerjaan ini membutuhkan gabungan mental, fisik, performansi, usaha dan jumlah tekanan yang dialami terkait dengan waktu yang dirasakan selama pekerjaan berlangsung.



Gambar 2. Diagram Hasil Rata-rata Beban Kerja Mental Pekerja

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX, menunjukkan bahwa beban kerja mental terberat atau tinggi dirasakan sebanyak 54,67 % dan rendah sebanyak 36,67 %. Rata-rata pekerja membutuhkan aktivitas mental yang cukup besar, selain itu kelelahan dan kebosanan serta kerja mental yang monoton, pekerja juga harus melakukan aktivitas berat, contohnya mampu menyelesaikan setiap tugas yang telah diberikan dengan jangka waktu yang telah ditentukan untuk memenuhi target yang tinggi. Sehingga proses *packaging* maupun *loading* berjalan dengan baik.

Pengolahan data pada beban kerja mental yang dialami rata-rata mendominasi beban yang sedang atau tidak dalam kategori tinggi, pada kebutuhan waktu pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Hal ini menunjukkan bahwa pada seluruh pekerja *packaging* hanya sedikit mengalami tingkat frustrasi, dikarenakan pekerjaan ini membutuhkan gabungan mental, fisik, performansi, usaha dan jumlah tekanan yang dialami pekerja terkait dengan waktu yang dirasakan selama pekerjaan berlangsung.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis tingkat risiko ergonomi dari beban kerja fisik (CVL) dan mental (NASA-TLX), usulan perbaikan disusun berdasarkan skala prioritas. Prioritas utama (risiko tinggi) difokuskan pada area *loading flexi tank* yang memiliki beban fisik tertinggi dan tuntutan kognitif kritis. Usulan perbaikannya meliputi peningkatan fasilitas ventilasi, penyediaan alat bantu mekanik (*hoist*) untuk mengangkat selang bertekanan, serta penerapan sistem *monitoring* otomatis. Estimasi manfaat ergonomis dari langkah ini adalah tereliminasi risiko cedera otot rangka (*Musculoskeletal Disorders*), menurunnya detak jantung pekerja ke zona aman, serta meminimalkan *human error* akibat kelelahan mental.

Prioritas kedua (risiko sedang) berada pada area *packaging beading* yang didominasi gerakan statis dan paparan debu. Perbaikan yang diusulkan adalah pemasangan sistem penyedot debu lokal (*dust collector*), pengadaan stasiun kerja ergonomis yang *adjustable*, dan pemberlakuan rotasi kerja setiap 2–3 jam. Manfaat dari usulan ini adalah berkurangnya paparan partikel berbahaya pada saluran pernapasan dan pencegahan kelelahan otot lokal (*muscle fatigue*) akibat postur statis.

Prioritas ketiga (risiko rendah–sedang) ditujukan pada area *packaging pastil* yang repetitif. Usulan perbaikan mencakup penggunaan *conveyor mini* dan timbangan produk otomatis guna mengurangi frekuensi gerakan yang tidak bernilai tambah (*non-value added motions*) dan mempercepat waktu siklus pengemasan, yang secara langsung akan menurunkan skor tekanan waktu (*Temporal Demand*). Selain itu, secara umum perusahaan disarankan menyesuaikan penempatan tugas berdasarkan usia pekerja; di mana tugas dengan pembebanan kardiovaskular tinggi seperti *loading* dialokasikan untuk pekerja muda, sementara pekerja senior difokuskan pada pengawasan teknis agar produktivitas harian tetap stabil.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di PT Energi Sejahtera Mas, diperoleh bahwa beban kerja fisik tertinggi sebesar 45% terdapat pada pekerjaan packaging beading dan terendah sebesar 5% pada packaging pastil, yang secara umum masih berada pada kategori ringan hingga sedang. Sementara itu, beban kerja mental berdasarkan metode NASA-TLX menunjukkan nilai tertinggi sebesar 54,67 dan terendah sebesar 36,67, dengan keseluruhan responden berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas kerja pada bagian packaging belum berada pada tingkat beban yang berlebihan, namun tetap memerlukan perhatian agar tidak berkembang menjadi kelelahan kerja yang berdampak pada produktivitas.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perusahaan disarankan untuk melakukan perbaikan berupa peningkatan pengawasan penggunaan alat keselamatan kerja, penyesuaian penempatan pekerja sesuai usia, serta penambahan waktu istirahat khususnya pada bagian packaging dan loading. Selain itu, hasil pengukuran NASA-TLX dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan beban kerja, seperti redistribusi tugas dari pekerjaan dengan skor beban tinggi ke pekerjaan dengan beban lebih rendah, guna menjaga keseimbangan kerja, mengurangi tingkat kelelahan, dan meningkatkan produktivitas karyawan secara optimal.

Daftar Pustaka

- Arasyandi, M. and Bakhtiar, A. (2016) 'Analisa beban kerja mental dengan metode nasa tlx pada operator kargo di PT. Dharma Bandar Mandala (PT. Dbm)', *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4)
- Achmad, F. & Fariyah, T. (2018) 'Analisa Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA Task Load Index (NASA TLX)', *Integrated Lab Journal*, 6(1), pp. 29-36.
- Adelino, M. I. (2025). Evaluasi Beban Kerja Mental pada Produksi Kerupuk Jangek Menggunakan Uji Wilcoxon Berdasarkan Metodologi NASA-TLX. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 20(1), 68–74. <https://doi.org/10.52072/arti.v1i20.1270>
- Anwar, M. & Yuamita, F. (2025) 'Pengukuran Beban Kerja Fisik dan Mental pada Pekerja Menggunakan Metode Cardiovascular Load (CVL) dan NASA-TLX', *Jurnal Teknik Industri*, 12(1), pp. 45-52.
- Ardiansyah, M. & Hidayat, A. (2023) 'Analisa Beban Kerja Fisik dan Mental Menggunakan CVL dan NASA-TLX', *Jurnal Ergonomi dan K3*, 9(2), pp. 112-120.
- Chairunnisa, S. (2022) 'Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX pada Divisi Produksi PT XYZ', *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(1), pp. 55-62.
- Ihzan Dwie Akbar, Z., & Yaning Tri Hapsari. (2024). Pengaruh Fasilitas Kerja Terhadap Kinerja Dan Produktivitas Karyawan (Studi Kasus Pada PT. Chalabi Group Indonesia) . *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 19(1), 11–17. <https://doi.org/10.52072/arti.v19i1.753>
- Krisnaningsih, E., Purnomo, H. & Wibowo, A. (2023) 'Beban Kerja Psikologis dan Fisik dengan NASA-TLX dan Cardiovascular Load (CVL)', *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 10(2), pp. 88-95.
- Kumala, A., Sari, A., Atryes, V., & Adelino, M. I. (2024). Evaluasi Proses Mental Mahasiswa Teknik Industri Menggunakan Pendekatan Uji Statistik Dengan Metodologi RSME . *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 19(2), 137–145. <https://doi.org/10.52072/arti.v19i2.1069>

- Mulyawati, R. (2024) 'The Benefits of Occupational Health and Safety Management Systems Implementations for the Safety of Workers', *Journal of Safety Engineering*, 15(3), pp. 201-210.
- Nkrumah, E. N. K., Liu, H., Fiergbor, C. & Akoto, E. O. (2021) 'Improving the Safety–Performance Nexus: A Study on the Moderating and Mediating Influence of Work Motivation in the Causal Link Between Occupational Health and Safety Management (OHSM) Practices and Work Performance in the Oil and Gas Sector', *Safety Science*, 136, pp. 105157.
- Puteri, R. A. M. & Sukarna, Z. N. K. (2017) 'Analisis Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode CVL dan NASA-TLX di PT. ABC', *Spektrum Industri*, 15(2), pp. 211-220.
- Putri, A. (2020) 'Pengaruh Beban Kerja Terhadap Kinerja Pegawai di Puskesmas Pantoloan dengan Insentif sebagai Variabel Moderating', *Jurnal Manajemen Kesehatan*, 8(1), pp. 23-30.
- Rahma Pardosi, A., Jenita Marbun, N. and Alfama Zamista, A. (2021) 'Analisis Postur Tubuh Pekerja Usaha Kecil Menengah Batu Bata Pak Bachtiar', *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 16(2), pp. 140–146. Available at: <https://doi.org/10.52072/arti.v16i2.258>.
- Rinawati, S. (2016) 'Analisis Risiko Postur Kerja Pada Pekerja Di Bagian Pemilihan dan Penimbangan Linen Kotor RS. X', *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 1(1), pp. 39-48.
- Rosadah, S. (2024) 'Hubungan Beban Kerja Fisik dan Beban Kerja Mental terhadap Kelelahan Kerja', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), pp. 134-142.
- Samosir, J. (2022) 'Analisis Beban Kerja Operator pada Stasiun Boiler Menggunakan Cardiovascular Load (CVL)', *Jurnal Teknik Mesin dan Industri*, 14(1), pp. 77-84.
- Sukardi, T. (2016) *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Sukma, A. M., Salasabila, M. N., Putra, R. P. & Adelino, M. I. (2025) 'Evaluasi Beban Kerja Mental pada Produksi Kerupuk Jangek Menggunakan Uji Wilcoxon Berdasarkan Metodologi NASA-TLX', *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 20(1), pp. 69-75.
- Sulistyo, B. & Islahuddin, I. (2025) 'Analisa Beban Kerja Fisik dan Mental dengan Metode CVL dan NASA-TLX pada Departemen Maintenance di Perusahaan Otomotif', *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 13(1), pp. 99-106.