



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

## JURMATIS

Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri



# Analisis Pengukuran Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis Karyawan Produksi Menggunakan Metode CVL dan NASA-TLX Pada Produksi PC-Deck di PT XYZ

Dewi Meilani<sup>\*1</sup>, Hady Sofyan<sup>2</sup>, Pandena Kicky Basuki Putri<sup>3</sup>

dewimeilani21@wastukancana.ac.id<sup>1</sup>, hadysofyan@wastukancana.ac.id<sup>2</sup>, pandenakicky@wastukancana.ac.id<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukancana Purwakarta

### Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 14 – Juli - 2025

Revised : 26 – Juli - 2025

Accepted : 18 – Agustus - 2025

### Abstract

PT XYZ is one of the precast concrete construction companies located in Purwakarta. On the PC-Deck production line, employees often face complex workloads, both physically and psychologically. This study aims to determine the classification of physiological and psychological workloads of production employees using two methods, namely Cardiovascular Load (CVL) and NASA Task Load Index (NASA-TLX). Physiological workload measurements were conducted by monitoring heart rate during rest and work periods. The results showed that the majority of employees fell into the moderate CVL category (30–60%), indicating that improvements are needed, though not yet urgent. However, one employee had a CVL value of 64%, indicating high physical workload and requiring immediate intervention. On the other hand, NASA-TLX results showed that 6 out of 8 employees had a Weighted Workload (WWL) above 80, indicating extremely high psychological workload. This workload is influenced by a combination of factors, particularly work pressure, workload volume, and long working hours. Proposed improvements include stress and fatigue management training, additional manpower and tools, more structured work planning, and production capacity evaluation.

### Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan konstruksi pra cetak beton yang berlokasi di Purwakarta. Pada lini produksi PC-Deck, karyawan sering menghadapi beban kerja yang bersifat kompleks, baik secara fisik maupun psikologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi beban kerja fisiologis dan psikologis karyawan produksi menggunakan dua metode, yaitu *Cardiovascular Load* (CVL) dan *NASA Task Load Index* (NASA-TLX). Pengukuran beban kerja fisiologis dilakukan dengan memantau denyut nadi saat istirahat dan saat kerja. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa mayoritas karyawan berada pada kategori CVL menengah (30–60%), yang berarti dibutuhkan perbaikan meskipun belum mendesak. Namun, satu karyawan tercatat memiliki nilai CVL sebesar 64%, yang mengindikasikan beban kerja fisik tinggi dan perlu intervensi segera. Di sisi lain, hasil NASA-TLX menunjukkan bahwa 6 dari 8 karyawan memiliki skor *Weighted Workload* (WWL) di atas 80, menunjukkan beban kerja psikologis sangat tinggi. Beban kerja ini dipengaruhi oleh kombinasi faktor, terutama tekanan pekerjaan, volume kerja, dan waktu kerja yang panjang. Usulan perbaikan meliputi pelatihan manajemen stres dan kelelahan, penambahan tenaga kerja serta alat bantu,

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format: D. Meilani, H. Sofyan, and P. K. B. Putri, "Analisis Pengukuran Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis Karyawan Produksi Menggunakan Metode CVL dan NASA-TLX Pada Produksi PC-Deck di PT XYZ," *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 7, no. 2, pp. 100–112, 2025.



<https://doi.org/10.30737/jurmatis.v7i2.6492>

\*Corresponding author : dewimeilani21@wastukancana.ac.id

---

perencanaan kerja yang lebih terstruktur, dan evaluasi kapasitas produksi.

---

## 1. Pendahuluan

Perubahan pesat dalam dunia industri, termasuk digitalisasi, otomatisasi, dan integrasi teknologi canggih, telah menciptakan persaingan bisnis yang semakin ketat. Perusahaan kini dituntut untuk tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mengoptimalkan produktivitas dan kualitas hasil kerja karyawan. Dalam infrastruktur teknologi, *Storage Networking Industry Association* (SNIA) menekankan pentingnya evaluasi kinerja berbasis *Real World Workloads* (RW), yaitu kumpulan IO Streams yang merepresentasikan beban kerja aplikasi di kondisi nyata. Pendekatan ini berbeda dari *synthetic workloads* karena RW mencerminkan variasi permintaan (*queue depth*) dan intensitas kerja yang fluktuatif, sebagaimana terjadi dalam operasi sehari-hari [1]. Sementara itu, dari sisi manajemen sumber daya manusia, *workload analysis* seperti yang dijelaskan oleh Zendesk menjadi strategi kunci untuk memetakan dan mengelola distribusi tugas secara adil dan berbasis data. Analisis ini memungkinkan perusahaan mengoptimalkan alokasi staf, mencegah ketimpangan beban kerja, serta memprediksi kebutuhan tenaga kerja berdasarkan tren dan potensi gangguan operasional. Hasilnya, perusahaan dapat menjaga kesejahteraan karyawan dengan menghindari kelebihan beban yang berpotensi menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko kelelahan. Selain itu, *workload analysis* juga membantu mengurangi pengeluaran melalui deteksi dini terhadap alokasi sumber daya yang berlebihan atau kurang optimal [2]. Salah satunya seperti pada dunia konstruksi yang terus mengalami kemajuan dan perkembangan dalam hal pengelolaan infrastruktur fisik seperti bangunan, jembatan, jalan, dan lainnya. Persaingan yang ketat menyebabkan perusahaan konstruksi berusaha keras untuk menghasilkan barang yang memuaskan pelanggan dan terus meningkatkan kinerja karyawan agar dapat bersaing secara optimal. Adapun salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja karyawan adalah beban kerja yang mereka hadapi setiap harinya.

PT XYZ salah satu perusahaan konstruksi yang terletak di Sadang, Purwakarta ini merupakan anak perusahaan yang bergerak dalam bidang *urban development*, konstruksi, dan pra cetak. Berdiri pada tahun 1989. Produk dari PT XYZ diantaranya adalah *Squarepile*, *PC-Deck*, *RC-slab*, dan tembok urban. PT XYZ mengoptimalkan semua sumber daya profesional yang ada untuk dapat memberikan kontribusi terbaik. PT XYZ mengintegrasikan profesionalitas dan pengalaman dalam industri *precast* dengan portofolio

sebagai salah satu kontraktor terdepan di Indonesia dengan lebih dari 160 proyek bangunan dan infrastruktur yang tersebar di seluruh Indonesia.

Di PT. XYZ, khususnya pada produksi PC-*Deck*, beban kerja yang dirasakan oleh karyawan seringkali bersifat kompleks. Karyawan bagian produksi dituntut untuk bekerja dalam durasi lama, dengan aktivitas fisik yang cukup tinggi, tekanan waktu produksi yang ketat, dan jam lembur yang tinggi bahkan pada hari tertentu mencapai 14 jam. Hal ini berpotensi menimbulkan beban kerja yang tidak hanya bersifat fisiologis seperti peningkatan denyut jantung dan kelelahan otot, namun juga psikologis, seperti tekanan mental dan stres akibat beban tugas yang berat. Beban kerja yang sangat tinggi menyebabkan berkurangnya kinerja, seperti membuat karyawan tertekan dan tidak nyaman dalam menjalankan tugas-tugasnya [3]. Akibatnya, kinerja karyawan dapat menurun dan memiliki dampak yang negatif pada perusahaan. Hal ini sesuai dengan wawancara terhadap karyawan produksi PT XYZ bahwa kelelahan dan stress kerja dapat menurunkan performa seperti tidak fokus pada pekerjaan, kurangnya waktu istirahat, kesulitan tidur, *miss communication* antar departemen, dan produksi yang menjadi terhambat.

Terdapat delapan pekerja bagian produksi, terlihat bahwa mayoritas pekerja mengalami tingkat kelelahan yang tergolong sangat tinggi. Sebanyak 4 dari 8 pekerja (50%) termasuk dalam kategori kelelahan sangat tinggi. Di sisi lain, tingkat stres kerja juga menunjukkan kecenderungan serupa, di mana 5 dari 8 pekerja (62,5%) berada pada kategori stres kerja tinggi. Hal ini mengindikasikan adanya beban kerja yang cukup signifikan, baik secara fisiologis maupun psikologis. Ketika kelelahan dan stres kerja dialami secara terus-menerus, kemampuan konsentrasi, ketelitian, dan kecepatan dalam menyelesaikan tugas akan menurun. Hal ini menyebabkan proses kerja menjadi tidak efisien, sering terjadi kesalahan, dan membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai hasil yang diinginkan. Akibatnya, produktivitas menurun dan pencapaian target produksi pun terhambat. Jika kondisi ini dibiarkan tanpa adanya intervensi, maka tidak hanya kualitas hasil produksi yang terdampak, tetapi juga kesehatan dan kesejahteraan pekerja secara keseluruhan.

Beban kerja fisiologis berkaitan dengan tanggapan tubuh terhadap aktivitas kerja secara fisik mencakup aktivitas yang memerlukan tenaga otot, di mana performa sangat bergantung pada kemampuan fisik manusia. Kegiatan ini sering dianggap sebagai pekerjaan kasar yang memerlukan usaha fisik yang besar. Beban kerja fisik mudah terukur karena kondisi fisik pekerja dapat dinilai secara langsung, baik secara objektif maupun subjektif. Sedangkan beban kerja psikologis mencakup proses berpikir yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas dalam batas waktu tertentu. Beban kerja psikologis ini berkaitan

dengan berbagai proses mental yang dibutuhkan saat bekerja. Pekerjaan yang membutuhkan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kelelahan mental, yang lebih disebabkan oleh beban kerja otak daripada aktivitas fisik. Hal ini mencerminkan perbandingan keahlian individu dengan orang lain [4]. Untuk menilai beban kerja fisiologis, metode yang digunakan untuk analisis beban kerja fisiologis adalah *Cardiovaskular Load* (CVL), yang menggabungkan denyut nadi maksimum dan denyut nadi kerja. Selain itu, metode NASA-TLX dapat digunakan untuk mengukur dan mengalokasikan beban kerja psikologis. Berdasarkan penelitian dari [5] pada pekerja di PT. Sumatera Sarana Sekar Sakti pada bagian mekanik armada truk mobil yang berjudul “Pengukuran beban kerja fisik dan mental menggunakan metode CVL (*Cardiovascular Load*) dan NASA-TLX (*National Aeronautics And Space Administration-Task Load Index*)”, Hasil penelitiannya yaitu beban kerja fisiologis yang dirasakan oleh para pekerja sebesar 51,9%, sehingga beban kerja fisiologis masuk dalam klasifikasi diperlukan perbaikan namun tidak mendesak. Sedangkan tingkat beban kerja mental diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa tingkat beban kerja mental yang diterima oleh pekerja termasuk kedalam kategori tinggi. Hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil perhitungan rata-rata nilai *Weighted Workload* (WWL) sebesar 76,67. Pengukuran beban kerja fisiologis dan mental menjadi komponen penting dalam manajemen kesehatan kerja, terutama pada sektor dengan tuntutan fisik yang berat dan konsentrasi tinggi. Metode *Cardiovascular Load* (CVL) digunakan untuk menilai beban kerja fisiologis dengan mempertimbangkan denyut nadi maksimum dan denyut nadi kerja, sedangkan NASA-*Task Load Index* (NASA-TLX) digunakan untuk mengukur beban kerja mental berdasarkan enam dimensi, seperti tuntutan mental, fisik, temporal, kinerja, usaha, dan frustasi. Penelitian pada pekerja bagian mekanik armada truk di PT. Sumatera Sarana Sekar Sakti menemukan bahwa beban kerja fisiologis rata-rata mencapai 51,9%, masuk kategori memerlukan perbaikan tetapi belum mendesak. Namun, beban kerja mental menunjukkan nilai *Weighted Workload* (WWL) rata-rata 76,67 yang termasuk kategori tinggi, mengindikasikan kebutuhan intervensi segera, baik melalui penyesuaian beban kerja, perbaikan ergonomi, maupun dukungan psikologis.

Studi dari sektor kehutanan dan transportasi yang melibatkan 1.282 responden, di mana 59% melaporkan mengalami stres dan 47% menilai pekerjaan mereka sebagai beban mental yang berat. Rata-rata jam kerja mencapai 44,9 jam per minggu, dan sebagian pekerja bahkan melebihi 50 jam. Faktor risiko yang memicu stres antara lain duduk terlalu lama, gerakan berulang, bekerja sendirian, getaran, serta paparan dingin atau angin[6]. Analisis ANOVA menunjukkan adanya keterkaitan signifikan antara tingkat stres dan buruknya

pemulihan setelah bekerja, dengan kelompok rentan meliputi pekerja berpendidikan tinggi, petugas lapangan, perempuan, dan pemberi kerja. Penelitian lain terhadap 166 radiografer di Istanbul selama gelombang pertama dan kedua pandemi COVID-19 memperlihatkan beban kerja ekstrem: 50% bekerja  $\geq 10$  jam per hari, 70,5% menilai kapasitas staf tidak memadai, dan beban pasien harian sangat tinggi (hingga >250 pasien untuk sebagian radiografer)[7]. Kondisi ini memperkuat bukti bahwa ketidakseimbangan antara tuntutan kerja dan sumber daya dapat memperparah beban mental dan fisik. Selain di sektor lapangan dan medis, beban kerja juga terjadi di lingkungan akademik. Penelitian kualitatif pada 27 partisipan di sekolah dan fakultas farmasi di Amerika Serikat menemukan lima tema utama terkait beban kerja, yaitu penugasan dan alokasi layanan, definisi layanan, keadilan, transparansi, serta nilai layanan untuk promosi[8]. Pada kelompok administrator, muncul satu tema tambahan yaitu motivasi dalam memberikan layanan. Perbedaan perspektif antara administrator dan dosen mencerminkan kerumitan pembagian beban kerja yang dipengaruhi oleh fleksibilitas penugasan, pengakuan layanan klinis, dan faktor senioritas. Di ranah teknologi penerbangan, studi mengenai strategi kontrol pilot eVTOL menunjukkan bahwa pengukuran beban kerja dapat dilakukan secara presisi menggunakan analisis wavelet untuk mengidentifikasi pola kontrol dan hubungannya dengan nilai *Handling Quality Rating* (HQR)[9]. Meskipun pendekatan ini lebih teknis, prinsip yang sama berlaku: beban kerja adalah hasil interaksi antara tuntutan tugas, kemampuan, dan dukungan yang tersedia. Secara keseluruhan, temuan-temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan komprehensif yang menggabungkan evaluasi fisiologis, psikologis, teknis, dan manajerial untuk mengelola beban kerja secara efektif.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis beban kerja fisiologis dan psikologis karyawan produksi pada proses pembuatan PC-Deck di PT XYZ dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan *NASA Task Load Index* (NASA-TLX). Penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi tingkat beban kerja secara kuantitatif dan kualitatif sehingga dapat ditemukan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja serta strategi penurunan beban kerja yang efektif.

Hasil penelitian ini akan bermanfaat secara teoretis untuk memperkaya kajian di bidang ergonomi, psikologi industri, dan manajemen sumber daya manusia melalui integrasi pendekatan fisiologis dan psikologis dalam penilaian beban kerja. Secara praktis, hasil penelitian dapat digunakan oleh manajemen perusahaan untuk merancang intervensi kerja yang ergonomis, meningkatkan kenyamanan kerja, dan mengoptimalkan produktivitas karyawan. Pendekatan lintas disiplin keilmuan dalam penelitian ini menggabungkan aspek

kesehatan kerja, teknik industri, dan ilmu perilaku organisasi untuk menghasilkan rekomendasi yang komprehensif bagi peningkatan kinerja dan kesejahteraan pekerja.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori kuantitatif deskriptif karena menggunakan data berbentuk angka untuk menggambarkan kondisi yang sedang terjadi, tanpa memberikan perlakuan atau intervensi kepada objek penelitian [10]. Penelitian kuantitatif dilakukan untuk mengukur variabel secara objektif dengan menggunakan instrumen yang terstandar, sedangkan penelitian deskriptif bertujuan menyajikan gambaran fakta atau keadaan apa adanya [11].

### 2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh karyawan yang terlibat langsung dalam proses produksi PC-Deck di PT. XYZ, yang berjumlah sebanyak 8 orang [12]. Karena jumlah populasi relatif kecil, maka seluruh populasi dijadikan sebagai sampel. Dengan demikian, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 8 orang (*total sampling*). Penelitian ini dilakukan di PT XYZ yang berlokasi di Karyamekar, Kecamatan Cibatu, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat 41181. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2025.

### 2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang dipakai menggunakan data yang dikumpulkan berasal dari hasil pengukuran beban kerja fisiologis menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan beban kerja psikologis menggunakan NASA-TLX [13]. *Cardiovascular Load* (CVL) yang dilakukan dengan cara menghitung denyut nadi dengan mempertimbangkan kondisi saat bekerja dan saat istirahat[14]. Metode untuk mengidentifikasi beban kerja psikologis menggunakan metode *National Aeronautics and Space Administration - Task Load Index* (NASA-TLX) adalah metode pengukuran subjektif yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat beban kerja mental yang dialami oleh pekerja selama menjalankan berbagai tugas yang diberikan oleh perusahaan[15]. NASA-TLX terdiri dari 6 skala yaitu *Mental Demand* (MD), *Physical demand* (PD), *Temporal Demand* (TD), *Performance* (P), *Effort* (E), *Frustration level* (FR)[16].

### 2.4 Prosedur Penelitian

Studi ini diawali dengan mengukur beban kerja fisik dan mental pekerja [17], [18], [19]. Pertama, pengukuran CVL dilakukan dengan mencatat denyut jantung pekerja saat

istirahat (HRrest), denyut jantung rata-rata selama aktivitas kerja (HRwork), dan denyut jantung maksimum (HRmax) untuk memperoleh nilai CVL (%) =  $(\text{HRwork} - \text{HRrest}) / (\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times 100\%$ , sehingga dapat diketahui tingkat beban kerja fisik yang dialami pekerja pada tiap stasiun kerja produksi PC-Deck [20], [21]. Selanjutnya, metode NASA-TLX digunakan untuk menilai beban kerja mental melalui enam dimensi, yaitu mental *demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *performance*, *effort*, dan *frustration level*, dengan melibatkan penilaian subjektif pekerja melalui skala pembobotan dan *rating* [22], [23], [24], [25]. Hasil dari kedua metode ini kemudian dianalisis untuk memetakan beban kerja secara komprehensif, mengidentifikasi titik kritis pekerjaan yang berisiko tinggi, serta memberikan rekomendasi perbaikan sistem kerja dalam rangka meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja di PT XYZ [16].

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisa *Cardiovascular Load* (CVL)

Denyut Nadi Maksimum digunakan untuk menunjukkan batas tertinggi denyut jantung seseorang berdasarkan usia. Denyut nadi maksimum (DNM) merupakan jumlah detak jantung maksimal yang dapat dicapai tubuh saat melakukan aktivitas fisik dengan intensitas penuh [26], [27] (Tabel 1)

Tabel 1. Denyut Nadi Maksimum

No	Pekerja ke-	Usia (Tahun)	Denyut nadi maksimum (220-umur)
1	Pekerja 1	25	195
2	Pekerja 2	17	203
3	Pekerja 3	33	187
4	Pekerja 4	33	187
5	Pekerja 5	33	187
6	Pekerja 6	24	196
7	Pekerja 7	33	187
8	Pekerja 8	52	168

(Sumber: Olah data, 2025)

Denyut nadi maksimum tertinggi berada diangka 203 sedangkan denyut nadi terendah berada diangka 168. Denyut jantung diambil pada 5 waktu yaitu pukul 08.11 dan 12.01 (denyut nadi istirahat) dan 09.01, 10.01 dan 11.01 (Denyut Nadi Kerja) (Tabel 2).

Tabel 2. %*Cardiovascular Load* (CVL)

Pekerja Ke-	Umur (Tahun)	Denyut Nadi Kerja	DNK Rata-Rata	Denyut Nadi Istirahat	DNI Rata-Rata	Denyut Nadi Max	%CVL (Ideal 30%-60%)	Keputusan
Pekerja 1	25	118	118	67	68	195	39%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
		116		69				
		120		69				
Pekerja 2	17	120	122,33	79	80,5	203	34%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
		122		82				
		125		82				



Pekerja 3	33	<u>115</u> <u>116</u> <u>120</u>	117	<u>60</u> <u>63</u> <u>63</u>	61,5	187	44%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
Pekerja 4	33	<u>110</u> <u>118</u> <u>125</u>	117,67	<u>58</u> <u>62</u> <u>62</u>	60	187	45%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
Pekerja 5	33	<u>122</u> <u>124</u> <u>126</u>	124	<u>65</u> <u>89</u> <u>89</u>	77	187	43%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
Pekerja 6	24	<u>118</u> <u>120</u> <u>115</u>	117,67	<u>70</u> <u>72</u> <u>72</u>	71	196	37%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
Pekerja 7	33	<u>120</u> <u>116</u> <u>128</u>	121,33	<u>68</u> <u>71</u> <u>71</u>	69,5	187	44%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
Pekerja 8	52	<u>128</u> <u>130</u> <u>131</u>	129,67	<u>60</u> <u>63</u> <u>63</u>	61,5	168	64%	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak

(Sumber: Olah data, 2025)

### 3.2 Analisa National Aeronautics and Space Administration - Task Load Index (NASA-TLX)

Pemberian rating difungsikan sebagai pemberian skala nilai pada tiap-tiap variabel yaitu, dengan cara memberikan nilai yang sudah di tentukan skalanya dari 0-100 (Tabel 3).

Tabel 3. Rating Terhadap Indikator

No	Nama Responden	Indikator						Total
		MD	PD	TD	OP	EF	FR	
1	Pekerja 1	90	60	50	90	100	50	440
2	Pekerja 2	70	80	90	70	90	70	470
3	Pekerja 3	90	100	90	100	100	50	530
4	Pekerja 4	100	90	70	90	90	90	530
5	Pekerja 5	90	90	100	100	100	90	570
6	Pekerja 6	50	70	70	80	70	60	400
7	Pekerja 7	70	80	90	70	70	90	470
8	Pekerja 8	80	100	100	100	100	80	560

(Sumber: Olah data, 2025)

Menghitung *Weighted Workload* (WWL) untuk mendapat nilai dari beban kerja mental dari tiap faktor dikalikan, kemudian nilai hasil perkalian dari masing- masing faktor dijumlahkan dan dibagi 15 maka akan menghasilkan nilai rata – rata *Weighted Workload* (WWL) (Tabel 4).

Tabel 4. *Weighted Workload* (WWL)

No	Pekerja Ke-	Indikator						Rata-rata WWL	Kategori
		MD	PD	TD	OP	EF	FR		
1	Pekerja 1	360	120	0	270	500	50	1300	86,67 Sangat Tinggi
2	Pekerja 2	70	240	360	70	90	350	1180	78,67 Tinggi
3	Pekerja 3	180	100	450	400	300	0	1430	95,33 Sangat Tinggi
4	Pekerja 4	500	180	0	90	270	360	1400	93,33 Sangat Tinggi
5	Pekerja 5	90	90	500	400	300	90	1470	98,00 Sangat Tinggi
6	Pekerja 6	0	280	140	400	210	60	1090	72,67 Tinggi
7	Pekerja 7	70	240	360	70	70	450	1260	84,00 Sangat Tinggi
8	Pekerja 8	80	400	400	200	300	80	1460	97,33 Sangat Tinggi

(Sumber: Olah data, 2025)

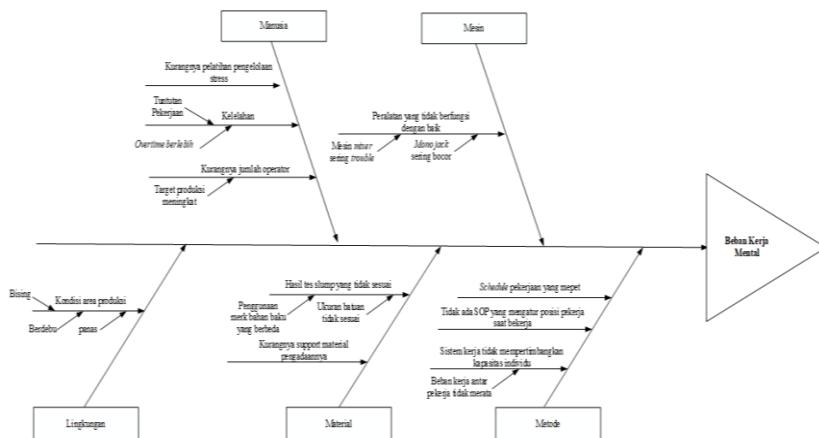


### 3.3 Identifikasi Akar Masalah Beban Kerja

Tingginya beban kerja mental karyawan di PT XYZ, Diagram Fishbone digunakan sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi akar penyebab pada berbagai faktor, termasuk faktor manusia, metode, alat, lingkungan, dan organisasi. PT XYZ menunjukkan bahwa beban kerja mental karyawan dipengaruhi oleh tekanan pekerjaan yang tinggi, kompleksitas tugas, keterbatasan sumber daya, serta metode kerja yang tidak optimal. Faktor-faktor ini sejalan dengan temuan dari penelitian di bidang *Human-Computer Interaction* (HCI) dan kesehatan, yang memberikan wawasan tambahan mengenai validitas dan keterbatasan instrumen pengukuran beban kerja mental. Ketidaksepakatan mendasar dalam definisi *Mental Workload* (MWL) dan kelemahan signifikan pada penggunaan NASA-TLX, dengan validitas konvergen dan sensitivitas yang rendah untuk tugas HCI. Temuan ini sejalan dengan pengalaman di PT XYZ, di mana penilaian subjektif karyawan menggunakan instrumen standar kadang tidak sepenuhnya mencerminkan tingkat stres atau beban kerja yang sebenarnya, sehingga memerlukan pendekatan analisis yang lebih holistik, seperti Fishbone, untuk menangkap berbagai faktor penyebab[28].

Pemberian informasi faktual kepada operator memengaruhi penilaian subyektif terkait situational awareness dan kinerja, sementara ukuran beban kerja mental tetap stabil. Hal ini relevan dengan PT XYZ, di mana karyawan yang memahami alur kerja dan prosedur dengan jelas cenderung melaporkan persepsi beban kerja lebih akurat, namun tetap mengalami tekanan mental akibat kompleksitas dan volume tugas[29]. Modifikasi NASA-TLX dapat divalidasi dengan baik pada konteks pemantauan pasien, dengan skor yang konsisten dan berkorelasi dengan variabel kinerja dan gangguan. Ini menunjukkan bahwa, meskipun NASA-TLX memiliki keterbatasan, instrumen yang disesuaikan tetap dapat memberikan data valid. Di PT XYZ, hal ini mendukung penggunaan metode pengukuran beban kerja mental yang dikombinasikan dengan analisis Fishbone untuk mengidentifikasi akar masalah secara lebih terstruktur, misalnya dalam menilai perbedaan beban kerja antara karyawan berpengalaman dan baru, pengaruh gangguan kerja, atau efektivitas alat dan metode kerja[30].





Gambar 1. Akar Masalah Terhadap Beban Kerja

(Sumber: Olah data, 2025)

Pentingnya kehati-hatian dalam interpretasi skor NASA-TLX dan kebutuhan pendekatan komplementer untuk mengidentifikasi faktor penyebab beban kerja mental. Analisis Fishbone di PT XYZ memberikan peta faktor manusia, metode, alat, material, dan lingkungan yang saling berinteraksi sehingga beban kerja mental dapat ditangani secara sistematis (Gambar 1).

Beban kerja muncul akibat kombinasi dari tekanan pekerjaan, kondisi kerja yang tidak ideal, masalah alat, keterbatasan sumber daya manusia, material yang tidak mendukung, dan metode kerja yang tidak efektif. Setiap cabang mencerminkan hubungan sebab-akibat dari berbagai aspek yang harus diperbaiki untuk mengurangi beban mental pekerja. Beban kerja mental pekerja dipengaruhi oleh enam faktor utama. Dari sisi manusia, masalah muncul karena kurangnya pelatihan pengelolaan stres, jumlah operator yang terbatas, target produksi yang meningkat, serta jam kerja berlebih yang memicu kelelahan. Pada faktor mesin, peralatan sering mengalami kerusakan seperti mixer trouble dan mono jack bocor akibat kurangnya perawatan, sehingga menghambat kelancaran produksi. Lingkungan kerja yang bising, panas, dan berdebu membuat pekerja tidak nyaman dan sulit fokus. Dari aspek material, kualitas bahan baku sering tidak sesuai standar, merek dan ukuran yang berbeda, serta dukungan material yang kurang, sehingga pekerja harus melakukan penyesuaian tambahan. Metode kerja juga menjadi penyebab, karena jadwal kerja yang terlalu mepet, ketiadaan SOP yang jelas, sistem kerja yang tidak mempertimbangkan kapasitas individu, dan pembagian beban kerja yang tidak merata. Secara keseluruhan, akar masalah terbesar terletak pada manajemen yang kurang efektif dalam mengatur sumber daya manusia, pemeliharaan mesin, pengendalian kualitas material, perbaikan kondisi lingkungan kerja, serta penerapan metode kerja yang efisien. Kombinasi berbagai faktor ini menimbulkan

tekanan mental yang tinggi pada pekerja dan perlu segera diperbaiki agar produktivitas serta kesejahteraan pekerja dapat meningkat.

#### 4. Kesimpulan

Studi ini membuktikan bahwa beban kerja fisiologis yang diukur dengan metode CVL menunjukkan kategori menengah sehingga perlu perbaikan karena sebagian karyawan memiliki beban kerja yang cukup tinggi. Sementara itu, hasil NASA-TLX menunjukkan total skor WWL karyawan produksi berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi, dengan sebagian besar pekerja mencatat nilai di atas 80. Identifikasi akar masalah melalui *Fishbone Diagram* menunjukkan tingginya beban kerja disebabkan oleh faktor manusia, mesin, lingkungan, material, dan metode kerja yang belum optimal. Usulan perbaikan mencakup pelatihan pengelolaan stres, penambahan operator dan alat bantu, perbaikan jadwal kerja, perawatan mesin rutin, evaluasi kapasitas kerja, serta perbaikan lingkungan kerja melalui APD, program 5R, dan pengendalian debu.

Untuk penelitian lanjutan, disarankan dilakukan studi longitudinal selama minimal 12 bulan guna memantau dampak jangka panjang dari perbaikan yang diusulkan terhadap penurunan nilai CVL dan NASA-TLX. Selain itu, perbandingan antara metode CVL dan NASA-TLX di sektor industri lain seperti manufaktur otomotif, elektronik, dan pertambangan dapat memberikan gambaran perbedaan pola beban kerja lintas sektor. Evaluasi lebih lanjut juga perlu dilakukan terhadap efektivitas pelatihan dan perubahan jadwal kerja dalam menurunkan beban kerja, agar dapat diidentifikasi strategi yang paling efisien dan berkelanjutan.

#### Daftar Pustaka

- [1] SNIA, “Real World Workloads.”
- [2] K. Boyer, “Workload analysis: Definition + step-by-step process.”
- [3] D. C. Dewi, “Analisa Beban Kerja Mental Operator Mesin Menggunakan Metode Nasa Tlx Di Ptjl,” *J. Ind. View*, vol. 2, no. 2, pp. 20–28, 2020, doi: 10.26905/4881.
- [4] E. Kristinanda, R. Rahmahwati, and Suja, “INTEGRATE : Industrial Engineering and Management System PENGUKURAN BEBAN KERJA MENTAL DAN FISIK DI DEALER HONDA VETERAN PONTIANAK UNTUK MENGURANGI KELELAHAN KERJA MEKANIK MENGGUNAKAN METODE NASA-TLX DAN CVL,” vol. 8, no. 2, pp. 270–279, 2024.
- [5] R. Ervil and A. Fadli, “Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Mental Menggunakan Metode Cvl (Cardiovascular Load) Dan Nasa-Tlx (National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index),” *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol.*

*Ind.*, vol. 22, no. 1, p. 177, 2022, doi: 10.36275/stsp.v22i1.485.

- [6] M. K. Kallioniemi, H. R. Kymäläinen, J. Kaseva, and E. Katajamäki, “Workload in wood harvesting and among transportation professionals — A study based on survey research in Finland,” *For. Policy Econ.*, vol. 178, no. March, 2025, doi: 10.1016/j.forpol.2025.103530.
- [7] N. Akyurt, W. Elshami, and H. O. Tekin, “Radiographers workload and workforce availability in radiology units during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study,” *J. Radiat. Res. Appl. Sci.*, vol. 18, no. 3, p. 101762, 2025, doi: 10.1016/j.jrras.2025.101762.
- [8] K. C. Lee *et al.*, “Perceptions of Service Workload Among United States Pharmacy Faculty and Administrators: A Focus Group Study,” *Am. J. Pharm. Educ.*, vol. 89, no. 5, p. 101407, 2025, doi: 10.1016/j.ajpe.2025.101407.
- [9] L. Hu, X. Yan, and Y. Yuan, “Study on the evaluation method of pilot workload in eVTOL aircraft operation,” *Heliyon*, vol. 10, no. 18, p. e37970, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e37970.
- [10] S. Novie and Heru Prastawa, “Ergonomics in Work Organization,” *Doc-Pak.Undip.Ac.Id*, 2020.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, 28th ed. Bandung: Alfabeta, 2021.
- [12] P. Pandey and M. M. Pandey, *RESEARCH METHODOLOGY: TOOLS AND TECHNIQUES*, 1st ed. Romania, European Union: Bridge Center, 2015. doi: 10.4324/9781315052649-15.
- [13] P. J. Durlach, J. L. Neumann, and L. D. Bowens, “12. Evaluation of a Touch Screen-Based Operator Control Interface for Training and Remote Operation of a Simulated Micro-Uninhabited Aerial Vehicle,” *Adv. Hum. Perform. Cogn. Eng. Res.*, vol. 7, pp. 165–177, 2006, doi: 10.1016/S1479-3601(05)07012-8.
- [14] Tarwaka, *Ergonomi Industri : Dasar Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja Edisi Revisi II*, II. HARAPAN PRESS, 2019.
- [15] N. Khairunnisa and H. Prastawa, “Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Nasa-Task Load Index Pada Mesin Napkin Tissue Manual PT The Univenus Serang,” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 12, no. 4, pp. 1–6, 2023.
- [16] A. H. Zahra and H. Prastawa, “Pengukuran Beban Kerja Mental Menggunakan Metode Nasa – Task Load Index Pada Karyawan Pt . Pln ( Persero ) Unit Layanan Pelanggan Semarang Tengah,” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 12, no. 3, 2023.
- [17] J. F. García-Gavilán *et al.*, “U-Shaped Association between Dietary Acid Load and Risk of Osteoporotic Fractures in 2 Populations at High Cardiovascular Risk,” *J. Nutr.*, vol. 151, no. 1, pp. 152–161, 2021, doi: 10.1093/jn/nxaa335.
- [18] C. M. DeLucia, D. Tavoian, D. R. Debonis, E. Wyatt Snell, S. M. Schwyhart, and E. F. Bailey, “A short course of high-resistance, low-volume breathing exercise extends respiratory endurance and blunts cardiovascular responsiveness to constant load respiratory testing in healthy young adults,” *Respir. Physiol. Neurobiol.*, vol. 307, no. September 2022, p. 103974, 2023, doi: 10.1016/j.resp.2022.103974.



- [19] D. M. R, S. Kuwelkar, and R. Sivakumar, "An hybrid technique for optimized clustering of EHR using binary particle swarm and constrained optimization for better performance in prediction of cardiovascular diseases," *Meas. Sensors*, vol. 25, no. October 2022, p. 100577, 2023, doi: 10.1016/j.measen.2022.100577.
- [20] M. Dias *et al.*, "Cardiovascular Load assessment in the workplace: A systematic review," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 96, no. May, 2023, doi: 10.1016/j.ergon.2023.103476.
- [21] T. Robertson, M. Benzeval, E. Whitley, and F. Popham, "The role of material, psychosocial and behavioral factors in mediating the association between socioeconomic position and allostatic load (measured by cardiovascular, metabolic and inflammatory markers)," *Brain. Behav. Immun.*, vol. 45, pp. 41–49, 2015, doi: 10.1016/j.bbi.2014.10.005.
- [22] D. Muhajir, F. Mahananto, and N. A. Sani, "Stress level measurements using heart rate variability analysis on android based application," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 197, no. 2021, pp. 189–197, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.12.200.
- [23] F. Yuamita and R. A. Sary, "Usulan Perancangan Alat Bantu Untuk Meminimalisir Kelelahan Fisik dan Mental Pekerja," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, p. 127, 2017, doi: 10.23917/jiti.v15i2.2424.
- [24] Y. B. Kurata, R. M. L. P. Bano, and A. C. Matias, "Effects of Workload on Academic Performance among Working Students in an Undergraduate Engineering Program," *Procedia Manuf.*, vol. 3, no. Ahfe, pp. 3360–3367, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.497.
- [25] G. A. Tuckwell, C. C. Gupta, G. E. Vincent, C. Vandelanotte, M. J. Duncan, and S. A. Ferguson, "Calibrated to drive: Measuring self-assessed driving ability and perceived workload after prolonged sitting and sleep restriction," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 202, no. July 2023, p. 107609, 2024, doi: 10.1016/j.aap.2024.107609.
- [26] S. Widodo, "Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dengan Menggunakan Pendekatan Fisiologis," 2008.
- [27] E. D. Mei, "PENGARUH BEBAN KERJA TERHADAP DENYUT NADI TENAGA KERJA DI BAGIAN MEKANIK DI PT. INDO ACIDATAMA. Tbk. KEMIRI, KEBAKKRAMAT, KARANGANYAR," 2010.
- [28] E. Babaei, T. Dingler, B. Tag, and E. Velloso, "Should we use the NASA-TLX in HCI? A review of theoretical and methodological issues around Mental Workload Measurement," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 201, no. April, p. 103515, 2025, doi: 10.1016/j.ijhcs.2025.103515.
- [29] S. Said *et al.*, "Validation of the raw national aeronautics and space administration task load index (NASA-TLX) questionnaire to assess perceived workload in patient monitoring tasks: Pooled analysis study using mixed models," *J. Med. Internet Res.*, vol. 22, no. 9, pp. 1–13, 2020, doi: 10.2196/19472.
- [30] P. Ø. Braarud, "Investigating the validity of subjective workload rating (NASA TLX) and subjective situation awareness rating (SART) for cognitively complex human-machine work," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 86, no. October, 2021, doi: 10.1016/j.ergon.2021.103233.

