

Pengukuran Beban Kerja Mental dan Fisik Menggunakan Metode NASA-TLX dan *Cardiovascular Load* Pada Teknisi Lapangan PT PLN Nusantara Power Umro UPHK Medan

Measurement of Mental and Physical Workload Using the NASA-TLX and Cardiovascular Load Methods on Field Technicians at PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan

Fakhri Anhar^{a,1}, Nita Marikena^{b,2}

^{a,b}Program Studi Teknik Industri, Universitas Potensi Utama, KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No. 3A, Medan, 20241, Indonesia

fakhrianhar684@gmail.com¹, nitamarikena77@gmail.com²

ABSTRAK

Industri ketenagalistrikan memiliki peran strategis dalam menjaga keberlangsungan sistem energi nasional, di mana teknisi lapangan berperan penting dalam pemeliharaan dan perbaikan instalasi listrik. Tingginya tuntutan pekerjaan berpotensi menimbulkan beban kerja mental dan fisik yang dapat memengaruhi keselamatan, kesehatan, serta produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur beban kerja mental menggunakan metode NASA Task Load Index (NASA-TLX) dan beban kerja fisik dengan metode Cardiovascular Load (CVL) pada teknisi lapangan PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif terhadap 10 teknisi lapangan melalui kuesioner, observasi, wawancara, dan pengukuran denyut nadi. Hasil pengolahan data NASA-TLX menunjukkan nilai rata-rata *Weighted Workload* (WWL) sebesar 74,34, yang termasuk kategori beban kerja mental tinggi. Dimensi dominan yang berkontribusi adalah *Effort* (18,69%), *Mental Demand* (16,92%), dan *Temporal Demand* (16,57%). Sementara itu, hasil perhitungan CVL menunjukkan sebagian besar teknisi berada pada kategori beban kerja fisik ringan (<30%), namun terdapat beberapa responden dengan nilai CVL di atas 30% yang tergolong sedang, terutama akibat aktivitas fisik intensif dan posisi kerja yang kurang ergonomis. Penelitian ini menyarankan langkah perbaikan berupa penambahan personel pada periode beban puncak, pengaturan ulang jadwal kerja, penerapan *micro-break*, penyediaan alat bantu angkat, serta pelatihan manajemen waktu dan ergonomi. Dengan demikian, diharapkan dapat menurunkan beban kerja mental dan fisik, sekaligus meningkatkan keselamatan serta produktivitas teknisi lapangan.

Kata Kunci : beban kerja, NASA-TLX, Cardiovascular Load, ergonomi, teknisi lapangan.

ABSTRACT

The electricity industry plays a strategic role in maintaining the continuity of the national energy system, with field technicians serving as key personnel in the maintenance and repair of electrical installations. The high demands of this work potentially create mental and physical workloads that may affect safety, health, and productivity. This study aims to measure mental workload using the NASA Task Load Index (NASA-TLX) method and physical workload with the Cardiovascular Load (CVL) method among field technicians at PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan. The research employed a descriptive quantitative approach involving 10 field technicians through questionnaires, observations, interviews, and heart rate measurements. Data analysis using NASA-TLX revealed an average *Weighted Workload* (WWL) score of 74.34, categorized as a high mental workload. The dominant contributing dimensions were *Effort* (18.69%), *Mental Demand* (16.92%), and *Temporal Demand* (16.57%). Meanwhile, CVL results showed that most technicians fell into the light physical workload category (<30%), though several respondents exceeded 30%, categorized as moderate, primarily due to intensive physical activity and less ergonomic working positions. The study suggests improvements such as adding personnel during peak workload periods, rescheduling work shifts, implementing *micro-breaks*, providing lifting aids, and offering training in time management and ergonomics. These measures are expected to reduce both mental and physical workload while enhancing the safety and productivity of field technicians.

Keywords : Workload, NASA-TLX, Cardiovascular Load, Ergonomics, field technicians.

Info Artikel

Disubmit: 12 September 2025

Direview: 16 Oktober 2025

Diterima: 13 November 2025

Copyright © 2025 – senadimu. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Industri ketenagalistrikan memiliki peran krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional dan kesejahteraan masyarakat. Dalam sektor ini, teknisi lapangan memegang tanggung jawab penting dalam menjaga keberlangsungan operasional sistem kelistrikan, khususnya dalam pemeliharaan dan perbaikan instalasi listrik. Namun, dalam pelaksanaan tugasnya, teknisi seringkali dihadapkan pada beban kerja yang tinggi, baik secara fisik maupun mental. Beban kerja yang tidak sesuai dengan kapasitas individu dapat berdampak negatif terhadap kesehatan, keselamatan, dan produktivitas kerja.

Beban kerja adalah perbedaan antara kapasitas seseorang dan tuntutan pekerjaan yang diterima. Jika beban kerja melebihi kemampuan individu, maka dapat memunculkan stres kerja, kelelahan, hingga risiko kecelakaan kerja[1]. Dalam konteks ini, pengukuran beban kerja menjadi aspek penting dalam penerapan ergonomi dan manajemen sumber daya manusia, terutama dalam lingkungan kerja berisiko tinggi seperti pada PT PLN Nusantara Power Umro UPHK Medan.

PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan merupakan unit pelaksana yang berada di bawah naungan subholding PT PLN Nusantara Power, dengan tanggung jawab utama dalam kegiatan pemeliharaan dan perbaikan pembangkit listrik di wilayah Sumatera Utara. Dalam pelaksanaan tugasnya, teknisi lapangan beroperasi pada lingkungan kerja yang dinamis dan memiliki tingkat risiko tinggi, yang menuntut ketelitian serta kecepatan dalam penyelesaian pekerjaan. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan peningkatan beban kerja baik dari aspek fisik maupun mental. Beban kerja fisik muncul akibat aktivitas lapangan yang berat, berulang, dan dilakukan dalam kondisi lingkungan yang menantang seperti suhu ekstrem atau area terbatas. Sementara itu, beban kerja mental dipengaruhi oleh tekanan waktu, tanggung jawab terhadap sistem ketenagalistrikan yang krusial, serta tuntutan kognitif dalam pengambilan keputusan secara cepat dan tepat. Apabila beban kerja tersebut tidak diukur dan dikelola dengan baik, maka dapat berdampak pada penurunan performa kerja, meningkatnya tingkat kelelahan, serta bertambahnya potensi terjadinya kecelakaan kerja.

Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya dilaksanakan evaluasi terhadap beban kerja yang dialami oleh teknisi, guna memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai sejauh mana beban kerja fisik dan mental berpengaruh terhadap keberlangsungan serta keselamatan kerja mereka. Evaluasi beban kerja dapat ditinjau dari dua dimensi utama, yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik dapat dianalisis melalui indikator fisiologis, salah satunya *Cardiovascular Load (CVL)*, yang merepresentasikan tingkat peningkatan denyut jantung sebagai respons tubuh terhadap aktivitas kerja. Di sisi lain, beban kerja mental dapat diukur menggunakan pendekatan subjektif seperti *NASA Task Load Index (NASA-TLX)*, yang menilai persepsi individu terhadap berbagai dimensi tuntutan kerja mental, termasuk tuntutan tugas, performa, serta tingkat frustrasi yang dialami selama pelaksanaan pekerjaan.

Pengaruh penggunaan metode *Cardiovascular Load (CVL)* dalam mengukur beban kerja fisik memanfaatkan indikator denyut jantung sebagai representasi respons fisiologis tubuh terhadap aktivitas kerja. Dengan mengamati perubahan denyut jantung selama bekerja, peneliti dapat mengidentifikasi tingkat beban fisik yang dialami operator. Pendekatan ini penting karena mampu memberikan gambaran objektif mengenai tuntutan fisik pekerjaan, terutama pada aktivitas berat dan berulang[2].

Penggunaan metode NASA-TLX karena mampu mengukur enam dimensi utama beban kerja mental secara subjektif, termasuk tuntutan mental, fisik, temporal, performa, usaha, dan frustrasi. Melalui pendekatan ini, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai persepsi individu terhadap tekanan kerja yang dihadapi, sehingga dapat digunakan untuk menilai apakah beban kerja tersebut masih berada dalam batas wajar atau berisiko[3].

Mengacu pada pentingnya evaluasi terhadap beban kerja mental dan fisik yang dialami oleh teknisi lapangan, serta kebutuhan akan data objektif dan subjektif sebagai dasar perbaikan kondisi kerja yang ergonomis, penelitian ini difokuskan pada pengukuran beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX dan beban kerja fisik menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) pada teknisi lapangan PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan. Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai tingkat beban kerja yang dihadapi oleh teknisi, serta menghasilkan rekomendasi strategis dalam perancangan kondisi kerja yang lebih ergonomis, aman, dan efisien.

A. Ergonomi

Ergonomi adalah cabang ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan komponen lain dalam suatu sistem untuk menciptakan desain yang optimal, dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia serta kinerja keseluruhan sistem, terutama dalam konteks proses pembelajaran[4]. Beberapa manfaat ergonomi antara lain[5]:

- Mengurangi risiko terkena penyakit.
- Meningkatkan produktivitas.
- Meningkatkan kenyamanan.
- Mencegah stres dan beban kognitif yang berlebihan.
- Memberikan rekomendasi untuk waktu istirahat, relaksasi, dan peregangan.

B. Beban Kerja

Beban kerja diartikan sebagai kumpulan atau sejumlah aktivitas yang wajib diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau individu pemegang jabatan dalam rentang waktu tertentu. Dalam konteks manajemen sumber daya manusia, alokasi beban kerja harus disesuaikan dengan kompetensi serta kapabilitas karyawan. Ketidaksesuaian antara beban kerja dan kemampuan individu berpotensi menimbulkan permasalahan yang dapat berdampak negatif terhadap kinerja karyawan di masa yang akan datang[6].

Beban kerja mental merupakan jenis beban kerja yang berkaitan dengan aktivitas kognitif atau proses berpikir dalam menjalankan suatu tugas. Ketika aktivitas kerja berlangsung dalam durasi yang panjang dan dengan intensitas tinggi, kondisi tersebut dapat menimbulkan kelelahan mental yang berpengaruh terhadap konsentrasi, ketelitian, dan kemampuan pengambilan keputusan. Secara fisiologis, aktivitas mental sering kali dianggap memiliki tuntutan energi yang lebih rendah dibandingkan pekerjaan fisik karena tidak melibatkan gerakan otot yang signifikan. Namun, dalam praktiknya, beban mental dapat memberikan tekanan yang lebih besar, terutama ketika seseorang dihadapkan pada kompleksitas tugas, tanggung jawab tinggi, atau tekanan waktu yang ketat. Adapun beberapa faktor lingkungan kerja yang berpotensi menimbulkan beban kerja mental antara lain:

- Harus tetap menjaga kewaspadaan tinggi dalam jangka waktu yang lama.
- Pengambilan keputusan yang melibatkan tanggung jawab besar.
- Pekerjaan yang monoton yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi.
- Kurangnya interaksi dengan orang lain.

Beban kerja fisik adalah beban yang dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan, seperti memengaruhi sistem fungsi tubuh, jantung, pernapasan, serta organ indera seseorang, yang dipengaruhi oleh kondisi pekerjaan. Indikator dari beban fisik meliputi: beban fisik fisiologis dan beban fisik biomekanika.

C. NASA-TLX

NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) adalah metode subjektif yang digunakan untuk mengukur beban kerja mental seseorang dalam menyelesaikan tugas. Metode ini dikembangkan oleh Hart dan Staveland pada tahun 1988 di Ames Research Center, NASA. NASA-TLX menilai beban kerja berdasarkan enam dimensi, yaitu:

- *Mental Demand* (tuntutan mental): sejauh mana tugas memerlukan aktivitas kognitif seperti berpikir, mengingat, atau membuat keputusan.
- *Physical Demand* (tuntutan fisik): sejauh mana tugas membutuhkan usaha fisik.
- *Temporal Demand* (tuntutan waktu): sejauh mana tugas dilakukan dalam tekanan waktu atau kecepatan.
- *Performance* (kinerja): penilaian subjektif terhadap keberhasilan menyelesaikan tugas.
- *Effort* (upaya): jumlah tenaga dan usaha yang dikeluarkan untuk menyelesaikan tugas.
- *Frustration Level* (tingkat frustrasi): sejauh mana perasaan tidak nyaman, stres, atau kesal selama pelaksanaan tugas.

Setiap dimensi dinilai pada skala 0–100, kemudian digabungkan untuk menghasilkan skor akhir beban kerja mental. Dalam aplikasinya, NASA-TLX telah banyak digunakan dalam penelitian ergonomi, *human factors*, dan pengembangan antarmuka sistem kerja.

Skor akhir diperoleh dengan mengalikan skor setiap dimensi dengan bobotnya, kemudian menjumlahkan hasilnya dan membaginya dengan jumlah total bobot (biasanya 15). Rumusnya sebagai berikut:

$$\text{NASA – TLX Score} = \frac{\sum(\text{Score} \times \text{Bobot})}{\text{Jumlah Bobot}} \dots \dots \dots (1)$$

Hasil akhir NASA-TLX dinyatakan dalam bentuk angka antara 0 hingga 100. Semakin tinggi skor, semakin besar beban kerja mental yang dirasakan. Skor > 60 biasanya dianggap menunjukkan beban kerja tinggi yang perlu mendapat perhatian manajerial atau ergonomis.

D. Cardiovascular load (CVL)

Cardiovascular Load (CVL) diukur dengan memantau denyut nadi. Salah satu perangkat yang umum digunakan untuk mengukur denyut nadi adalah Oximeter. Namun, apabila perangkat tersebut tidak tersedia, pengukuran dapat dilakukan secara manual menggunakan stopwatch dengan menerapkan metode 10 denyut. Metode ini memungkinkan perhitungan denyut nadi dengan cara yang dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi (nadi/menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \dots \dots \dots (2)$$

Denyut nadi yang digunakan untuk memperkirakan indeks beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- Denyut nadi istirahat: Merupakan rata-rata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
- Denyut nadi kerja: Merupakan rata-rata denyut nadi selama proses kerja berlangsung.
- Nadi kerja: Adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Hasil dari pengukuran denyut nadi tersebut disebut sebagai denyut nadi kerja. Nilai CVL (*Cardiovascular Load*) atau beban kardiovaskular (% CVL) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots \dots \dots (3)$$

Denyut nadi maksimum dihitung dengan rumus $(220 - \text{usia})$ untuk pria dan $(200 - \text{usia})$ untuk wanita. Setelah perhitungan % CVL dilakukan, hasilnya dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditentukan berikut[7]:

- $< 30\%$ = Tidak terjadi kelelahan
- $30\% - < 60\%$ = Diperlukan perbaikan
- $60\% - < 80\%$ = Kerja dalam waktu singkat
- $80\% - < 100\%$ = Diperlukan tindakan segera
- 100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas

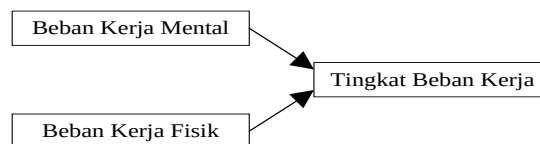
2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan tujuan untuk mengukur serta menggambarkan tingkat beban kerja mental dan fisik yang dialami oleh teknisi lapangan di PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memberikan kemampuan bagi peneliti untuk memperoleh data yang bersifat objektif dan terukur melalui penggunaan instrumen penelitian yang telah terstandarisasi. Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk menguji hipotesis dan menarik kesimpulan berdasarkan data numerik yang dianalisis secara statistik, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah[8].

Jenis penelitian ini termasuk dalam kategori deskriptif, yang bertujuan untuk memaparkan fenomena atau karakteristik objek penelitian secara sistematis, faktual, dan akurat. Penelitian deskriptif berperan dalam memberikan gambaran yang komprehensif mengenai suatu kondisi atau gejala tertentu berdasarkan data yang diperoleh dari keadaan sebenarnya, sehingga hasilnya dapat merepresentasikan situasi yang terjadi secara objektif[9].

A. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual adalah model hubungan antar variabel yang menjadi dasar penelitian, menjelaskan bagaimana variabel-variabel tersebut saling berkaitan secara teoritis. Kerangka ini merupakan representasi visual atau tertulis dari hubungan konsep-konsep yang diteliti[10]. Berikut adalah kerangka konseptual yang diterapkan pada penelitian ini:



Gambar 1. Kerangka Konseptual

Pada Gambar 1 yang merupakan variabel independen adalah variabel yang memengaruhi atau menjadi penyebab perubahan variabel lain. Dalam penelitian ini, variabel independennya beban kerja fisik dan beban kerja mental. Sedangkan variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen. Dalam penelitian ini, variabel dependennya Tingkat beban kerja.

B. Teknik Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data analisis adalah sebagai berikut:

- Metode NASA-TLX:
 - Pemberian bobot terhadap masing-masing dimensi (*mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration*).
 - Perhitungan skor rata-rata tertimbang (*weighted workload*) berdasarkan skor tiap dimensi dan bobotnya.

- Kalkulasi skor total beban kerja mental.
- Metode *Cardiovascular Load* (CVL):
 - Menghitung persentase CVL.
 - Menentukan kategori beban kerja fisik berdasarkan hasil perhitungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung serta penyebaran kuesioner NASA-TLX untuk mengukur tingkat beban kerja mental, dan pengukuran denyut jantung untuk analisis beban kerja fisik menggunakan metode CVL. Dalam pengisian kuesioner, responden diminta menentukan salah satu dari dua dimensi yang dianggap lebih dominan memberikan kontribusi terhadap beban kerja mental karyawan. Instrumen kuesioner disusun dalam bentuk perbandingan berpasangan sebanyak 15 kombinasi. Hasil dari kuesioner tersebut kemudian direkapitulasi dalam bentuk jumlah *tally* untuk setiap indikator, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuesioner Perbandingan NASA-TLX

Responden	MD	PD	TD	P	E	F	Total
Simon	4	2	3	1	4	1	15
Reza	3	3	4	1	3	1	15
Dedi	2	1	3	2	5	2	15
Yoga	5	2	4	0	3	1	15
Ricky	2	4	3	2	3	1	15
Efandi	3	2	2	2	4	2	15
Haris	4	3	3	1	3	1	15
Rendy	3	2	4	2	3	1	15
Mirwan	5	2	4	1	2	1	15
Anggoro	2	3	3	2	4	1	15

Responden diminta memberikan penilaian dalam skala 0–100 terhadap enam dimensi beban kerja mental yang dirasakan selama pelaksanaan pekerjaan. Nilai yang diberikan mencerminkan tingkat persepsi individu terhadap masing-masing dimensi beban kerja. Hasil penilaian tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pemberian Rating Skala 1-100 Kuesioner NASA-TLX

Responden	MD	PD	TD	P	E	F
Simon	75	60	70	80	85	50
Reza	80	65	75	78	88	55
Dedi	70	55	68	82	80	48
Yoga	85	70	80	85	90	60
Ricky	78	62	73	80	84	52
Efandi	72	58	65	78	82	50
Haris	76	63	70	80	85	55
Rendy	74	60	72	82	83	54
Mirwan	82	68	78	85	88	58
Anggoro	77	64	71	81	86	53

Denyut nadi diukur saat subjek melakukan aktivitas kerja, karena peningkatan frekuensi denyut nadi mencerminkan peningkatan laju metabolisme tubuh. Jantung berperan sebagai pompa yang memompa darah secara ritmis ke dalam arteri, sehingga menghasilkan tekanan darah yang dapat dirasakan sebagai denyutan. Pengukuran denyut nadi dapat dilakukan secara sederhana dengan meraba detak arteri pada pergelangan tangan. Hasil pengukuran denyut nadi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengukuran Denyut Nadi

Responden	Usia (th)	DNI (Istirahat)	DNK (Kerja)
Simon	25	7,5	5,0
Reza	27	5,5	4,7
Dedi	29	5	4,4
Yoga	31	5,8	4,9
Ricky	34	6,5	5,0
Efandi	36	5,8	4,6
Haris	38	6,4	5,2
Rendy	40	7,2	5,4
Mirwan	42	5,0	4,5
Anggoro	44	5,4	4,8

Penyebaran kuesioner dilakukan sebagai metode pengumpulan data menggunakan NASA-TLX, yang bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat beban kerja mental melalui proses pembobotan dan penilaian terhadap enam dimensi beban kerja. Penelitian ini melibatkan sepuluh karyawan yang bekerja di PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan sebagai responden. Hasil penilaian masing-masing responden disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekap Beban Karyawan

Responden	MD (b×r)	PD (b×r)	TD (b×r)	P (b×r)	E (b×r)	F (b×r)	Weighted Sum	WWL
Simon	300	120	210	80	340	50	1100	73,33
Reza	240	195	300	78	264	55	1132	75,47
Dedi	140	55	204	164	400	96	1059	70,6
Yoga	425	140	320	0	270	60	1215	81
Ricky	156	248	219	160	252	52	1087	72,47
Efandi	216	116	130	156	328	100	1046	69,73
Haris	304	189	210	80	255	55	1093	72,87
Rendy	222	120	288	164	249	54	1097	73,13
Mirwan	410	136	312	85	176	58	1177	78,47
Anggoro	154	192	213	162	344	53	1118	74,53

Penjelasan perhitungan saya memilih responden Simon sebagai contoh perhitungan.

$$MD = 75 \times 4 = 300$$

$$PD = 60 \times 2 = 120$$

$$TD = 70 \times 3 = 210$$

$$P = 80 \times 1 = 80$$

$$E = 85 \times 4 = 340$$

$$F = 50 \times 1 = 50$$

$$\text{Weighted Sum} = 300 + 120 + 210 + 80 + 340 + 50 = 1100$$

$$WWL = \frac{1100}{15} = 73,33$$

Nilai klasifikasi data berdasarkan rata-rata *weight workload* yang diperoleh dari karyawan ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi Beban Kerja Mental Berdasarkan NASA-TLX

Responden	WWL	Kategori Beban Kerja
Simon	73,33	Tinggi
Reza	75,47	Tinggi
Dedi	70,6	Tinggi
Yoga	81	Tinggi
Ricky	72,47	Tinggi
Efandi	69,73	Tinggi
Haris	72,87	Tinggi

Rendy	73,13	Tinggi
Mirwan	78,47	Tinggi
Anggoro	74,53	Tinggi

Perbandingan elemen dari hasil pengolahan data menggunakan metode NASA-TLX dilakukan untuk mengidentifikasi aspek yang paling dominan dialami oleh PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan. Analisis ini didasarkan pada penjumlahan skor setiap aspek guna mengetahui faktor yang paling memengaruhi tingginya beban kerja mental. NASA-TLX memakai dua jenis data yang kita ambil dari responden yaitu:

1. Rating (0–100)
 - a. Diisi langsung oleh responden pada kuesioner.
 - b. Menggambarkan seberapa berat beban kerja yang dirasakan pada tiap aspek
 - c. Contoh: Untuk MD, responden memberi nilai 80 artinya beban mentalnya tinggi.
2. Bobot (Weight)
 - a. Didapat dari perbandingan berpasangan antar aspek (pairwise comparison).
 - b. Responden membandingkan dua aspek, memilih mana yang lebih berpengaruh terhadap beban kerja.
 - c. Total pasangan untuk 6 aspek yaitu 15 pasangan (rumus: $n(n-1)/2 \rightarrow 6 \times 5/2 =$

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$$
 - d. Nilai bobot tiap aspek = jumlah aspek itu terpilih / total pasangan (15).
 - e. Nilai ini bukan persen dulu, tapi angka mentah, misalnya MD = 3,3.

Nilai untuk masing-masing indikator disajikan perhitungan perbandingan elemen skor NASA-TLX berikut:

1. Perhitungan bobot rata-rata tiap aspek
 Data perbandingan pasangan untuk 10 responden dan setiap responden dapat memilih MD 0–5 kali dari 15 perbandingan.
 - a. Total pemilihan MD oleh semua responden adalah 33 kali
 - b. Rata – Rata Bobot MD = $\frac{33}{10} = 3,3$
 Berikut rekapitulasi bobot rata-rata tiap aspek.

Tabel 6. Rekapitulasi Bobot Rata-rata Tiap Aspek

Aspek	Rata-rata Bobot	Persentase Kepentingan (%)
MD	3,3	22%
PD	2,4	16%
TD	3,3	22%
P	1,4	9%
E	3,4	23%
F	1,2	8%
Total	15	100%

2. Perhitungan rata-rata rating
 Rating tiap aspek diperoleh dari jawaban skala 0–100 pada kuesioner NASA-TLX. Misal untuk MD:
 - a. Responden memberi rating: 80, 75, 70, 85, ... dst.
 - b. Jumlahkan semua rating MD yaitu 769 dari 10 responden.
 - c. Rata – Rata Rating MD = $\frac{769}{10} = 76,9$
 - d. Berikut rekapitulasi rating rata-rata tiap aspek.

Tabel 7. Rata-Rata Rating Tiap Aspek

Aspek	Rata-rata Rating
-------	------------------

MD	76,9
PD	62,5
TD	72,2
P	81,1
E	85,1
F	53,5

3. *Weighted Workload* (WWL)

NASA-TLX menggabungkan bobot dan rating untuk menghitung kontribusi tiap aspek terhadap total beban kerja.

- Bobot aspek dari perbandingan pasangan (misal MD = 3,3)
- Rating aspek dari kuesioner (misal MD = 76,9)
- Total Bobot = 15 (tetap)
- Faktor $\times 100$ digunakan agar hasil dalam persen (%)
- $WWL_{MD} = \frac{3,3 \times 76,9}{15} \times 100 = 16,92 \%$

Tabel 8. Perhitungan *Weighted Workload* (WWL) Tiap Aspek

Aspek	Bobot	Rating	WWL (%)
MD	3,3	76,9	16,92
PD	2,4	62,5	10
TD	3,3	72,2	15,88
P	1,4	81,1	7,57
E	3,4	85,1	19,29
F	1,2	53,5	4,28
Total	15	—	73,94

Aspek *Effort* (E) teridentifikasi sebagai faktor yang paling dominan dengan kontribusi sebesar 19,29% terhadap total *Weighted Workload* (WWL). Dimensi Mental Demand (MD) dan Temporal Demand (TD) menempati urutan berikutnya, masing-masing memberikan kontribusi sekitar 15–17%. Sementara itu, dimensi Frustration (F) menunjukkan kontribusi paling rendah, yaitu 4,28%, yang mengindikasikan bahwa meskipun tingkat beban kerja secara keseluruhan tergolong tinggi, tingkat frustrasi responden relatif rendah dibandingkan dimensi lainnya. Rata-rata total WWL dari seluruh responden tercatat sebesar 73,94, yang dikategorikan sebagai beban kerja tinggi.

Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner NASA-TLX terhadap 10 teknisi lapangan PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan, diketahui bahwa dimensi *Mental Demand* (MD), *Effort* (E), dan *Temporal Demand* (TD) merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi beban kerja mental. Dimensi *Mental Demand* memiliki frekuensi tertinggi, menunjukkan bahwa pekerjaan teknisi menuntut tingkat konsentrasi dan ketelitian yang tinggi. Faktor *Effort* menempati posisi kedua, mencerminkan perlunya energi mental besar untuk mempertahankan kinerja, sedangkan *Temporal Demand* menggambarkan tekanan waktu dalam penyelesaian tugas, terutama saat menghadapi kondisi darurat di lapangan.

Secara keseluruhan, hasil pembobotan menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kategori beban kerja mental tinggi, yang dipengaruhi oleh karakteristik pekerjaan *multitasking*, lingkungan kerja yang dinamis, serta keterbatasan sumber daya manusia. Untuk mengatasi hal tersebut, disarankan penerapan strategi manajemen kerja, antara lain: penambahan personel pada periode beban puncak, pengaturan ulang jadwal kerja dan pembagian *shift* yang proporsional, pelatihan manajemen waktu, serta pemanfaatan teknologi pendukung guna meningkatkan efisiensi dan menurunkan tekanan kerja mental.

Pengukuran beban kerja fisik pada teknisi lapangan PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan dilakukan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL). Pengukuran mencakup pencatatan denyut

nadi karyawan saat beristirahat dan saat bekerja. Metode ini dipilih karena praktis, tidak memerlukan peralatan yang rumit, serta aman dan tidak menimbulkan ketidaknyamanan bagi karyawan yang diperiksa. Sebagai contoh, perhitungan menggunakan data karyawan bernama Simon adalah sebagai berikut:

1. Denyut Nadi Istirahat (DNI)

$$\text{DNI} = \frac{10}{7,5} \times 60 = 80 \text{ denyut/menit}$$
2. Denyut Nadi Kerja (DNK)

$$\text{DNK} = \frac{10}{5,0} \times 60 = 120 \text{ denyut/menit}$$
3. Denyut Nadi Maksimal (DN Maks)
 Denyut Nadi Maksimal, 220-umur jika untuk pria, 200 – umur jika untuk wanita.

$$\text{DN Maksimal} = 220 - \text{Usia} = 220 - 25 = 195 \text{ denyut/menit}$$
4. Nadi Kerja = DNK – DNI = 120 – 80 = 40

Nilai-nilai tersebut digunakan dalam perhitungan persentase CVL (%) untuk menentukan tingkat beban kerja fisik masing-masing karyawan, yang selanjutnya menjadi dasar analisis penentuan jumlah karyawan optimal.

Tabel 9. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Denyut Nadi

No	Responden	Usia (th)	DNI (denyut/menit)	DNK (denyut/menit)	DN Maks	Nadi Kerja
1	Simon	25	80	120	195	40
2	Reza	27	109,09	127,66	193	18,57
3	Dedi	29	120	136,36	191	16,36
4	Yoga	31	103,45	122,45	189	19
5	Ricky	34	92,31	120	186	27,69
6	Efandi	36	103,45	130,43	184	26,99
7	Haris	38	93,75	115,38	182	21,63
8	Rendy	40	83,33	111,11	180	27,78
9	Mirwan	42	120	133,33	178	13,33
10	Anggoro	44	111,11	125	176	13,89

Setelah diperoleh data denyut nadi istirahat (DNI), denyut nadi kerja (DNK), dan denyut nadi maksimal (DNmax), langkah selanjutnya adalah menghitung persentase *Cardiovascular Load* (%CVL). Perhitungan ini bertujuan untuk menunjukkan tingkat beban kerja fisik yang dialami oleh karyawan, dengan cara membandingkan peningkatan denyut nadi selama aktivitas kerja terhadap kapasitas denyut nadi maksimal. Nilai %CVL yang diperoleh dari masing-masing responden kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori tingkat beban kerja fisik yang telah ditetapkan. Berikut perhitungan %CVL atas nama karyawan Simon adalah sebagai berikut:

1. DNK = 120 denyut/menit
 2. DNI = 80 denyut/menit
 3. DN Maks = 220 – umur (25 tahun) = 195 denyut/menit
- $$\%CVL = \frac{(\text{DNK} - \text{DNI})}{(\text{DN}_{\text{Maks}} - \text{DNI})} \times 100\%$$
- $$\%CVL = \frac{(120 - 80)}{(195 - 80)} \times 100\% = 34,78 \%$$

Berdasarkan klasifikasi %CVL menurut Sritomo (1995), nilai CVL sebesar 20,72% menunjukkan bahwa

beban kerja fisik yang dialami tergolong sedang. Selanjutnya, berikut ini akan disajikan hasil perhitungan %CVL untuk masing-masing karyawan yang menjadi responden dalam penelitian ini:

Tabel 10. Hasil Rekapitulasi Perhitungan CVL

No	Responden	Usia	DNI (dpm)	DNK (dpm)	DN Maks	Nadi Kerja	CVL (%)
1	Simon	25	80	120	195	40	34,78
2	Reza	27	109,09	127,66	193	18,57	22,13
3	Dedi	29	120	136,36	191	16,36	23,04
4	Yoga	31	103,45	122,45	189	19	22,21
5	Ricky	34	92,31	120	186	27,69	29,55
6	Efandi	36	103,45	130,43	184	26,99	33,51
7	Haris	38	93,75	115,38	182	21,63	24,51
8	Rendy	40	83,33	111,11	180	27,78	28,74
9	Mirwan	42	120	133,33	178	13,33	22,98
10	Anggoro	44	111,11	125	176	13,89	21,41

Selanjutnya adalah mengkategorikan masing-masing pekerja berdasarkan nilai CVL.

1. $\leq 30\%$ → Rendah : Tidak terjadi kelelahan pada pekerja
2. $30 - 60\%$ → Sedang : Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
3. $> 60\%$ → Tinggi : Diperlukan perbaikan segera

Berikut ini adalah hasil rekapitulasinya:

Tabel 11. Klasifikasi Nilai % CVL Karyawan Beban Kerja Fisik

Responden	Usia (th)	%CVL	Kategori Beban Kerja Fisik
Simon	25	34,78 %	Sedang
Reza	27	22,13 %	Rendah
Dedi	29	23,05 %	Rendah
Yoga	31	22,21 %	Rendah
Ricky	34	29,56 %	Rendah
Efandi	36	33,5 %	Sedang
Haris	38	24,52 %	Rendah
Rendy	40	28,74 %	Rendah
Mirwan	42	22,99 %	Rendah
Anggoro	44	21,4 %	Rendah

Pengukuran beban kerja fisik dilakukan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dengan mencatat denyut nadi responden saat istirahat dan saat bekerja. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sebagian besar teknisi lapangan memiliki nilai %CVL di bawah 30%, yang tergolong dalam kategori rendah, menandakan bahwa pada kondisi kerja normal pekerja tidak mengalami kelelahan fisik yang signifikan.

Meskipun demikian, terdapat dua responden (Simon dengan nilai 34,78% dan Efandi dengan nilai 33,50%) yang termasuk dalam kategori sedang, sehingga diperlukan tindakan perbaikan meskipun belum bersifat mendesak. Kondisi ini umumnya terjadi ketika pekerja melakukan aktivitas dengan beban fisik tinggi, seperti mengangkat komponen berat, bekerja dalam posisi tidak ergonomis, atau terpapar lingkungan kerja yang menantang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa 8 responden (80%) berada pada kategori rendah, 2 responden (20%) berada pada kategori sedang, dan tidak ada yang masuk kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa beban kerja fisik secara umum masih terkendali.

Sebagai langkah pencegahan, disarankan penerapan strategi seperti rotasi pekerjaan untuk mencegah penumpukan beban fisik, penyediaan alat bantu kerja (misalnya *lifting tools* dan *trolley*), pengaturan waktu istirahat singkat (*micro-break*) guna memulihkan kondisi tubuh, serta pelatihan

ergonomi kerja untuk mengurangi risiko cedera akibat postur yang tidak tepat. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, beban kerja fisik teknisi lapangan diharapkan tetap berada pada tingkat aman, sehingga produktivitas dan kesehatan pekerja dapat terjaga secara optimal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, tingkat beban kerja mental teknisi lapangan PT PLN Nusantara Power UMRO UPHK Medan termasuk dalam kategori tinggi, dengan rata-rata nilai *Weighted Workload* (WWL) sebesar 74,34. Faktor yang paling berpengaruh adalah *Effort* (18,69%), diikuti oleh *Mental Demand* (16,92%) dan *Temporal Demand* (16,57%), yang menunjukkan bahwa pekerjaan teknisi menuntut konsentrasi tinggi, usaha mental signifikan, serta penyelesaian tugas dalam batas waktu ketat. Sementara itu, hasil pengukuran *Cardiovascular Load* (CVL) menunjukkan bahwa sebagian besar teknisi memiliki beban kerja fisik ringan (di bawah 30%), meskipun beberapa responden tergolong sedang akibat aktivitas fisik berat atau kondisi kerja yang kurang ergonomis.

Untuk menurunkan beban kerja berlebih, disarankan penerapan langkah-langkah perbaikan seperti penambahan personel pada periode beban puncak, pengaturan ulang jadwal kerja dan *shift*, serta rotasi tugas untuk pemerataan beban. Selain itu, pelatihan manajemen waktu dan ergonomi kerja, penyediaan alat bantu angkat dan fasilitas istirahat terjadwal, serta pemanfaatan teknologi digital untuk pencatatan dan inspeksi dapat meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi tekanan mental dan fisik, serta menjaga keselamatan dan produktivitas teknisi lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penyusunan karya tulis ini hingga selesai.

REFERENSI

- [1] Tarwaka, *Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Perancangan Sistem Kerja*. Surakarta: Harapan Press, 2021.
- [2] O. Sativa and M. Zeki, "Analisis Beban Kerja Fisik pada Operator Stasiun Perebusan Menggunakan Metode Fisiologi," *J. Ind. Samudra*, vol. 6, no. 1, pp. 26–31, 2025.
- [3] C. A. Pradhana, A. Farhan, A. Kusmayadi, and C. Irawan, "Pengukuran Beban Kerja Mental pada Bengkel Motor di Desa Pawidean dengan Metode NASA-TLX," *J. Tek. Mesin dan Mekatronika (Journal Mech. Eng. Mechatronics)*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2025.
- [4] J. R. Octavia *et al.*, "Panduan Ergonomi 'Learning From Home,'" 2020.
- [5] M. Yassierli, *Ergonomi: Teori dan aplikasi dalam desain kerja*. Bandung: Penerbit ITB, 2020.
- [6] M. A. Rohman and R. M. Ichsan, "Pengaruh Beban Kerja dan Stres Kerja terhadap Kinerja Karyawan PT Honda Daya Anugrah Mandiri Cabang Sukabumi: Manajemen Sumber Daya Manusia," *J. Mhs. Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–22, 2021.
- [7] D. Diniaty, "Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Operator Produksi Menggunakan Metode Cardiovascular Load (%CVL) dan NASA-TLX," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 734–744, 2016.
- [8] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, 2021.
- [9] M. Nazir, *Metode Penelitian*, 7th ed. Ghalia Indonesia, 2020.
- [10] Sugiyono, *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Edisi ke-4. Bandung: Alfabeta, 2022.

- [11] Anwar, A. A., & Yuamita, F. (2024). Pengukuran beban kerja fisik dan mental pada pekerja menggunakan metode Cardiovascular Load (CVL) dan NASA-TLX. *UTY Open Access*.
- [12] Arifiansyah, M. F., Widiastuti, R., & Ma'arif, S. (2024, May). ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL PEKERJA MENGGUNAKAN METODE CVL DAN NASA-TLX DI CV. PANELINDO. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Mahasiswa Teknik (SINLIMATEK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 64-74).
- [13] Ervil, R., & Fadli, A. (2022). 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*, 22(1), 177.
- [14] Fiagi, H. S., & Nurkertamanda, D. (2025). ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL MENGGUNAKAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD (% CVL) DAN KONSUMSI ENERGI, SERTA NASA-TASK LOAD INDEX (TLX)(STUDI KASUS: PT BIMUDA KARYA TEKNIK). *Industrial Engineering Online Journal*, 14(2).
- [15] Fikri, M., & Casban, C. (2022). Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Dengan Menggunakan Metode CVL DAN NASA-TLX Di Bagian Quality Control Perusahaan Pangan Bekasi. *Prosiding Semnastek*.
- [16] Gilang, G. M. F., & Yuamita, F. (2024). Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Mental Pada Pekerja Bagian Persiapan Produksi Menggunakan Metode CVL Dan Nasa TLX Di PT Mandiri Jogja Internasional. *Cosmic Jurnal Teknik*, 1(4), 155-164.
- [17] Putra, A. C., Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2024). Analisis Beban Kerja di Laboratorium Produksi PT. XYZ Dengan Metode CVL dan NASA-TLX. *Journal Serambi Engineering*, 9(1), 7739-7747.
- [18] Puyuhiyo, Z., Wolok, E., & Lahay, I. H. (2024). Pengukuran Beban Kerja Pekerja Di UD. Bintang Jaya Mandiri Menggunakan CVL Dan NASA-TLX. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 12(1), 56-66.