

# Evaluasi Beban Kerja Mental Pekerja *Turn Around* Menggunakan Metode NASA-TLX dan PVT-3 Pada Industri Pupuk

Ermi Kuserawati<sup>1</sup>, Adithya Sudiarno<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>2</sup> Program studi Rekayasa Keselamatan Proses, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jalan Raya ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

Email: [1ermaykuserawati@gmail.com](mailto:1ermaykuserawati@gmail.com), [2adithya.sudiarno@gmail.com](mailto:2adithya.sudiarno@gmail.com)

## ABSTRAK

Era Industri 4.0 menuntut peningkatan produktivitas dan efektivitas di berbagai sektor industri, termasuk dalam manajemen sumber daya manusia. Salah satu tantangan utama adalah meningkatnya tekanan kerja yang berdampak pada kelelahan fisik dan mental, terutama pada kegiatan intensif seperti *Turn Around* (TA). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi beban kerja mental pekerja TA menggunakan metode subjektif NASA-TLX dan pengukuran objektif kewaspadaan melalui PVT-3. Penelitian dilakukan pada 15 pekerja laki-laki berusia 19–42 tahun di industri pupuk di Gresik pada Mei–Juni 2025. Hasil NASA-TLX menunjukkan mayoritas pekerja mengalami beban kerja mental tinggi hingga sangat tinggi, dengan nilai rata-rata *Weighted Workload Level* (WWL) sesi pagi sebesar 84,67. Distribusi beban didominasi kategori tinggi dan sangat tinggi, dengan dimensi utama berupa *Mental Demand* dan *Performance*. Hasil PVT-3 menunjukkan 46,67% pekerja berada pada kategori performa buruk, 33,33% kategori sedang, dan 20% kategori baik, yang mengindikasikan penurunan kewaspadaan. Kombinasi hasil tersebut menunjukkan adanya tekanan kognitif dan risiko kelelahan yang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan intervensi berupa rotasi kerja, optimalisasi waktu istirahat, dan strategi ergonomi berbasis data guna menjaga keselamatan serta produktivitas kerja secara berkelanjutan. Temuan ini juga memberikan implikasi praktis bagi manajemen dalam merancang kebijakan kerja yang adaptif dan berbasis bukti di lingkungan industri berisiko tinggi secara konsisten dan terukur.

**Kata kunci:** Beban Kerja Mental; Kelelahan Kerja; NASA-TLX; *Turn Around* (TA)

## ABSTRACT

*The Fourth Industrial Revolution demands increased productivity and efficiency across industrial sectors, particularly in human resource management. One major challenge is the rising work pressure that contributes to physical and mental fatigue, especially during intensive activities such as Turn Around (TA). This study aims to evaluate the mental workload of TA workers using the subjective NASA-TLX method and objective vigilance measurement through the Psychomotor Vigilance Task (PVT-3). The study involved 15 male workers aged 19–42 years in a fertilizer industry in Gresik during May–June 2025. NASA-TLX results indicate that most workers experienced high to very high mental workload, with an average Weighted Workload Level (WWL) of 84.67 during the morning shift. The workload distribution was dominated by high and very high categories, with Mental Demand and Performance identified as the most influential dimensions. PVT-3 results show that 46.67% of workers fall into the poor performance category, 33.33% into moderate, and 20% into good, indicating decreased alertness. These findings highlight significant cognitive strain and fatigue risk. Therefore, interventions such as job rotation, optimized rest scheduling, and data-driven ergonomic strategies are essential to maintain occupational safety, improve performance, and support sustainable productivity in high-risk industrial environments.*

**Keywords:** *Mental Workload; NASA-TLX; Mental Fatigue; Turn Around (TA)*

## Pendahuluan

Era Industri 4.0 mendorong peningkatan produktivitas dan efisiensi di seluruh sektor industri, namun tekanan kerja yang tinggi seringkali berdampak langsung pada kelelahan mental pekerja, terutama pada aktivitas intensif seperti *Turn Around* (TA). Kondisi ini menjadikan pengelolaan beban kerja mental sebagai isu kritis dalam menjaga keselamatan dan performa kerja. Persaingan global tidak hanya menitikberatkan pada kualitas produk, kecepatan penyampaian, dan harga kompetitif, tetapi juga pada efektivitas sistem kerja dan ketahanan sumber daya manusia [1], [2]. Peningkatan tuntutan tersebut turut memberikan tekanan terhadap kualitas kondisi kerja karyawan. Perusahaan yang tidak mampu mengelola beban kerja secara optimal berisiko mengalami gangguan produktivitas, peningkatan kesalahan kerja, dan masalah keselamatan kerja. Salah satu indikator nyata dari memburuknya kondisi kerja adalah tren kenaikan klaim Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK) dan Jaminan

Kematian (JKM) dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, jumlah klaim JKK terus meningkat dari 182.835 kasus pada tahun 2019, menjadi 221.740 pada tahun 2020, kemudian 234.370 kasus di 2021, naik lagi menjadi 297.725 klaim di tahun 2022, dan mencapai 360.635 klaim sepanjang Januari–November 2023. Lonjakan tersebut menunjukkan adanya tekanan yang terus meningkat terhadap aspek keselamatan kerja, terutama di sektor manufaktur dan perkebunan yang sarat dengan aktivitas fisik intensif, risiko kecelakaan, dan tuntutan kerja tinggi [3], [4], [5].

Salah satu kondisi kerja yang berpotensi memperburuk keselamatan dan kesehatan kerja adalah kegiatan *shutdown* dan *Turn Around (TA)*. Proses *shutdown* dilakukan untuk menghentikan sementara operasi produksi guna pelaksanaan inspeksi dan perawatan. *Turn Around (TA)* memiliki ruang lingkup yang lebih kompleks, yakni melibatkan seluruh aktivitas pemeliharaan teknis, perbaikan, dan penggantian peralatan kritis dalam waktu terbatas. Kegiatan *Turn Around (TA)* merupakan fase penting dalam siklus operasional industri, namun juga menjadi periode yang sangat menantang secara fisik dan mental bagi tenaga kerja [1], [6].

Pekerja *Turn Around (TA)* sebagai bagian dari tenaga kerja industri yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan pemeliharaan, perbaikan, dan penggantian komponen selama proses *Turn Around (TA)*, seringkali menghadapi beban kerja yang tidak seimbang. Jam kerja yang panjang, tekanan waktu, pengulangan tugas, serta tanggung jawab terhadap keberlangsungan operasional menjadi sumber utama kelelahan baik secara fisik maupun mental. Kondisi kerja yang intens dan penuh risiko ini dapat mengakibatkan turunnya tingkat kewaspadaan, terganggunya koordinasi motorik, dan pengambilan keputusan yang kurang akurat [7], [8], [9]. Kelelahan semacam ini bukan hanya berdampak pada penurunan performa, tetapi juga meningkatkan potensi kecelakaan kerja yang bersifat fatal. Hal tersebut meliputi insiden tertusuk alat berat, kejatuhan material besar seperti *jumbo bag*, maupun cedera akibat benturan dengan peralatan industri. Risiko tersebut menunjukkan pentingnya pengelolaan dan pengukuran beban kerja mental secara tepat, agar aspek keselamatan dan kesehatan kerja dapat dijaga selama kegiatan *Turn Around (TA)* yang berlangsung dalam tekanan tinggi dan waktu yang terbatas [6], [10], [11].

**Tabel 1.** Definisi Operasional Variabel

Industri	Konteks Pekerjaan	Rata-rata WWL	Kategori	Dimensi Dominan	Temuan Utama
Industri Pupuk	Administrasi & operasional (non- <i>Turn Around (TA)</i> )	76,93	Tinggi	<i>Mental Demand, Effort</i>	Beban kerja tinggi akibat tekanan ketelitian dan waktu [12]
Industri Migas	Fabrikasi & maintenance ( <i>shutdown-like</i> )	hingga 90,7	Sangat Tinggi	<i>Temporal Demand, Risk Pressure</i>	Aktivitas teknis kompleks dan risiko tinggi meningkatkan beban mental [13]
Industri Manufaktur	Produksi & operator lini	64 – 84,33	Tinggi – Sangat Tinggi	<i>Effort, Repetition</i>	Beban kerja tinggi akibat tuntutan akurasi dan repetisi [14]
Industri Manufaktur (lain)	Produksi & <i>engineering</i>	72,64 – 76,33	Tinggi	<i>Temporal Demand, Effort</i>	Tekanan waktu dan lembur meningkatkan kelelahan mental [14]
Industri Perkebunan (CPO)	<i>Packaging &amp; operasi</i>	82	Sangat Tinggi	<i>Effort</i>	Aktivitas cepat dan presisi tinggi memicu beban ekstrem [15]

Temuan yang didapat pada Tabel 1. menunjukkan perlunya pendekatan ilmiah yang dapat mengevaluasi dan mengelola beban kerja mental secara akurat. Salah satu metode yang telah terbukti efektif adalah NASA *Task Load Index (NASA-TLX)*, yang mengukur enam dimensi utama dari beban kerja subjektif, yakni: *mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration level*. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat memahami persepsi pekerja terhadap kompleksitas dan tekanan tugas yang mereka jalani, termasuk saat menjalankan aktivitas kritis seperti *Turn Around (TA)* [16], [17], [18]. Penerapan NASA-TLX sebagai alat evaluasi memungkinkan manajemen perusahaan untuk mengidentifikasi titik-titik kritis dalam desain kerja, sistem *shift*, durasi lembur, dan rotasi tugas. Selain itu, hasil pengukuran dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan strategi ergonomi, intervensi kerja berbasis kebutuhan psikofisiologis pekerja, serta pembentukan kebijakan sumber daya manusia yang lebih holistik. Pada akhirnya, upaya ini tidak hanya bertujuan menekan angka kecelakaan kerja dan kelelahan, tetapi juga menjaga konsistensi produktivitas perusahaan tanpa mengorbankan kesehatan para operatornya.

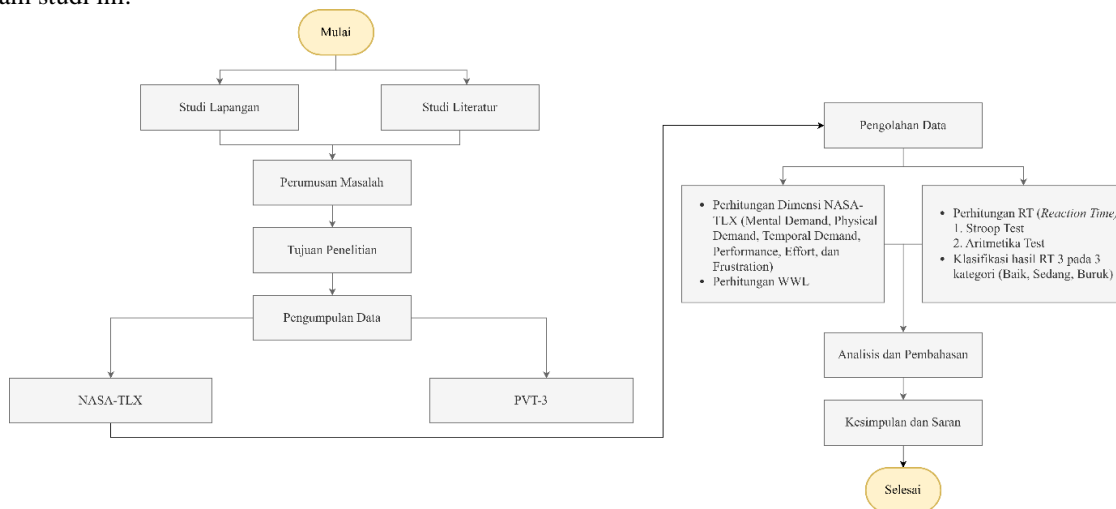
Metode NASA-TLX telah banyak digunakan untuk mengukur beban kerja mental di berbagai sektor industri, namun terdapat perbedaan fokus dan kedalaman penelitian antar sektor. Pada industri migas, studi NASA-TLX telah banyak diterapkan dalam konteks *shutdown* dan aktivitas berisiko tinggi dengan pendekatan multimodal yang menggabungkan data fisiologis seperti EEG dan *heart rate variability*. Sementara itu, pada industri manufaktur, penelitian lebih banyak berfokus pada efisiensi produksi, ergonomi lini kerja, serta pengurangan kelelahan akibat tugas berulang. Sebaliknya, pada industri

pupuk, khususnya dalam konteks *Turn Around* (TA), penelitian terkait beban kerja mental masih relatif terbatas dan belum banyak mengintegrasikan pendekatan subjektif dan objektif secara bersamaan. Padahal, karakteristik *Turn Around* (TA) di industri pupuk memiliki kompleksitas yang unik, seperti paparan bahan kimia, tekanan waktu tinggi, serta tuntutan akurasi dalam pemeliharaan peralatan kritis. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang signifikan, terutama dalam penggunaan kombinasi metode NASA-TLX dan pengukuran kewaspadaan seperti PVT untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kelelahan kerja.

Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan pendekatan subjektif (NASA-TLX) dan objektif (PVT-3) dalam mengevaluasi beban kerja mental pekerja *Turn Around* (TA) di industri pupuk. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang lebih komprehensif dibandingkan studi sebelumnya, sekaligus menjadi dasar dalam pengembangan strategi manajemen kelelahan yang lebih efektif dan berbasis data.

## Metode Penelitian

Pada bab ini, akan dijelaskan secara rinci mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian guna memperoleh data dan informasi yang relevan terkait beban kerja mental dan kelelahan kognitif pekerja selama pelaksanaan *Turn Around* (TA) di industri pupuk. Metode penelitian yang dipilih disusun berdasarkan karakteristik masalah, tujuan penelitian, serta jenis data yang dikumpulkan. Setiap tahapan, mulai dari pemilihan lokasi dan waktu, jenis serta sumber data, hingga teknik pengumpulan dan definisi operasional variabel, diuraikan secara sistematis agar pembaca memperoleh gambaran menyeluruh mengenai pendekatan ilmiah yang diterapkan dalam studi ini.



Gambar 1. Metode Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian terlihat pada Gambar 1. ini bersifat deskriptif kuantitatif, dengan memadukan instrumen subjektif berupa kuesioner NASA-TLX dan instrumen objektif berupa tes PVT-3. Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan melalui observasi, eksperimen, penyebaran kuesioner, serta wawancara informal untuk memperkaya konteks.

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai Evaluasi Beban Kerja Mental Pekerja *Turn Around* (TA) Menggunakan Metode NASA-TLX di Industri Pupuk ini dilaksanakan di wilayah Gresik, tepatnya di salah satu industri pupuk besar. Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 2 bulan, dimulai pada bulan Mei 2025 dan berakhir pada bulan Juli 2025.

### Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Metode ini digunakan untuk mengukur dan mendeskripsikan beban kerja mental yang dialami oleh pekerja selama pelaksanaan *Turn Around* (TA) dengan menggunakan metode NASA-TLX. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik untuk memperoleh informasi yang akurat dan terukur mengenai tingkat kelelahan dan beban kerja mental pekerja.

### Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari hasil pengukuran di lapangan melalui pengisian kuesioner NASA-TLX oleh partisipan (pekerja *Turn Around* (TA)), serta pengukuran tingkat kewaspadaan dengan metode PVT-3 (*Psychomotor Vigilance Test*).

2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur, jurnal, buku, laporan kegiatan, serta referensi lain yang relevan dan mendukung proses analisis dalam penelitian ini.

### **Jumlah Populasi**

Menurut Swarjana (2022), populasi adalah keseluruhan subjek yang diteliti dan hasilnya dapat digeneralisasikan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja laki-laki yang terlibat dalam pelaksanaan kegiatan *Turn Around* di Industri Pupuk. Pekerjaan *Turn Around* cenderung melibatkan pekerja laki-laki karena tuntutan teknis dan fisik yang tinggi, seperti pengangkatan alat berat, pekerjaan di ruang terbatas atau tinggi, dan paparan terhadap suhu atau zat berbahaya. Jumlah populasi sebenarnya dalam konteks pekerjaan di kawasan industri pupuk bisa mencapai ribuan orang. Namun, dalam penelitian ini diambil sebanyak 15 orang partisipan sebagai sampel yang dipilih secara *purposive*, yaitu pekerja yang memenuhi kriteria kelelahan fisik dan terlibat aktif dalam kegiatan *Turn Around* (TA). Pemilihan jumlah sampel sebanyak 15 orang didasarkan pada keterbatasan akses terhadap pekerja yang sedang terlibat langsung dalam aktivitas *Turn Around* (TA) pada waktu pengambilan data, serta pertimbangan desain *purposive sampling* yang menekankan pada pemilihan subjek dengan karakteristik spesifik sesuai tujuan penelitian. Selain itu, kegiatan *Turn Around* (TA) bersifat dinamis dan terbatas secara waktu, sehingga tidak semua pekerja dapat diikutsertakan dalam proses pengukuran secara simultan. Jumlah sampel tersebut dinilai telah representatif untuk menggambarkan kondisi beban kerja mental pada kelompok pekerja dengan karakteristik serupa, serta sejalan dengan penelitian sejenis yang menggunakan pendekatan eksploratif dengan jumlah responden terbatas namun terfokus.

### **Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggabungkan:

1. Observasi lapangan selama kegiatan *Turn Around* berlangsung.

Observasi lapangan dilakukan secara langsung selama berlangsungnya kegiatan *Turn Around* (TA). Tujuan dari metode ini adalah untuk menangkap dinamika kerja secara aktual, mencakup pola aktivitas, lingkungan kerja, interaksi antarpekerja, serta potensi risiko yang dihadapi. Observasi memberikan konteks visual dan situasional yang penting dalam mengidentifikasi sumber beban kerja dan kelelahan mental. Peneliti mencatat waktu kerja, frekuensi tugas berat, serta gangguan atau tekanan yang muncul, sebagai pelengkap terhadap data kuantitatif.

2. Penyebaran kuesioner NASA-TLX untuk mengukur beban kerja mental.

Metode kuesioner digunakan untuk memperoleh data subjektif mengenai persepsi beban kerja mental dari para pekerja *Turn Around*. Instrumen NASA-TLX terdiri dari enam dimensi: *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Performance*, *Effort*, dan *Frustration Level*. Kuesioner ini disebar kepada para pekerja yang terlibat aktif dalam TA, dan hasilnya digunakan untuk menilai intensitas beban kerja mental secara individual maupun kelompok. Dengan skala ordinal, data ini dianalisis untuk menggambarkan tekanan yang dirasakan selama berlangsungnya TA.

3. Pengujian menggunakan perangkat lunak atau alat PVT-3 untuk mengukur kewaspadaan pekerja.

Untuk mengukur aspek objektif dari kelelahan kerja, digunakan alat uji berupa *Psychomotor Vigilance Test* (PVT-3). Alat ini berfungsi untuk menguji waktu reaksi dan jumlah kesalahan yang dilakukan pekerja dalam merespons rangsangan visual sederhana. Pengujian ini dilakukan sebelum dan sesudah aktivitas kerja *Turn Around* (TA) untuk melihat perubahan tingkat kewaspadaan. PVT-3 memberikan data kuantitatif dalam bentuk *reaction time* dan *number of error*, yang mencerminkan tingkat kelelahan mental dan performa kognitif pekerja.

4. Wawancara informal untuk memperkuat data kuantitatif dengan informasi kontekstual.

Wawancara dilakukan secara santai dan terbuka kepada pekerja yang telah mengisi kuesioner dan mengikuti uji PVT-3. Tujuannya adalah untuk menggali informasi kontekstual terkait persepsi mereka terhadap beban kerja, tantangan selama *Turn Around* (TA), serta faktor-faktor yang menurut mereka memengaruhi kelelahan mental. Pendekatan informal memungkinkan responden berbicara lebih bebas, sehingga hasil wawancara dapat memperkuat interpretasi data kuantitatif dan membantu memahami hubungan antara persepsi dan kondisi kerja yang sebenarnya.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kuesioner, digunakan untuk memperoleh data mengenai beban kerja mental menggunakan instrumen NASA-TLX yang meliputi enam dimensi (*Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Performance*, *Effort*, dan *Frustration*).

Penggunaan kuesioner dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif mengenai persepsi beban kerja mental yang dialami oleh pekerja selama kegiatan *Turn Around*. Instrumen yang digunakan adalah NASA-TLX (*Task Load Index*), yang mengukur enam dimensi utama: *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Performance*, *Effort*, dan *Frustration*. Kuesioner ini dirancang untuk menangkap persepsi subjektif pekerja terhadap tekanan yang mereka alami dalam menyelesaikan tugas-tugas teknis dan operasional. Penyebaran kuesioner dilakukan setelah pekerja menyelesaikan rangkaian aktivitas *Turn Around*, sehingga hasilnya dapat merefleksikan kondisi kerja yang sebenarnya secara psikofisiologis.

2. Eksperimen dan Tes, menggunakan PVT-3 untuk mengukur *reaction time* dan *number of error* yang mencerminkan tingkat kelelahan dan kewaspadaan pekerja.

Pada saat melengkapi data kuesioner yang bersifat subjektif, digunakan metode eksperimen dengan perangkat *Psychomotor Vigilance Test (PVT-3)*. Tes ini berfungsi mengukur tingkat kewaspadaan dan kelelahan mental secara objektif melalui dua parameter utama, yaitu *reaction time* dan *number of error*. PVT-3 menyajikan rangsangan visual yang harus direspons oleh peserta, dan hasilnya menunjukkan sejauh mana kelelahan memengaruhi kecepatan reaksi serta ketepatan pekerja dalam menyikapi stimulus kerja. Pengujian dilakukan secara individual dengan durasi standar, baik sebelum maupun setelah kegiatan kerja, guna mengetahui adanya perubahan performa kognitif akibat tekanan kerja yang dihadapi selama *Turn Around*.

3. Studi Dokumentasi, digunakan untuk mendapatkan data sekunder dari dokumen perusahaan atau referensi ilmiah.

Studi dokumentasi digunakan sebagai metode pengumpulan data sekunder yang bersumber dari dokumen internal perusahaan dan referensi ilmiah. Data yang diperoleh meliputi laporan keselamatan kerja, jadwal pelaksanaan *Turn Around*, prosedur operasional standar, serta literatur yang relevan mengenai NASA-TLX dan PVT. Tujuan dari studi dokumentasi adalah untuk memperkaya analisis dengan data historis dan teoritis, serta memperkuat validitas hasil yang diperoleh melalui kuesioner dan tes eksperimen. Informasi dari studi dokumentasi juga membantu dalam memahami konteks organisasi dan kebijakan kerja yang berlaku selama pelaksanaan kegiatan TA.

**Definisi Operasional Variabel**

Berikut adalah definisi operasional variabel utama dalam penelitian ini:

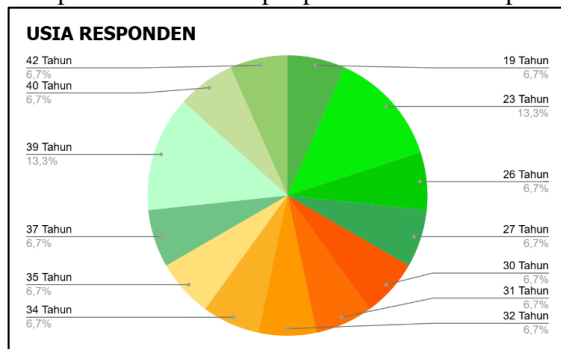
**Tabel 2.** Definisi Operasional Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala
Beban Kerja Mental	Tingkat persepsi individu terhadap beban kerja yang dirasakan selama pekerjaan <i>Turn Around</i> , mencakup beban mental, fisik, waktu, performa, usaha, dan frustrasi.	Kuesioner TLX	NASA-Likert
Kelelahan (Waspada)	Penurunan tingkat kewaspadaan akibat kelelahan yang diukur melalui kesalahan dan waktu reaksi dalam melakukan tugas sederhana.	PVT-3 ( <i>Psychomotor Vigilance Test</i> )	Rasio
Jumlah Kesalahan ( <i>Number of Error</i> )	Total kesalahan yang dilakukan pekerja selama uji kewaspadaan.	<i>Output</i> dari perangkat PVT-3	Rasio
Waktu Reaksi ( <i>Reaction time</i> )	Waktu yang dibutuhkan untuk merespons stimulus pada uji kewaspadaan.	<i>Output</i> dari perangkat PVT-3	Rasio

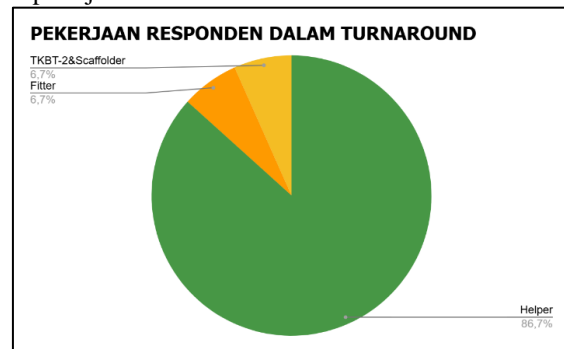
**Hasil Dan Pembahasan**

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil dari proses pengambilan data yang telah dijalankan, berdasarkan metodologi yang telah dirancang sebelumnya. Selain itu, pada bab ini akan dijelaskan juga terkait analisis beban kerja mental dan PVT-3 berbasis kelelahan pekerja saat *Turn Around (TA)*.

Responden dalam penelitian ini adalah pekerja *Turn Around (TA)* berjenis kelamin laki-laki, berusia antara 19 hingga 42 tahun, yang terlibat dalam aktivitas kerja berat menggunakan berbagai peralatan (*tools*), dan tidak termasuk pekerja kategori ringan seperti *cleaning service*. Pekerjaan *Turn Around (TA)* biasanya bersifat intensif, berisiko tinggi, dan dilakukan dalam waktu terbatas sehingga menuntut stamina fisik dan fokus kognitif yang tinggi. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2025. Pemilihan responden didasarkan pada kemampuan memahami kuesioner serta kelayakan kesehatan yang telah dipastikan melalui tahapan pra-induksi sebelum pelaksanaan pekerjaan.



**Gambar 2.** Persebaran Usia Responden



**Gambar 3.** Persebaran Pekerjaan Responden

Subjek penelitian ini adalah pekerja *Turn Around (TA)* yang aktif dalam proyek *Turn Around (TA)*, sedangkan objek penelitian adalah tingkat kelelahan kerja yang dipengaruhi oleh beban kerja selama aktivitas operasional berlangsung. Pendekatan yang digunakan mencakup metode objektif dan subjektif, yaitu PVT-3 (*Psychomotor Vigilance Task version 3*) sebagai pengukuran objektif terhadap kewaspadaan kerja melalui parameter *reaction time* dan jumlah *error*, serta NASA-

TLX (*Task Load Index*) sebagai pengukuran subjektif terhadap beban kerja mental berdasarkan persepsi pekerja terhadap enam dimensi beban kerja. Kombinasi kedua metode ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi kelelahan kerja dalam konteks operasional *Turn Around* yang padat dan penuh tuntutan.

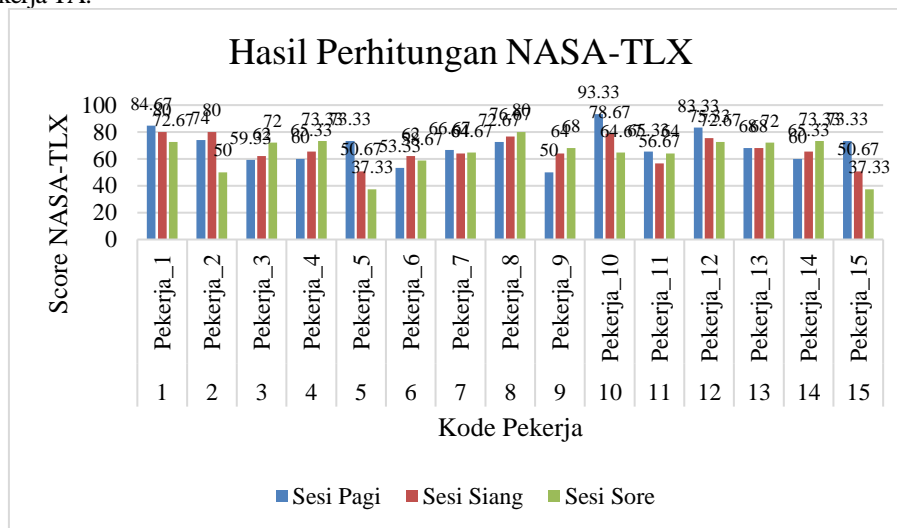
**Hasil Pengolahan Data Nasa-TLX**

Pengukuran beban kerja mental dilakukan melalui serangkaian tahapan sesuai prosedur NASA-TLX. Dimulai dari proses pembobotan antar enam dimensi kerja (*Mental Demand, Physical Demand, Temporal Demand, Performance, Effort, Frustration*) melalui teknik *pairwise comparison*. Setelah bobot ditentukan, responden memberikan rating masing-masing dimensi dalam skala 0–100 berdasarkan persepsi saat bekerja. Setiap rating dikalikan dengan bobotnya untuk memperoleh nilai produk, kemudian seluruh produk dijumlahkan untuk memperoleh nilai WWL (*Weighted Workload Level*) total. Nilai WWL ini selanjutnya dibagi dengan jumlah total bobot (15) guna memperoleh rata-rata WWL yang mencerminkan tingkat beban kerja mental secara keseluruhan. Berdasarkan klasifikasi yang digunakan, nilai WWL akhir kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori beban kerja mental seperti *rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi*. Berikut adalah contoh hasil perhitungan WWL Pekerja 1 pada shift pagi:

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan NASA TLX Pekerja 1 di Pagi hari

Dimensi	Rating	Tally	WWL
MD	100	4	400
PD	80	3	240
TD	90	0	0
P	100	3	300
E	80	4	320
F	10	1	10
<b>Total</b>		15	1270
<b>Average of WWL</b>			84,67

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX, diperoleh total skor WWL sebesar 1270 dan rata-rata WWL sebesar 84,67. Skor tersebut berada dalam kategori Sangat Tinggi menurut klasifikasi beban kerja mental berdasarkan [9], yakni rentang >77,00. Berikut merupakan rekapitulasi hasil pengukuran NASA-TLX di ketiga sesi dari 15 Pekerja TA:



**Gambar 4.** Hasil Perhitungan NASA-TLX

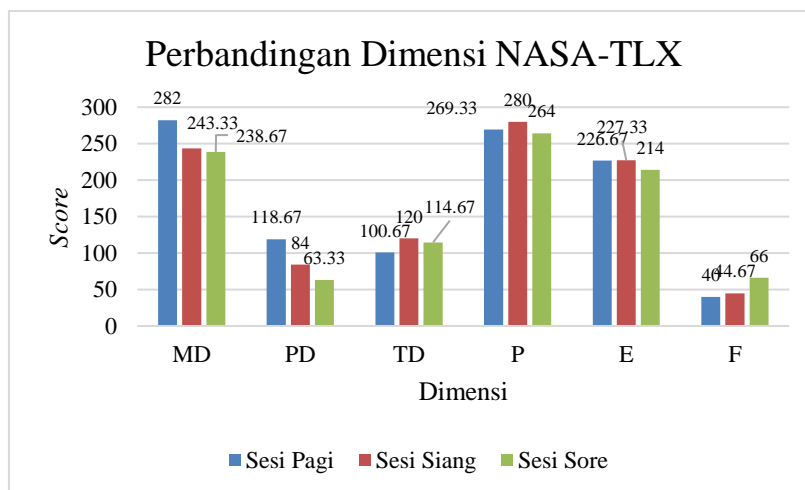
Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX pada sesi kerja pagi, diperoleh distribusi klasifikasi yang mencerminkan tingkat intensitas beban mental yang dialami oleh masing-masing pekerja. Sebagian besar pekerja menunjukkan tingkat beban kerja pada kategori Tinggi (T) dan Sangat Tinggi (ST), seperti yang terlihat pada Pekerja\_1, Pekerja\_2, Pekerja\_5, Pekerja\_7, Pekerja\_8, Pekerja\_10, Pekerja\_12, Pekerja\_13, dan Pekerja\_15. Nilai WWL tertinggi tercatat pada Pekerja\_10 sebesar 93,33 yang berada dalam kategori Sangat Tinggi, mengindikasikan beban kerja mental yang sangat intens pada sesi pagi. Sementara itu, Pekerja\_3, Pekerja\_4, Pekerja\_11, dan Pekerja\_14 masuk dalam kategori Sedang (S), menunjukkan bahwa meskipun beban kerja tetap terasa, namun belum mencapai level kritis. Adapun Pekerja\_6 dan Pekerja\_9 berada dalam kategori Rendah (R), mengindikasikan bahwa beban kerja mental pada sesi pagi masih relatif terkendali bagi mereka. Secara umum, komposisi klasifikasi ini menunjukkan bahwa mayoritas pekerja mengalami

tekanan kerja mental yang cukup tinggi pada sesi pagi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor aktivitas awal yang intens, tuntutan penyelesaian pekerjaan di awal hari, serta durasi kerja yang menuntut stamina dan konsentrasi penuh sejak awal. Temuan ini menjadi dasar penting bagi pengambil keputusan untuk merancang strategi pengaturan ritme kerja, distribusi beban tugas, dan intervensi ergonomi agar tingkat kelelahan dan stres kerja dapat dikelola secara efektif.

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental sesi siang menggunakan metode NASA-TLX, diperoleh distribusi klasifikasi yang menunjukkan variasi tingkat tekanan mental antar individu. Sebanyak tiga pekerja tercatat dalam kategori Sangat Tinggi (ST), yaitu Pekerja\_1, Pekerja\_2, dan Pekerja\_10, yang masing-masing memiliki nilai WWL di atas 77. Hal ini menandakan bahwa mereka mengalami beban kerja mental yang sangat intens pada sesi siang, kemungkinan karena tingginya tuntutan performa atau durasi kerja yang padat menjelang pertengahan hari.

Sebagian besar pekerja, seperti Pekerja\_3, Pekerja\_4, Pekerja\_6, Pekerja\_7, Pekerja\_9, dan Pekerja\_14, berada dalam kategori Sedang (S), dengan skor WWL antara 56,01 hingga 66,00. Ini mencerminkan tingkat beban kerja yang masih dalam batas wajar, walau tetap memerlukan perhatian terhadap potensi peningkatan kelelahan jika tidak diimbangi dengan istirahat dan rotasi tugas yang tepat. Tiga pekerja lainnya yaitu Pekerja\_5, Pekerja\_11, dan Pekerja\_15, termasuk dalam kategori Rendah (R). Nilai WWL mereka berada di bawah 56, menunjukkan bahwa pada sesi siang, beban kerja mental yang mereka alami relatif ringan. Hal ini bisa terjadi karena faktor distribusi tugas yang lebih ringan atau efektivitas adaptasi terhadap beban kerja siang hari. Sementara itu, Pekerja\_8, Pekerja\_12, dan Pekerja\_13 berada dalam kategori Tinggi (T), dengan nilai WWL berada dalam rentang 66,01–77,00. Mereka menunjukkan kecenderungan mengalami tekanan mental yang cukup tinggi di siang hari, meskipun belum masuk kategori ekstrem. Temuan ini memberikan gambaran bahwa sesi siang menghadirkan beragam tingkat tekanan kerja mental pada tiap individu, dan menjadi referensi penting dalam merancang strategi ergonomis, rotasi kerja, dan pembagian tugas yang lebih seimbang antar waktu kerja. Perlu dicatat bahwa pengukuran sesi siang dilakukan sebelum waktu istirahat, yang secara psikologis dapat berdampak pada perilaku pengurangan beban mental. Posisi mendekati waktu istirahat kerap mendorong motivasi untuk menyelesaikan tugas, mengurangi ketegangan, serta mengantisipasi momen istirahat dan pulang kerja. Dorongan ini secara alami dapat menurunkan persepsi beban kerja mental meskipun intensitas aktivitas masih tergolong tinggi. Dengan demikian, pengaruh waktu istirahat sebagai motivator psikologis menjadi salah satu faktor penting dalam interpretasi hasil NASA-TLX pada sesi siang.

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental pada sesi sore, tampak bahwa mayoritas pekerja berada pada klasifikasi Tinggi (T) dan Sedang (S), menunjukkan bahwa meskipun aktivitas kerja sudah mendekati penghujung hari, beban mental tetap cukup signifikan bagi sebagian besar individu. Sebanyak 7 pekerja yaitu Pekerja\_1, Pekerja\_3, Pekerja\_4, Pekerja\_9, Pekerja\_12, Pekerja\_13, dan Pekerja\_14 berada dalam kategori Tinggi, dengan skor WWL antara 66,01 hingga 77,00. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja mental mereka cukup menantang, dan bisa saja dipengaruhi oleh tekanan menyelesaikan tugas sebelum akhir shift atau akumulasi kelelahan dari sesi sebelumnya. Sebaliknya, 5 pekerja yaitu Pekerja\_6, Pekerja\_7, Pekerja\_10, Pekerja\_11, dan Pekerja\_2 berada dalam kategori Sedang dan Rendah. Pekerja\_2 termasuk dalam kategori Rendah (R), dengan skor WWL 50, menandakan bahwa persepsi beban mentalnya relatif ringan di akhir sesi kerja. Sementara Pekerja\_6 hingga Pekerja\_11 berada di rentang Sedang (S), yang menunjukkan beban kerja mental masih terjaga dalam batas wajar. Perhatian khusus perlu diberikan kepada Pekerja\_5 dan Pekerja\_15, yang berada dalam klasifikasi Sangat Rendah (SR) dengan skor WWL 37,33. Meskipun secara umum beban kerja rendah mungkin tampak positif, dalam konteks sore hari kondisi ini bisa menandakan turunnya motivasi, kelelahan ekstrem, atau bahkan penurunan fokus akibat jam kerja panjang. Pekerja\_8, satu-satunya yang masuk kategori Sangat Tinggi (ST) dengan skor WWL 80, menunjukkan tekanan kerja mental yang intens di sesi sore, yang bisa disebabkan oleh tuntutan output, kondisi lingkungan kerja, atau beban tugas yang meningkat. Secara keseluruhan, distribusi klasifikasi ini menegaskan bahwa sesi sore tetap menyimpan tantangan mental yang tidak bisa diabaikan. Intervensi ergonomis dan strategi manajemen kelelahan, penting dilakukan analisis lanjut terhadap penyebab dominan beban tinggi di sore hari.



Gambar 5. Dimensi NASA TLX yang paling Berpengaruh di Pagi hari

Berdasarkan grafik dimensi beban kerja mental pada sesi pagi, dapat dilihat bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap persepsi kelelahan kerja adalah *Mental Demand*, dengan nilai WWL tertinggi sebesar 282. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi, kompleksitas tugas, dan tuntutan kognitif mendominasi beban kerja mental di awal hari. Disusul oleh dimensi *Performance* sebesar 269,33, yang mencerminkan tekanan untuk mencapai target atau hasil kerja secara optimal sejak awal shift. Sementara itu, *Effort* menempati posisi ketiga dengan nilai 226,67, mengindikasikan bahwa pekerja merasa perlu mengerahkan tenaga dan usaha yang cukup besar untuk menyelesaikan tugas. Dimensi *Physical Demand* dan *Temporal Demand* berada pada nilai yang lebih rendah, masing-masing 118,67 dan 100,67, menunjukkan bahwa tuntutan fisik serta tekanan waktu tidak menjadi faktor dominan saat pagi hari. Yang paling rendah adalah *Frustration*, dengan skor WWL 40, yang dapat diartikan bahwa tekanan emosional atau stres belum menjadi faktor signifikan saat memulai aktivitas kerja. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa pada sesi pagi, beban kerja mental lebih dipicu oleh aspek kognitif dan performa kerja dibandingkan aspek fisik atau emosional, sehingga pendekatan ergonomis dan strategi manajerial sebaiknya difokuskan pada pengelolaan tuntutan mental dan pencapaian hasil kerja.

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental pada sesi siang, dapat disimpulkan bahwa dimensi yang paling berpengaruh terhadap persepsi kelelahan adalah *Performance* (P) dengan nilai WWL tertinggi sebesar 280. Hal ini menunjukkan bahwa tuntutan untuk mencapai hasil kerja atau target operasional sangat dominan menjelang pertengahan hari kerja. Disusul oleh *Effort* (E) sebesar 227,33, yang mengindikasikan bahwa pekerja harus mengerahkan tenaga dan konsentrasi cukup tinggi untuk menjaga produktivitas tetap optimal. Selanjutnya, *Mental Demand* (MD) juga mencatat nilai yang signifikan yaitu 243,33, mengindikasikan bahwa tugas-tugas di sesi siang tetap memerlukan fokus mental dan proses berpikir kompleks. Dimensi *Temporal Demand* (TD) sebesar 120 memperlihatkan bahwa tekanan waktu mulai dirasakan, meskipun belum menjadi dominan. *Physical Demand* (PD) berada di angka 84, menunjukkan bahwa beban fisik tetap hadir, namun tidak menjadi pemicu utama kelelahan mental. Sedangkan *Frustration* (F) memiliki nilai paling rendah, yaitu 44,67, menandakan bahwa tekanan emosional dan rasa frustrasi relatif terkendali. Menarik untuk dicatat bahwa sesi siang ini dilakukan sebelum waktu istirahat, yang memungkinkan munculnya perilaku pengurangan beban mental secara psikologis. Dorongan untuk segera menyelesaikan tugas sebelum jeda istirahat, serta adanya motivasi untuk segera pulang, dapat memengaruhi persepsi individu terhadap tekanan kerja yang dialami. Secara keseluruhan, sesi siang menunjukkan dominasi tuntutan performa dan usaha, yang perlu dikelola dengan baik melalui pengaturan ritme kerja dan manajemen tugas agar kelelahan tidak terakumulasi hingga akhir shift.

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja mental pada sesi sore menggunakan metode NASA-TLX, tampak bahwa dimensi yang paling dominan memengaruhi tingkat kelelahan mental adalah *Performance* (P) dengan nilai WWL sebesar 264. Hal ini menunjukkan bahwa di penghujung waktu kerja, tekanan untuk menjaga kualitas dan pencapaian output tetap tinggi, bahkan mungkin meningkat karena tuntutan penyelesaian tugas sebelum shift berakhir. Dimensi *Mental Demand* (MD) juga mencatat skor signifikan sebesar 238,67, mengindikasikan bahwa aktivitas kerja di sore hari tetap membutuhkan fokus kognitif dan proses berpikir intens. *Effort* (E) menempati urutan berikutnya dengan skor 214, menandakan bahwa tenaga dan usaha yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada fase ini masih cukup besar, dan bisa berkontribusi terhadap kelelahan secara fisik maupun mental. *Temporal Demand* (TD) sebesar 114,67 memperlihatkan adanya tekanan waktu, kemungkinan besar akibat urgensi dalam menyelesaikan target kerja harian sebelum pergantian shift atau batas waktu operasional. Sementara itu, *Physical Demand* (PD) berada di angka 63,33, menandakan bahwa beban fisik tidak menjadi faktor dominan, namun tetap hadir sebagai salah satu sumber kelelahan. Dimensi *Frustration* (F) memiliki skor 66, lebih tinggi dibandingkan dua sesi sebelumnya, dan dapat mengindikasikan bahwa secara psikologis, pekerja mulai merasakan ketegangan, rasa jenuh, atau kelelahan emosional yang meningkat di akhir waktu kerja. Secara keseluruhan, sesi sore menunjukkan pola kelelahan yang dipengaruhi oleh dorongan performa, ketegangan mental, dan tekanan waktu. Intervensi seperti rotasi tugas ringan di akhir shift, pemberian jeda atau penyesuaian beban kerja menjadi penting agar pekerja tetap mampu mempertahankan akurasi dan keselamatan kerja hingga sesi terakhir.

### Hasil PVT-3

Pengukuran kewaspadaan kerja dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Psychomotor Vigilance Task* versi 3 (PVT-3), yang merupakan salah satu instrumen objektif untuk mendeteksi tingkat kelelahan kognitif dan penurunan performa mental. Tes ini dirancang untuk mengukur reaksi terhadap stimulus visual secara berkelanjutan selama durasi 3 menit, sehingga sangat efektif dalam mengidentifikasi penurunan konsentrasi, keterlambatan respons, dan potensi risiko *human error* saat bekerja.

- *Reaction time* (RT): kecepatan dalam merespon stimulus, diukur dalam satuan detik. Semakin tinggi nilai RT, maka semakin lambat respons yang diberikan, mengindikasikan tingkat kelelahan yang lebih besar.
- *Number of Error*: jumlah kesalahan yang dilakukan oleh pekerja saat menjawab stimulus (termasuk *slow response* maupun *false alarm*).

Tes ini terdiri dari dua sesi yaitu *Stroop Test* dan Tes Aritmetika, yang keduanya mengevaluasi kemampuan kognitif melalui kombinasi akurasi (jumlah benar vs salah) dan kecepatan (RT/Soal serta *Mean RT*). Berdasarkan hasil rata-rata respons waktu dan kesalahan, setiap pekerja diklasifikasikan ke dalam tiga kategori performa: Baik, Sedang, dan Buruk. Berikut adalah analisis dan interpretasi dari hasil yang diperoleh pada 15 pekerja:

**Tabel 4.** Rekapitulasi Hasil PVT-3

NAMA KODE	Jenis Test	Benar	Salah	Total Soal	Total RT	RT/Soal	Mean	Klasifikasi
					Total Detik	/Soal	RT	
Pekerja_1	Stroop	9	5	14	89,96	9,99	12,50	Buruk
	Aritmetika	6	2	8	90,04	15,00		
Pekerja_2	Stroop	6	9	15	89,78	14,96	18,75	Buruk
	Aritmetika	4	5	9	90,22	22,55		
Pekerja_3	Stroop	10	6	16	89,32	8,932	10,94	Sedang
	Aritmetika	7	6	13	90,68	12,95		
Pekerja_4	Stroop	8	4	12	88,9	11,11	13,21	Buruk
	Aritmetika	6	6	12	91,9	15,31		
Pekerja_5	Stroop	7	5	12	89,65	12,80	12,05	Buruk
	Aritmetika	8	5	13	90,35	11,29		
Pekerja_6	Stroop	9	7	16	88,56	9,84	11,45	Sedang
	Aritmetika	7	7	14	91,44	13,06		
Pekerja_7	Stroop	8	5	13	87,74	10,9675	10,49	Sedang
	Aritmetika	9	6	15	90,26	10,02		
Pekerja_8	Stroop	5	7	12	89,91	17,98	16,49	Buruk
	Aritmetika	6	5	11	90,09	15,01		
Pekerja_9	Stroop	6	8	14	89,35	14,89	13,11	Buruk
	Aritmetika	8	6	14	90,65	11,33		
Pekerja_10	Stroop	17	2	19	89,93	5,29	6,39	Baik
	Aritmetika	12	3	15	90,07	7,50		
Pekerja_11	Stroop	16	4	20	89,8	5,61	7,31	Baik
	Aritmetika	10	4	14	90,2	9,02		
Pekerja_12	Stroop	6	5	11	89,41	14,90	13,92	Buruk
	Aritmetika	7	5	12	90,59	12,94		
Pekerja_13	Stroop	9	6	15	89,7	9,96	10,61	Sedang
	Aritmetika	8	5	13	90,03	11,25		
Pekerja_14	Stroop	9	8	17	89,93	9,99	10	Sedang
	Aritmetika	9	4	13	90,07	10,00		
Pekerja_15	Stroop	18	3	21	89,54	4,97	5,50	Baik
	Aritmetika	15	2	17	90,46	6,03		

Berdasarkan hasil pengukuran kewaspadaan kerja melalui dua jenis tes kognitif, yakni Stroop Test dan Tes Aritmetika, diperoleh data yang merepresentasikan tingkat kelelahan dan kinerja kognitif para pekerja berdasarkan total waktu respons dan jumlah kesalahan. Tes ini menghasilkan klasifikasi akhir berdasarkan nilai rata-rata *reaction time* dan jumlah *error*, dengan tiga kategori performa: Baik, Sedang, dan Buruk. Penilaian kinerja kognitif ini sesuai dengan pendekatan dalam evaluasi beban kerja mental yang banyak digunakan dalam studi berbasis *task performance*, termasuk dalam pengembangan dan validasi metode NASA-TLX [16], [17].

Sebagian besar pekerja menunjukkan performa *Stroop Test* yang berada dalam klasifikasi Buruk, yaitu sebanyak 7 dari 15 pekerja (Pekerja\_1, Pekerja\_2, Pekerja\_4, Pekerja\_5, Pekerja\_8, Pekerja\_9, dan Pekerja\_12), yang ditandai oleh jumlah kesalahan yang relatif tinggi dan rata-rata *reaction time* per soal di atas 12 detik. Hal ini mengindikasikan adanya kelelahan mental atau penurunan fokus, kemungkinan akibat tekanan kerja, beban kognitif, atau kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung. Temuan serupa dilaporkan dalam studi oleh Hutson et al., (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan beban kerja kognitif berdampak pada penurunan *response time* dan akurasi. Sebaliknya, tiga pekerja (Pekerja\_10, Pekerja\_11, dan Pekerja\_15) masuk dalam kategori Baik, menunjukkan kecepatan respons yang stabil, kesalahan minimal, serta konsistensi performa yang tinggi. Mereka memiliki rata-rata waktu respons di bawah 7 detik, yang mencerminkan kewaspadaan optimal dan daya pikir yang masih terjaga di bawah tekanan kerja [11], [19].

Pekerja lain berada dalam klasifikasi Sedang, yakni sebanyak 5 pekerja (Pekerja\_3, Pekerja\_6, Pekerja\_7, Pekerja\_13, dan Pekerja\_14). Meskipun tidak menunjukkan performa yang ekstrem, mereka tetap perlu dimonitor terutama jika beban kerja meningkat atau sesi kerja diperpanjang. Hal ini sejalan dengan pendekatan multimodal dalam studi kelelahan kerja yang menekankan pentingnya pemantauan jangka panjang terhadap pekerja dengan tingkat performa menengah [18], [20]. Dapat disimpulkan bahwa mayoritas pekerja (46,67%) mengalami penurunan performa berdasarkan hasil tes kognitif, yang dapat dikaitkan dengan kelelahan kerja, tuntutan multitasking, dan tekanan performa selama sesi kerja *Turn Around* (TA) (*Turn Around*) [5], [9].

Secara umum, temuan ini menunjukkan bahwa tes berbasis *vigilance* seperti Stroop dan Aritmetika sangat efektif untuk mengidentifikasi gejala kelelahan kognitif. Hasil ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun strategi manajemen kelelahan, seperti pengaturan rotasi kerja, pemberian jeda tugas, atau modifikasi lingkungan kerja agar pekerja dapat

mempertahankan fokus dan keselamatan kerja. Prinsip-prinsip ini telah banyak diterapkan dalam riset-riset *workload assessment berbasis NASA-TLX yang menggabungkan uji kognitif sebagai pelengkap penilaian* subjektif [1], [6], [21].

### **Keterkaitan Hasil NASA-TLX dengan PVT-3**

NASA-TLX merupakan metode yang dikembangkan oleh Hart & Staveland (1988) sebagai alat ukur beban kerja mental multidimensi yang mencakup enam aspek utama yaitu Mental Demand, Physical Demand, Temporal Demand, Performance, Effort, dan Frustration [22]. Metode ini telah divalidasi secara luas dan digunakan dalam ratusan penelitian untuk mengevaluasi beban kerja dalam berbagai konteks operasional [23]. Penelitian menunjukkan bahwa nilai *workload* yang tinggi (umumnya di atas batas tertentu seperti >75–80) berkaitan dengan kondisi overload, di mana individu mengalami penurunan performa, peningkatan *reaction time*, serta peningkatan risiko *human error*. Dalam konteks ergonomi, kondisi overload ini menyebabkan pekerja “berperilaku seolah-olah kelebihan beban”, meskipun tuntutan objektif mungkin masih dapat ditoleransi [24]. Temuan dalam penelitian ini konsisten dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan beban kerja mental berdampak langsung terhadap penurunan performa kognitif, khususnya pada *vigilance test* seperti Stroop Test dan Aritmetika Test. Selain itu, penelitian dalam bidang human factors juga menegaskan bahwa kombinasi metode subjektif (NASA-TLX) dan objektif (seperti PVT) merupakan pendekatan yang lebih valid dalam mengidentifikasi kelelahan kerja dibandingkan penggunaan satu metode saja. NASA sendiri menyebutkan bahwa TLX telah digunakan secara luas dalam berbagai sistem manusia-mesin untuk mengevaluasi beban kerja dan performa operator.

Berdasarkan hasil pengolahan data NASA-TLX dan PVT-3, ditemukan adanya kecenderungan hubungan antara tingkat beban kerja mental (WWL) dengan performa kognitif pekerja. Pekerja yang memiliki nilai WWL tinggi hingga sangat tinggi (WWL >77) cenderung menunjukkan nilai *reaction time* (RT) yang lebih tinggi serta jumlah error yang lebih banyak pada pengujian PVT-3. Hal ini terlihat pada beberapa pekerja seperti Pekerja\_1, Pekerja\_2, dan Pekerja\_4 yang memiliki klasifikasi beban kerja mental tinggi/sangat tinggi serta termasuk dalam kategori performa “Buruk” pada hasil PVT-3.

Secara teoritis, kondisi ini dapat dijelaskan melalui konsep *cognitive workload*, di mana peningkatan beban mental akan mengurangi kapasitas atensi dan memperlambat pemrosesan informasi. Studi mengenai *vigilance task* menunjukkan bahwa peningkatan *workload* berbanding lurus dengan penurunan performa respons dan peningkatan kesalahan dalam tugas berbasis perhatian berkelanjutan. Sebaliknya, pekerja dengan performa PVT-3 yang baik seperti Pekerja\_10, Pekerja\_11, dan Pekerja\_15 cenderung memiliki kemampuan mempertahankan kecepatan respons dan akurasi. Hal ini menunjukkan adanya faktor individual seperti pengalaman kerja, kemampuan adaptasi, serta resilience terhadap tekanan kerja yang memungkinkan mereka tetap optimal meskipun berada dalam kondisi *workload* tinggi.

Pekerja dengan WWL tinggi cenderung memiliki *reaction time* yang lebih lambat serta error rate yang lebih tinggi, yang menunjukkan adanya kelelahan kognitif. Temuan ini memperkuat teori bahwa beban kerja mental yang berlebihan dapat menurunkan kewaspadaan (*vigilance*), meningkatkan risiko *human error*, serta berdampak langsung terhadap keselamatan kerja, terutama pada pekerjaan berisiko tinggi seperti Turn Around. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak hanya relevan secara akademis, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam perancangan sistem kerja yang lebih ergonomis. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini telah tervalidasi oleh literatur ilmiah yang menunjukkan bahwa peningkatan *workload* berbanding lurus dengan penurunan performa kognitif. Hal ini menegaskan bahwa pendekatan kombinasi NASA-TLX dan PVT-3 merupakan metode yang tepat dan komprehensif dalam mengukur kelelahan kerja.

## **Simpulan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas pekerja Turn Around (TA) mengalami beban kerja mental yang tinggi hingga sangat tinggi, terutama pada sesi pagi dan sore, sebagaimana ditunjukkan oleh skor NASA-TLX yang dominan berada di atas ambang batas klasifikasi. Dimensi yang paling berpengaruh dalam memicu beban kerja mental adalah Mental Demand dan Performance, yang mencerminkan tingginya tuntutan kognitif serta tekanan untuk mencapai target kerja. Hasil pengujian PVT-3 juga menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja mengalami penurunan tingkat kewaspadaan, yang ditandai dengan meningkatnya waktu respons (*reaction time*) dan jumlah kesalahan, sehingga mengindikasikan adanya kelelahan mental yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan kerja serta menurunkan produktivitas. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan kebijakan manajemen kelelahan di industri berat, khususnya pada pekerjaan Turn Around (TA) yang memiliki karakteristik berisiko tinggi dan intensitas kerja yang tinggi. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam merancang kebijakan operasional seperti pengaturan shift kerja, pembatasan durasi kerja, serta penerapan strategi mitigasi kelelahan berbasis data. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi secara metodologis dengan memvalidasi penggunaan kombinasi metode subjektif (NASA-TLX) dan metode objektif (PVT-3) sebagai pendekatan komprehensif dalam mengevaluasi kelelahan kerja. Integrasi kedua metode ini terbukti mampu memberikan gambaran yang lebih akurat terkait kondisi mental pekerja dibandingkan penggunaan satu metode secara terpisah.

Sebagai rekomendasi implementasi jangka panjang, perusahaan disarankan untuk mengintegrasikan pengukuran beban kerja mental ke dalam sistem manajemen K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), melalui pemantauan berkala menggunakan NASA-TLX dan PVT-3. Selain itu, penerapan sistem rotasi kerja, penjadwalan istirahat yang optimal, serta intervensi ergonomi berbasis kebutuhan pekerja perlu dilakukan secara konsisten guna meminimalkan akumulasi kelelahan. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan pengukuran fisiologis seperti

*Electroencephalography* (EEG) dan *Heart Rate Variability* (HRV) guna memperoleh data objektif tambahan terkait kondisi kelelahan dan stres kerja. Pendekatan multimodal ini diharapkan dapat meningkatkan validitas hasil penelitian serta memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara beban kerja mental dan respons fisiologis pekerja. Dengan pengelolaan yang tepat dan berbasis data, kualitas keselamatan kerja serta performa pekerja selama kegiatan Turn Around dapat ditingkatkan secara signifikan.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Amini, A. R. U. Tanjung, M. F. I. Dzakiyyudin, E. A. Maharani, and A. D. Sari, "Analysis of Mental Workload in Sugar Factory Production Workers Using the NASA-TLX Method," *SHS Web of Conferences*, vol. 189, p. 01015, Apr. 2024, doi: 10.1051/shsconf/202418901015.
- [2] M. S. Süer, S. Demir, M. H. Çanakçı, G. Değirmencioğlu, and M. Akıncı, "Training Laparoscopic Surgeons: Assessing Workload and Skill Using Nasa-Tlx," *J. Surg. Educ.*, vol. 82, no. 9, p. 103588, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.jsurg.2025.103588.
- [3] I. Halid Lahay, E. Wolok, H. Uloli, and K. Person, "Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018 ISSN (Cetak) 2527-6042 eISSN (Online)."
- [4] J. W. Hutson, A. E. Franklin, B. A. Rogers, and D. Walker, "Psychometric Testing of NASA-TLX to Measure Learners' Cognitive Load in Individual and Group Nursing Simulations," *Clin. Simul. Nurs.*, vol. 95, p. 101607, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.ecns.2024.101607.
- [5] T. M. Ullum And S. Nugroho, "Analisis Beban Kerja Mental Karyawan Departemen Perencanaan Dan Pengendalian Ta (Turnaround) Menggunakan Nasa-Tlx Pt Pupuk Kalimantan Timur."
- [6] R. Saputra, N. Rahdiana, and K. Karnadi, "Analysis of Employee Mental Workload Using The NASA-TLX Method (Case Study at PT. ABC)," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 9, no. 1, pp. 551–562, Jan. 2025, doi: 10.70609/gtech.v9i1.6536.
- [7] M. R. Octaviaji and R. A. Hidayati, "ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL KARYAWAN DI LABORATORIUM PT. ABC MENGGUNAKAN METODE NASA-TLX," *Komitmen: Jurnal Ilmiah Manajemen*, vol. 5, no. 1, pp. 44–53, Feb. 2024, doi: 10.15575/jim.v5i1.33590.
- [8] D. Diniaty, Z. Mulyadi, J. Teknik Industri, F. Sains dan Teknologi, U. H. Sultan Syarif Kasim Riau Jl Soebrantas No, and S. Baru, "Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Karyawan Pada Lantai Produksi Dipt Pesona Laut Kuning," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 13, no. 2, pp. 203–210, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin>
- [9] M. S. Astuty, C. S. Wahyuning, and Yuniar, "Tingkat Beban Kerja Mental Masinis Berdasarkan NASA-TLX (Task Load Index)," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli*, vol. 1, Jul. 2013.
- [10] K. Kontesya, A. P. Sari, I. Ridhana, and M. I. Adelino, "Evaluasi Beban Kerja Mental Pekerja yang Terpapar Kebisingan pada Perusahaan Mebel," *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 5, no. 01, pp. 1–11, May 2024, doi: 10.35261/gijtsi.v5i01.11238.
- [11] K. S. Panwar *et al.*, "Revision Total Joint Arthroplasty Places a Disproportionate Burden on Surgeons: A Comparison Using the National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA TLX)," *J. Arthroplasty*, vol. 39, no. 6, pp. 1550–1556, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.arth.2024.01.002.
- [12] F. Mahesta, A. E. Nugraha, and B. Nugraha, "Analisis Perbandingan Beban Kerja Mental Karyawan Organik dan Non Organik Menggunakan Metode NASA TLX dan Diagram Fishbone di PT XYZ," *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, vol. 15, no. 2, p. 223, Nov. 2023, doi: 10.28989/angkasa.v15i2.1846.
- [13] Reihan Bintang Yuliandana and Ayudyah Eka Apsari, "Analisis Beban Kerja Mental Pada Area Fabrikasi Tanki Delta 101 Menggunakan Metode NASA-TLX Di PT.XYZ," *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, vol. 3, no. 1, pp. 36–44, Dec. 2024, doi: 10.59024/jisi.v3i1.1043.
- [14] W. Sulistiyo and P. Vitasari, "Analisa Beban Kerja Mental Operator Dengan Metode NASA TLX Di PT XYZ," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 13, no. 2, pp. 45–52, Oct. 2024, doi: 10.26593/jrsi.v13i2.7087.45-52.
- [15] N. Rishelin, R. Elviana, N. Zahrina, G. R. Putri, and A. R. Sari, "Assessment of Mental Workload among Consumer Packaging Operators in Palm Oil Mills using NASA-TLX," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 4, pp. 4190–4197, Oct. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i4.50607.
- [16] Y. Wu, Y. Zhang, and B. Zheng, "Workload Assessment of Operators: Correlation Between NASA-TLX and Pupillary Responses," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 24, p. 11975, Dec. 2024, doi: 10.3390/app142411975.
- [17] N. Z. Zenia, S. Tarng, L. G. Dizaji, and Y. Hu, "EEG Features to Quantify the NASA-TLX Factors of Cognitive Workload," *IEEE Trans. Hum. Mach. Syst.*, vol. 55, no. 3, pp. 372–382, Jun. 2025, doi: 10.1109/THMS.2025.3546515.

- [18] M. I. Adelino, B. Harma, and B. Afrianda, "Evaluasi Beban Kerja Mental Karyawan Dengan Menggunakan Metode DRAWS dan RSME," *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 26–31, Jan. 2024, doi: 10.31004/ijmst.v2i1.275.
- [19] A. Vidal-Balea, P. Fraga-Lamas, and T. M. Fernandez-Carames, "Advancing NASA-TLX: Automatic User Interaction Analysis for Workload Evaluation in XR Scenarios," in *2024 IEEE Gaming, Entertainment, and Media Conference, GEM 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024. doi: 10.1109/GEM61861.2024.10585425.
- [20] A. M. Sukma, M. N. Salsabila, and R. P. Putra, "Pendekatan Multimodal untuk Penilaian Beban Kerja Mental Pekerja: Integrasi NASA-TLX Pada Pabrik Kerupuk Jangek," *Jurnal Rekin*, pp. 16–23, Dec. 2024.
- [21] M. F. Zidan *et al.*, "Analysis of Mental Workload on Sugar Production Mechanical Workers Using the Nasa-TLX Method," 2024.
- [22] C. Nikulin, G. Lopez, E. Piñonez, L. Gonzalez, and P. Zapata, "NASA-TLX for predictability and measurability of instructional design models: case study in design methods," *Educational Technology Research and Development*, vol. 67, no. 2, pp. 467–493, Apr. 2019, doi: 10.1007/s11423-019-09657-4.
- [23] S. G. Hart, "Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 50, no. 9, pp. 904–908, Oct. 2006, doi: 10.1177/154193120605000909.
- [24] M. Hertzum, "Reference values and subscale patterns for the task load index (TLX): a meta-analytic review," *Ergonomics*, vol. 64, no. 7, pp. 869–878, Jul. 2021, doi: 10.1080/00140139.2021.1876927.