

# Beban Kerja Psikologis dan Fisik dengan NASA-TLX dan Cardiovascular Load (CVL)

*Erni Krisnaningsih<sup>1</sup>, Saleh Dwiyatno<sup>2</sup>, Tedi Arlani<sup>3</sup>,  
Ahmad Dedi Jubaedi<sup>4</sup>, Dadi Cahyadi<sup>5</sup>*

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Banten Jaya  
Jl. Ciwaru Raya II No 73 Kel. Cipare Kec. Serang Kota Serang Banten

<sup>2</sup>Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Serang Raya  
Jl Raya Serang Cilegon Km 5 Drangong Taktakan Kota Serang Banten

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Serang Raya  
Jl Raya Serang Cilegon Km 5 Drangong Taktakan Kota Serang Banten

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Serang Raya  
Jl Raya Serang Cilegon Km 5 Drangong Taktakan Kota Serang Banten

[ernikrisnaningsihpaidi@unbaja.ac.id](mailto:ernikrisnaningsihpaidi@unbaja.ac.id)<sup>1</sup>, [salehdwiyatno@gmail.com](mailto:salehdwiyatno@gmail.com)<sup>2</sup>, [tediarlani@gmail.com](mailto:tediarlani@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[dedhiest@gmail.com](mailto:dedhiest@gmail.com)<sup>4</sup>, [dadi\\_cahyadi@unsera.ac.id](mailto:dadi_cahyadi@unsera.ac.id)<sup>5</sup>

## ABSTRACT

The unsafe behavior of workers causing work injuries and accidents is an important concern of the world so it is embraced by psychological and physical work measurements. The study aims to analyze the psychological and physical workload of employees in the quality control (QC) division, psychological workload measured by the National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) method, and physical workload based on the percentage of Cardiovascular Load (% CVL) of 15 employees in the QC division. The research step was carried out by measuring psychological workload based on 5 aspects, namely: Psychological demand (MD), Physical Demand (PD), Own Performance (OP), Effort (EF) and Frustration Level (FR), weighting, rating and calculating the Weighted Workload (WWL) Value, determining the average WWL and interpretation based on the physical workload score value with CVL. Physical workload measurement is carried out by calculating the maximum pulse rate based on the pulse rate at work (DNK) and pulse rate at rest (DNI) to determine the percentage value of CVL. The results of the psychological workload score study using the NASA-TLX method, that 2 employees (13.33%) were in a low category while 11 employees (73.33%) were in the medium category, and 2 employees (13.33%) in the high category, proposed improvements with the addition of employees to reduce the psychological workload. The physical workload score value using the CVL method is less than 30% so the physical workload of employees is categorized as "No Fatigue" so that there is no improvement to reduce the physical workload or quality control division employees do not experience physical workload. The scale of the data with a larger population is recommended to be tested in future studies.

**Key Word** : Workload, psychological, physical, NASA-TLX, CVL

## ABSTRAK

Perilaku tidak aman pekerja menyebabkan terjadinya cedera dan kecelakaan kerja menjadi perhatian penting dunia sehingga diperlukan pengukuran kerja secara Psikologis dan Fisik. Penelitian bertujuan untuk menganalisa beban kerja psikologis dan fisik karyawan pada devisi *quality contro (QC)*, beban kerja psikologis diukur dengan metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX)* dan beban kerja fisik berdasarkan persentase *Cardiovascular Load (% CVL)* terhadap 15 karyawan pada devisi QC. Langkah penelitian dilakukan dengan mengukur beban kerja psikologis berdasarkan aspek 5 aspek yaitu: *Psikologis demand (MD)*, *Physical Demand (PD)*, *Own Performance (OP)*, *Effort (EF)* dan *Frustration Level (FR)*, melakukan pembobotan, peratingan dan perhitungan Nilai *Weighted Workload (WWL)*, menentukan rata-rata WWL dan intepretasi berdasarkan nilai skor beban

kerja fisik dengan CVL. Pada pengukuran beban kerja fisik dilakukan dengan menghitung denyut nadi maksimal berdasarkan denyut nadi saat bekerja (DNK) dan denyut nadi saat istirahat (DNI) untuk menentukan nilai persentase CVL. Hasil penelitian skor beban kerja psikologis menggunakan metode NASA-TLX, bahwa 2 karyawan (13,33%) dalam kategori rendah sedangkan 11 karyawan (73,33%) dalam katagori sedang, dan 2 karyawan (13,33%) dalam katagori tinggi, usulan perbaikan dengan penambahan karyawan untuk mengurangi beban kerja psikologis. Nilai skor beban kerja fisik yang menggunakan metode CVL lebih kecil dari 30% sehingga beban kerja fisik karyawan dikategorikan "Tidak Terjadi Kelelahan" sehingga tidak ada perbaikan untuk mengurangi beban kerja fisik atau karyawan divisi quality control tidak mengalami beban kerja fisik. Skala data dengan populasi lebih banyak disarankan untuk diuji kan pada penelitian yang akan datang.

**Kata Kunci :** Beban kerja, psikologis, fisik, NASA-TLX, CVL.

## 1. PENDAHULUAN

Cidera dan kecelakaan kerja pada karyawan merupakan permasalahan yang sangat penting dan menjadi perhatian di seluruh dunia (Khanzode et al., 2012), (Liao & Chiang, 2022). Sekitar 7600 orang meninggal setiap hari karena sakit pada saat bekerja dan karena terjadinya kecelakaan kerja. Perilaku tidak aman pekerja merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan (*ILO-Safety and Health at Work*, n.d.). Delapan puluh delapan persen (88%) kecelakaan kerja disebabkan oleh perilaku tidak aman pekerja (Heinrich, 1941). Terjadinya kecelakaan pada area kerja memiliki biaya ekonomi yang tinggi (Ramdan & Rahman, 2018). Pada industri konstruksi 70% terjadinya kecelakaan kerja diakibatkan oleh faktor manusia, terutama perilaku yang tidak aman dan tidak memperhatikan faktor keselamatan kerja karyawan (Goncalves Filho et al., 2021), (Romero Barriuso et al., 2021), (Abukhashabah et al., 2020). Untuk memahami kebutuhan terhadap hmbauan perilaku aman perlu memperhatikan beban kerja yang dibebankan kepada karyawan. Beberapa penilaian beban kerja secara subjektif bagi pekerja untuk menilai persepsi mereka tentang kebutuhan fisik dan psikologis. Karyawan dalam menjalankan pekerjaannya menggunakan aspek pikiran dan aspek fisik yang digunakan tergantung dari tingkat kesulitan pekerjaannya yang dilakukan. Tingkat kesulitan yang berbeda-beda pada setiap pekerjaan menyebabkan beban kerja yang berbeda pula. maka penting untuk memperhatikan berbagai aspek yang terkait dengan pekerjaan tersebut. untuk mengetahui kapasitas beban kerja yang dirasakan pekerja maka perlu dilakukan pengukuran beban kerja.

Pengukuran beban kerja sangat diperlukan untuk mengetahui kemampuan kerja dan menetapkan pekerjaan terhadap karakteristik yang terdapat pada pekerja (Krisnaningsih et al., 2022), (Handoko et al., 2020). dalam aktivitas pengukuran beban kerja dapat dibagi menjadi dua yaitu pengukuran beban kerja psikologis dan beban kerja fisik. Pengukuran beban kerja psikologis maupun fisik banyak cara yang bisa diusulkan terutama untuk beban kerja psikologis salah satunya adalah dengan metode NASA-TLX yaitu berdasarkan persepsi subyektif responden yang mengalami beban kerja tersebut, untuk menerapkan metode ini diperlukan penilaian responden terhadap pekerjaannya (Kramer, 2020). Beban kerja fisik dapat mengakibatkan perubahan fungsi pada alat-alat tubuh yaitu: Konsumsi oksigen, denyut jantung, peredaran udara dalam paru-paru, temperature tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan air seni, tingkat penguapan dan faktor lainnya (Kantowitz & Casper, 2017). Sedangkan untuk mengukur kerja fisik dapat menggunakan metode analisis cardiovascular load (CVL), yaitu perbandingan peningkatan denyut nadi istirahat dengan denyut nadi maksimum. Data yang dikumpulkan ada dua, yaitu data denyut nadi dengan menggunakan alat *oximeter* untuk menghitung % CVL dan data hasil kuisisioner NASA-TLX (Diniaty & Mulyadi, 2016), (Amir et al., 2019). Selama melakukan pekerjaannya karyawan mengeluarkan energi, besarnya energi yang dikeluarkan selama bekerja dipengaruhi oleh: cara pelaksanaan kerja, kecepatan kerja, sikap kerja dan kondisi lingkungan kerja (Halsey et al., 2022).

Beban kerja berlebih pada karyawan dapat menyebabkan kelelahan kerja dari level ringan hingga berat. Penelitian di Inggris data kelelahan kerja diderita oleh 25% tenaga kerja Wanita dan 20% tenaga kerja laki-laki (Jame Chenarboo et al., 2022). Sebanyak 65% pasien datang ke poliklinik Kesehatan karena menderita kelelahan atau fatigue (Wilson et al., 2021). Kelelahan kerja dapat memicu terjadinya kesalahan dalam melakukan pekerjaan, hal tersebut merupakan faktor utama terjadinya kecelakaan kerja (Oah et al., 2018). Pemulihan energi merupakan faktor penting dilakukan setelah dilakukan aktivitas kerja oleh karyawan sehingga terjadi kelelahan (*fatigue*), pemulihan energi dilakukan dengan adanya waktu istirahat karyawan (van der Kleij et al., 2018). Pemulihan dipengaruhi oleh faktor: lamanya waktu istirahat, periode istirahat dan frekuensi istirahat. Dari sudut pandang ergonomi, beban kerja yang diterima seorang pekerja harus sesuai atau seimbang terhadap kemampuan fisik dan psikologis pekerja (Vanberkel et al., 2011). Dampak beban kerja yang berlebih mengakibatkan gangguan kerja fisik seperti: *muskuloskeletal disorders*, *low back pain* hingga patah tulang, maupun gangguan psikis atau psikologis

seperti reaksi-reaksi emosional, sakit kepala, gangguan pencernaan dan mudah marah (Poó et al., 2018), (Fruggiero et al., 2018), (Yang et al., 2020).

Pada penelitian Schwartz (2021) dan Mosaly (2021) mengidentifikasi penurunan resiko cedera untuk meningkatkan kepuasan kerja dan peningkatan kebugaran fisik (Schwartz et al., 2021), (Mosaly et al., 2021). Pada pengukuran beban kerja karyawan operator *control room* faktor lamanya waktu bekerja dengan jenis pekerjaan yang monoton menyebabkan terjadinya stress dengan nilai 66.83% (Krisnaningsih et al., 2019). Mengungkapkan faktor stress dan lingkungan berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja karyawan (Ahmad et al., 2019).

Tujuan penelitian adalah melakukan pengukuran beban kerja secara psikologis dan fisik untuk mengetahui beban kerja yang dialami karyawan devisi *quality control*. Artikel ini terdiri dari pendahuluan, metode penelitian dengan NASA-TLX dan CVL serta bagan alir penelitian pada metode penelitian, ulasan hasil penelitian, diskusi dan kesimpulan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Beban kerja

Beban kerja yang dialami manusia dapat digolongkan menjadi dua yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik merupakan beban kerja karena aktivitas penggunaan otot manusia. Sedangkan, beban kerja mental adalah beban kerja karena aktivitas penggunaan otak atau pikiran manusia (Arasyandi & Bakhtiar, 2016). Beban kerja merupakan tugas dan tanggung jawab yang ditanggung oleh karyawan berupa rangkaian pekerjaan yang harus diselesaikan tepat waktu dengan menggunakan semua kemampuan dan keterampilan yang dimiliki.

### Beban Kerja Mental

Beban kerja mental adalah beban kerja yang merupakan selisih antara tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi, beban kerja yang berlebihan akan mengakibatkan adanya kejadian stres. Stres kerja adalah perasaan tertekan yang dialami karyawan dalam menghadapi pekerjaannya (Fahamsyah, 2017). Pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengukuran secara objektif dapat dilakukan dengan beberapa anggota tubuh antara lain denyut jantung, kedipan mata dan ketegangan otot. Pengukuran beban kerja mental secara subjektif memiliki tujuan yaitu untuk menentukan skala pengukuran terbaik berdasarkan perhitungan eksperimental, menentukan perbedaan skala untuk jenis pekerjaan dan mengidentifikasi faktor beban kerja yang berhubungan secara langsung dengan beban kerja mental (Henni et al., 2014).

### Beban Kerja Fisik

beban kerja fisik adalah beban kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya dan konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringannya suatu pekerjaan. Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan fungsi pada alat-alat tubuh. Beban kerja fisik dapat dilakukan dengan metode secara objektif. Penilaian objektif terdiri dari 2 metode yaitu metode penilaian langsung dan tidak langsung. Metode pengukuran beban kerja fisik secara langsung adalah 9 pengukuran yang dilakukan dengan pengukuran energi yang dikeluarkan melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja maka semakin banyak energi yang dikonsumsi atau diperlukan.

### Kelelahan

Kelelahan (*fatigue*) merupakan salah satu resiko terjadinya penurunan derajat kesehatan tenaga kerja. Menyatakan kelelahan kerja ditandai dengan melemahnya tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan atau kegiatan, sehingga akan meningkatkan kesalahan dalam melakukan pekerjaan dan akibat fatalnya adalah terjadinya kecelakaan kerja. Kelelahan adalah suatu keadaan ketika seseorang merasa lelah secara fisik dan mental, yang dapat disebabkan oleh :

- Jam kerja yang panjang tanpa intervensi istirahat/periode penyembuhan.
- Aktivitas fisik yang kuat dan berkelanjutan.
- Usaha mental yang kuat dan berkelanjutan.
- Bekerja selama beberapa atau semua waktu alami untuk tidur (sebagai akibat dari shift atau bekerja untuk waktu yang panjang).
- Tidur dan istirahat yang kurang cukup.

### Metode NASA-TLX

Metode NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis beban kerja mental yang dihadapi oleh pekerja yang harus melakukan berbagai aktivitas dalam pekerjaannya. Menurut (Hancock dan Meshkati 1988)

menjelaskan langkah-langkah dalam pengukuran bebankerja mental dengan menggunakan metode NASA-TLX yaitu:

1. Penjelasan Indikator beban kerja mental yang akan diukur terdapat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Penjelasan Indikator Beban

| Indikator                     | Rating                | Keterangan   |
|-------------------------------|-----------------------|--|
| <i>Mental Demand (MD)</i>     | Rendah, Tinggi        | Seberapa besar aktifitas mental dan perpeputual yang dituntut oleh pekerjaan ini dalam hal melihat, mengingat, mencari apakah pekerjaan itu mudah atau sulit |
| <i>Physical Demand (PD)</i>   | Rendah, Tinggi        | Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya mendorong, menarik, dan, mengontrol)  |
| <i>Temporal Demand (TD)</i>   | Rendah, Tinggi        | Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selama elemen pekerjaan berlangsung, Apakah pekerjaan perlahan atau santai atau cepat melelahkan   |
| <i>Own Performance (OP)</i>   | Tidak Tepat, Sempurna | Seberapa besar keberhasilan seseorang didalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan pekerjaannya   |
| <i>Effort (EF)</i>            | Rendah, Tinggi        | Seberapa keras kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan   |
| <i>Frustration Level (FR)</i> | Rendah, Tinggi        | Seberapa tidak aman, putus asa, tersinggung. dibandingkan dengan perasaan aman, puas, nyaman, dan kepuasam diri yang dirasakan                               |

2. Pembobotan

Pembobotan Pada bagian ini responden diminta untuk melingkari salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut. Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berbentuk perbandingan berpasangan yang terdiri dari 15 perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah tally dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah tally ini kemudian akan menjadi bobot untuk setiap indicator beban mental.

3. Rating

Pemberian Rating Pada bagian ini responden diminta memberi rating terhadap keenam indikator beban mental. Rating yang diberikan adalah subjektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh responden tersebut. Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX, bobot dan rating untuk setiap indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi 15 (jumlah perbandingan berpasangan).

Data dari tahap pemberian (rating) untuk memperoleh beban kerja (*mean weighted workload*) adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung Produk

Produk diperoleh dengan cara mengalikan rating dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dengan demikian dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (MD, PD, TD, OP, FR dan EF) pada rumus 1.

$$\text{Produk} = \text{Rating} \times \text{Bobot Faktor} \dots \dots \dots (1)$$

- b. Menghitung *Weighted Workload (WWL)*

WWL diperoleh dengan cara menjumlahkan keenam nilai produk pada rumus 2.

$$\text{WWL} = \sum \text{produk} \dots \dots \dots (2)$$

- c. Menghitung Rata-rata WWL

Rata-rata WWL diperoleh dengan cara membagi WWL dengan bobot total yang terdapat pada rumus 3.

$$\text{Sekor} = \frac{\sum (\text{Bobot} \times \text{Rating})}{15} \dots \dots \dots (3)$$

- d. Interpretasi Hasil Nilai Skor menurut (Putri and Handayani 2017) dalam metode NASA-TLX, skor beban kerja yang didapatkan terbagi dalam tiga bagian yaitu nilai > 80 menyatakan beban pekerjaan yang tinggi, nilai 51-79 menyatakan beban pekerjaan sedang dan nilai < 50 menyatakan beban pekerjaan rendah. nilai skor dalam metode NASA-TLX pada tabel 2.

**Tabel 2** Nilai Skor

| NO | Skala  | Katagori |
|----|--------|----------|
| 1  | 0-50   | Rendah   |
| 2  | 51-79  | Sedang   |
| 3  | 80-100 | Tinggi   |

**Metode CVL (Cardiovascular Load)**

*Cardiovascular Load* (CVL) adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum, Denyut nadi untuk mengestimasi *index* beban kerja terdiri dari beberapa jenis. Langkah-langkah untuk pengukuran beban kerja fisik dengan persentase CVL sebagai berikut :

- a. Menghitung denyut nadi  
Langkah pertama menghitung Denyut Nadi Kerja (DNK). Selanjutnya pengukuran Denyut Nadi Istirahat (DNI) dilakukan pada saat istirahat.
- b. Menghitung denyut nadi maksimal  
Dimana denyut nadi maksimal adalah (220-umur) untuk laki-laki dan (200- umur) untuk Wanita, menghitung denyut nadi pada rumus 4.

$$DNMaks = 220/200 - Usia..... (4)$$

- c. Menghitung persentase CVL (% CVL)  
Selanjutnya menghitung persentase CVL dengan persamaan pada rumus 5.

$$\%CVL = 100\% \times \frac{DNK - DNI}{DN Maks - DNI} \% ..... (5)$$

Hasil skor perhitungan % CVL kemudian dibandingkan dengan kategori yang telah ditetapkan sebagai berikut menurut (Diniaty and Mulyadi 2016) yang terdiri dari lima katagori yaitu skor yang lebih kecil dari 30% menyatakan beban kerja fisiknya “tidak terjadi kelelahan”, 30-60% menyatakan “diperlukan perbaikan”, 60-80% menyatakan “kerja dalam waktu singkat”, 80-100% menyatakan ”diperlukan tindakan segera”, dan yang kelima skor yang lebih besar dari 100% menyatakan “tidak diperbolehkan beraktivitas”.

- 1. < 30% = Tidak terjadi kelelahan
- 2. 30-60% = Diperlukan perbaikan
- 3. 60-80% = Kerja dalam waktu singkat
- 4. 80-100% = Diperlukan tindakan segera
- 5. >100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas

**3. METODE PENELITIAN**

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian digambarkan dalam diagram aliran penelitian pada Gambar 2. Pengumpulan data pada pengukuran beban kerja psikologis karyawan dengan menggunakan metode NASA-TLX. Sebelum melakukan pengisian kuisisioner dilakukan sosialisasi dan pengarahan berupa penjelasan mengenai tata cara pengisian kuisisioner yang akan di bagikan kepada karyawan. Berdasarkan Kuisisioner diperoleh nilai pembobotan berdasarkan aspek *Psikologis demand (MD)*, *Physical Demand (PD)*, *Physical Demand (PD)*, *Own Performance (OP)*, *Effort (EF)* dan *Frustration Level (FR)*. Kategori beban kerja dengan NASA-TLX terbagi atas 3 kategori yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi dengan masing masing skala. Intepretasi berdasarkan pada nilai skor kategori beban kerja pada Tabel 2.

Pengumpulan data *Cardiovascular Load* (CVL) dilakukan pada karyawan devisi *quality control* dengan cara mengukur denyut nadi karyawan untuk mengetahui beban kerja fisik yang dialami oleh karyawan devisi *quality control* pengukuran denyut nadi menggunakan alat *oxymeter* pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran denyut nadi dengan *oxymeter*

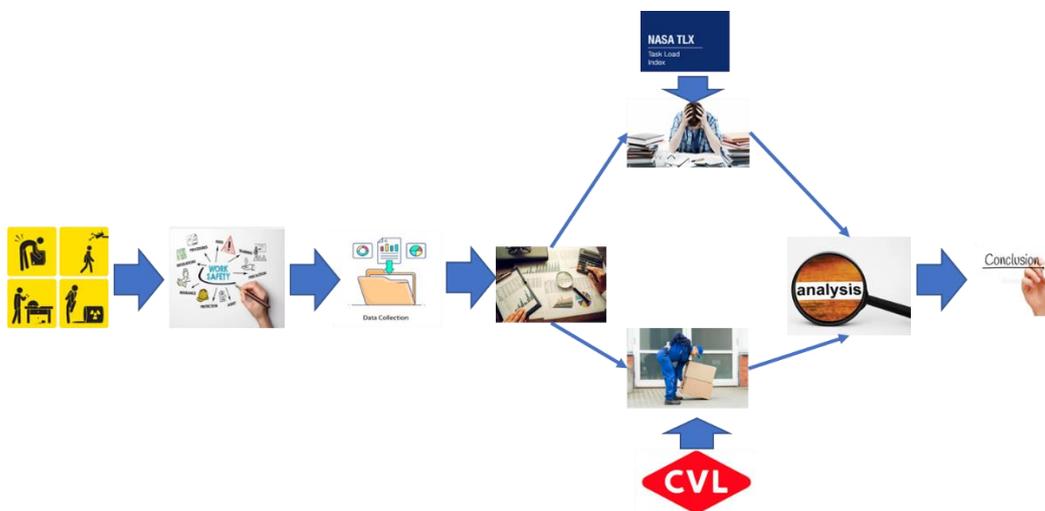
CVL merupakan estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Perhitungan Persentase (%) CVL pada Rumus (5).

Hasil skor perhitungan % CVL kemudian dibandingkan dengan kategori yang telah ditetapkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Persentase (%) CVL

| No | % CVL  | Keterangan                       |
|----|--------|----------------------------------|
| 1  | <30    | Tidak terjadi kelelahan          |
| 2  | 30-60  | Diperlukan perbaikan             |
| 3  | 60-80  | Kerja dalam waktu singkat        |
| 4  | 80-100 | Diperlukan Tindakan segera       |
| 5  | >100   | Tidak diperbolehkan beraktivitas |

Nilai persentase CVL terdiri dari lima katagori yaitu skor lebih kecil dari 30% menyatakan beban kerja fisiknya “tidak terjadi kelelahan”, 30-60% menyatakan “diperlukan perbaikan”, 60-80% menyatakan “kerja dalam waktu singkat”, 80-100% menyatakan ”diperlukan tindakan segera”, dan yang kelima skor yang lebih besar dari 100% menyatakan “tidak diperbolehkan beraktivitas”(Sutalaksana et al., 1979). Langkah penelitian dari tahap awal sampai dengan akhir pada diagram alir penelitian pada Gambar 2.



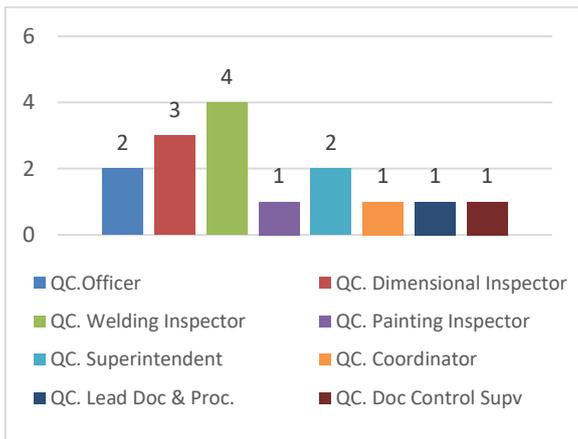
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

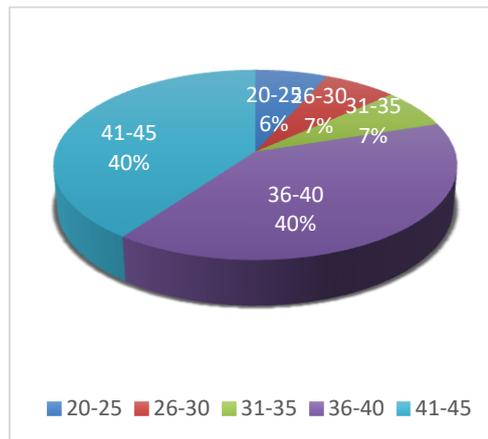
Hasil dan pembahasan dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut

#### a. Pengumpulan data

Data pengamatan dan pengukuran dilakukan terhadap 15 karyawan pada bagian *quality control* berdasarkan tingkat jabatan pada Gambar 3. Berdasarkan Usia dari 15 karyawan dibagi menjadi 5 kelas dari usia 20-25 tahun, 26-30 tahun, 31-35 tahun, 36-40 tahun dan 41-45 tahun. Data karyawan berdasarkan kategori umur pada Gambar 4.



Gambar 3. Data karyawan berdasarkan tingkat jabatan



Gambar 4. Data karyawan berdasarkan umur

**b. Pengolahan data**

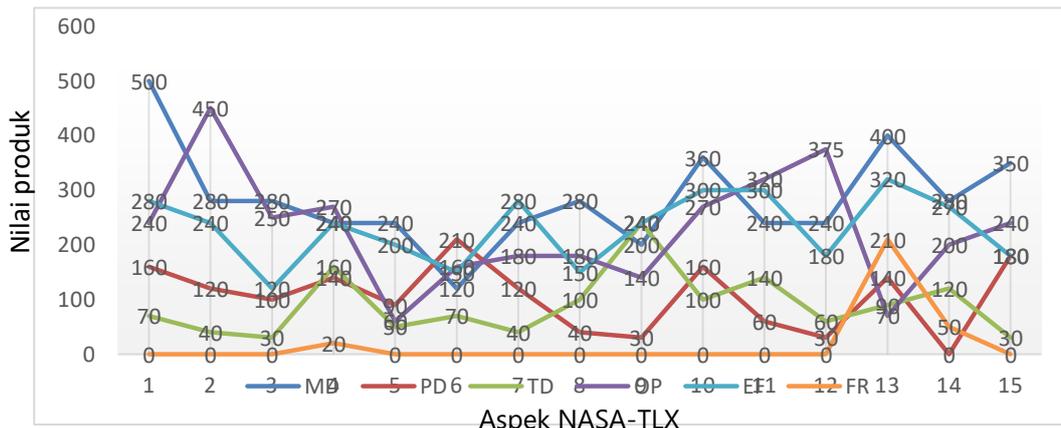
**1) Pengolahan data dengan NASA-TLX**

**a) Nilai produk**

Dari hasil pengisian kuisioner tahap selanjutnya yaitu pemberian rating, lembar pemberian rating ini adalah bersamaan dengan lembar pembobotan yang ada pada kuisioner yang telah dibagikan, pada lembar peratingan ini karyawan memilih angka yang sudah tersedia pada setiap indikator sesuai dengan beban psikologis yang dihadapinya ketika melakukan pekerjaannya. Menghitung nilai produk untuk setiap indikatornya Penentuan nilai produk pada rumus (2)

$$Nilai = bobot \cdot rating \dots \dots \dots (2)$$

Dari rumus (2), Hasil nilai produk kriteria Psikologis demand (MD), Physical Demand (PD), Physical Demand (PD), Own Performance (OP), Effort (EF) dan Frustration Level (FR) pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai produk

Keterangan: Psikologis demand (MD), Physical Demand (PD), Physical Demand (PD), Own Performance (OP), Effort (EF) dan Frustration Level (FR).

Berdasarkan aspek Nasa\_TLX, penentuan nilai produk berdasarkan nilai bobot, dan Rating sehingga dapat ditentukan klasifikasi beban kerja dari masing masing karyawan. Klasifikasi beban kerja pada Tabel 4.

Tabel 4 Klasifikasi beban kerja

| No | Karyawan | Aspek | Bobot | Rating | Nilai Produk | WWL  | Skor  | Klasifikasi Beban Kerja |
|----|----------|-------|-------|--------|--------------|------|-------|-------------------------|
| 1  | A        | MD    | 5     | 100    | 500          | 1250 | 83,33 | Tinggi                  |
|    |          | PD    | 2     | 80     | 160          |      |       |                         |
|    |          | TD    | 1     | 70     | 70           |      |       |                         |
|    |          | OP    | 3     | 80     | 240          |      |       |                         |
|    |          | EF    | 4     | 70     | 280          |      |       |                         |
| 2  | B        | FR    | 0     | 0      | 0            | 1130 | 75,33 | Sedang                  |
|    |          | MD    | 4     | 70     | 280          |      |       |                         |
|    |          | PD    | 2     | 60     | 120          |      |       |                         |
|    |          | TD    | 1     | 40     | 40           |      |       |                         |
|    |          | OP    | 5     | 90     | 450          |      |       |                         |
| 3  | C        | EF    | 3     | 80     | 240          | 780  | 52    | Sedang                  |
|    |          | FR    | 0     | 30     | 0            |      |       |                         |
|    |          | MD    | 4     | 70     | 280          |      |       |                         |
|    |          | PD    | 2     | 50     | 100          |      |       |                         |
|    |          | TD    | 1     | 30     | 30           |      |       |                         |
| 4  | D        | OP    | 5     | 50     | 250          | 1070 | 71,33 | Sedang                  |
|    |          | EF    | 3     | 40     | 120          |      |       |                         |
|    |          | FR    | 0     | 10     | 0            |      |       |                         |
|    |          | MD    | 3     | 80     | 240          |      |       |                         |
|    |          | PD    | 2     | 70     | 140          |      |       |                         |
| 5  | E        | TD    | 2     | 80     | 160          | 640  | 42,67 | Rendah                  |
|    |          | OP    | 3     | 90     | 270          |      |       |                         |
|    |          | EF    | 4     | 60     | 240          |      |       |                         |
|    |          | FR    | 1     | 20     | 20           |      |       |                         |
|    |          | MD    | 4     | 60     | 240          |      |       |                         |
| 6  | F        | PD    | 3     | 30     | 90           | 710  | 47,33 | Rendah                  |
|    |          | TD    | 1     | 50     | 50           |      |       |                         |
|    |          | OP    | 2     | 30     | 60           |      |       |                         |
|    |          | EF    | 5     | 40     | 200          |      |       |                         |
|    |          | FR    | 0     | 30     | 0            |      |       |                         |
| 7  | G        | MD    | 2     | 60     | 120          | 860  | 57,33 | Sedang                  |
|    |          | PD    | 3     | 70     | 210          |      |       |                         |
|    |          | TD    | 1     | 70     | 70           |      |       |                         |
|    |          | OP    | 4     | 40     | 160          |      |       |                         |
|    |          | EF    | 5     | 30     | 150          |      |       |                         |
| 8  | H        | FR    | 0     | 40     | 0            | 750  | 50    | Sedang                  |
|    |          | MD    | 4     | 60     | 240          |      |       |                         |
|    |          | PD    | 3     | 40     | 120          |      |       |                         |
|    |          | TD    | 1     | 40     | 40           |      |       |                         |
|    |          | OP    | 3     | 60     | 180          |      |       |                         |
|    |          | EF    | 5     | 70     | 280          |      |       |                         |
|    |          | FR    | 0     | 30     | 0            |      |       |                         |
|    |          | MD    | 4     | 70     | 280          |      |       |                         |
|    |          | PD    | 1     | 40     | 40           |      |       |                         |
|    |          | TD    | 2     | 50     | 100          |      |       |                         |
|    |          | OP    | 3     | 60     | 180          |      |       |                         |
|    |          | EF    | 5     | 30     | 150          |      |       |                         |
|    |          | FR    | 0     | 20     | 0            |      |       |                         |

**b) WWL (Weight Workload)**

WWL diperoleh dengan cara menjumlah semua data dari nilai produk dengan tujuan untuk mendapatkan nilai dari setiap indikator beban kerja. WWL pada Rumus (2).

Setelah didapat nilai WWL maka Langkah selanjutnya adalah menghitung skor rata-rata WWL dengan cara membagi nilai WWL dengan jumlah bobot total atau dua perbandingan seluruh aspek yaitu karyawan.

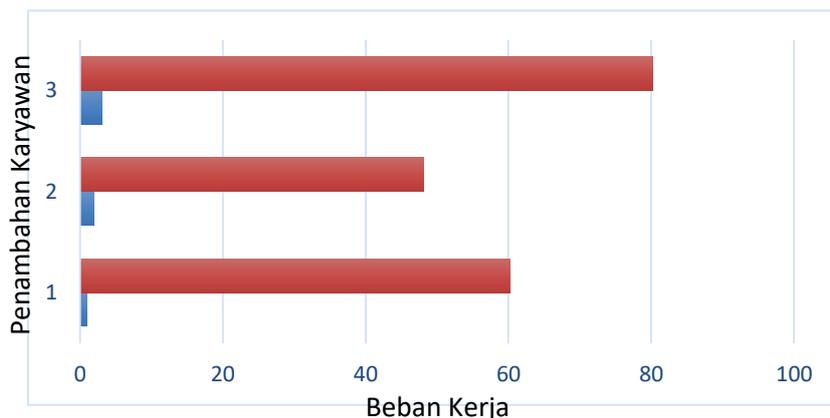
**c) Klasifikasi Beban Kerja**

Beban kerja psikologis pada karyawan divisi *quality control* dari 15 karyawan 2 orang (13,33%) dalam katagori rendah sedangkan 11orang (73,33%) dalam katagori sedang, dan 2 orang (13,33%) dalam katagori tinggi. Aspek yang paling mempengaruhi besarnya beban kerja psikologis pada divisi *quality control* yaitu *Psikologis Demand (MD)* sebesar 29%, *Effort (EF)* dan *Own Performance (OP)* sebesar 24% dan 23%, *Physical Demand (PD)*, *Temporal Demand (TD)*, dan *Frustration Level (FR)* sebesar 12%, 10%, dan 2%. Beban kerja psikologis dengan metode NASA-TLX pada divisi *quality control* pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbandingan Elemen NASA-TLX

| Aspek                         | Nilai produk | Rata-rata | %  |
|-------------------------------|--------------|-----------|----|
| <i>Psikologis Demand(MD)</i>  | 4250         | 283,3333  | 29 |
| <i>Physical Demand (PD)</i>   | 1720         | 114,6667  | 12 |
| <i>Temporal demand (TD)</i>   | 1460         | 97,33333  | 10 |
| <i>Own Performance (OP)</i>   | 3405         | 227       | 23 |
| <i>Efford (EF)</i>            | 3450         | 230       | 24 |
| <i>Frustration Level (FL)</i> | 280          | 18,66667  | 2  |

Menurut Abdelzaher (2022), Eiselt (2008) dan Mushabe (2022) perbaikan dengan melakukan penambahan karyawan dengan cara membagi total beban kerja psikologis dengan jumlah karyawan, dari hasil pembagian tersebut akan diperoleh rata-rata beban kerja. Penambahan karyawan bertujuan untuk mengurangi rata-rata beban kerja psikologis karyawan divisi *quality control* (Abdelzaher & Kharbeche, 2022), (Eiselt & Marianov, 2008), (Mushabe et al., 2022). Total beban kerja karyawan  $QC = 82+83,33+75,33 = 240,66$  Rata-rata beban kerja karyawan, kondisi 3 karyawan) =  $240,663=80,22$ , penambahan 1 karyawan= $240,664=60,16$ , penambahan 2 karyawan) = $240,665=48,13$ . Dari perhitungan beban kerja psikologis pada kondisi awal diperoleh yaitu sebesar 240,66 dengan rata-rata beban kerja psikologis sebesar 80,22 (kondisi 3 orang karyawan), jika dilakukan penambahan 1 orang karyawan rata-rata beban kerja psikologis karyawan *QC document control* menjadi 60,16 (sedang) dan jika dilakukan penambahan 2 karyawan rata-rata beban kerja psikologis karyawan *QC* menjadi 48,13 atau berkategori sedang. Hal ini menunjukkan dengan adanya penambahan karyawan akan mengurangi beban kerja psikologis rata-rata karyawan terutama di bagian departmen *quality control*. Hasil simulasi beban kerja dengan penambahan karyawan pada Gambar 6.

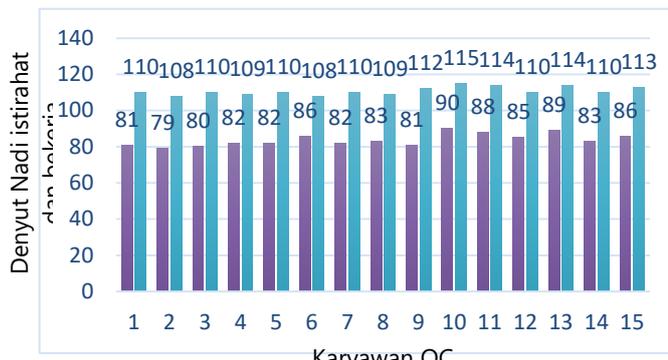


Gambar 6. Hasil Simulasi Penambahan karyawan dan beban kerja

**2) Perhitungan Cardiovascular load (CVL)**

Pengukuran denyut nadi dibagi dalam 2 waktu pengukuran yaitu denyut nadi istirahat (DNI) yaitu waktu istirahat paruh jam kerja dan pengukuran denyut nadi kerja (DNK) yaitu awal bekerja.

Langkah selanjutnya melakukan perhitungan denyut nadi maksimal. Denyut nadi saat istirahat dan pada saat bekerja pada Gambar 7.



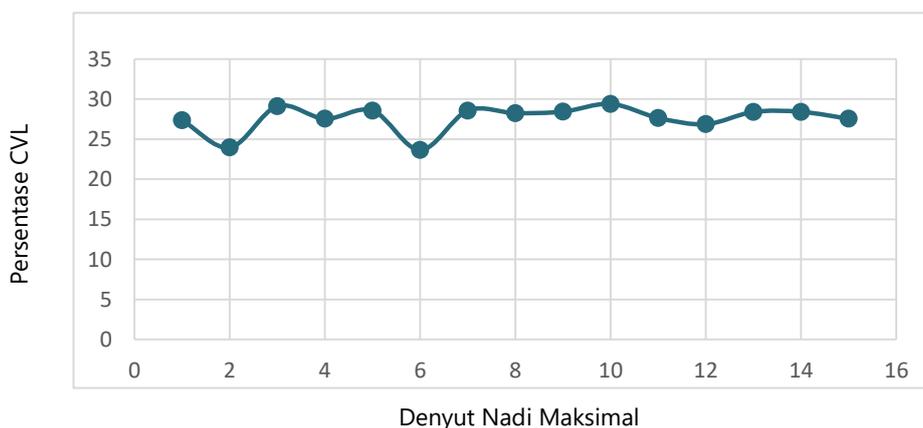
Gambar 7. Denyut nadi saat bekerja dan istirahat

Keterangan:

DNI= Denyut nadi istirahat

DNK= Denyut nadi bekerja

Perhitungan presentase CVL, untuk mengetahui presentase CVL pada karyawan divisi quality control berdasarkan denyut nadi maksimal. Denyut nadi maksimal pada Gambar 8.



Gambar 8. Denyut nadi maksimal

Berdasarkan Nilai presentase CVL dan mengklasifikasikannya maka diketahui seluruh karyawan divisi *quality control* yang berjumlah 15 orang berkategori “tidak terjadi kelelahan” untuk itu tidak ada perbaikan untuk mengurangi beban kerja fisik atau seluruh karyawan divisi *quality control* tidak mengalami beban kerja fisik, dengan hasil skor % CVL rata-rata lebih kecil dari 30%. Beban kerja psikologis terbukti meningkatkan kesalahan tugas dan tingkat cedera juga faktor psikologis lainnya termasuk kepuasan kerja (Drouot et al., 2022). Kebugaran fisik rendah juga berkaitan dengan cedera, Budaya kerja dengan perilaku aman dapat diterapkan (Krisnaningsih et al., 2020). Lin (2022), Baber (2022), Ramaganesh (2021) dan Mushabe (2022) mengungkapkan Penerapan program intervensi yang efektif dengan menyesuaikan beban kerja dengan keseimbangan beban kerja dengan keilmuan ergonomi diharapkan dapat meningkatkan kepuasan kerja serta menghilangkan kondisi kerja yang tidak sesuai, Program penambahan karyawan serta rotasi karyawan antar bagian dengan pemberian waktu istirahat dan menciptakan iklim kerja dan keselamatan kerja sama tim yang kuat diharapkan dapat mengurangi beban kerja secara fisik maupun psikologis serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja, meningkatkan kinerja serta kesejahteraan karyawan (Lin et al., 2022), (Baber & Young, 2022), (Ramaganesh et al., 2021), (Mushabe et al., 2022). Untuk mengurangi terjadinya cedera dan kecelakaan kerja tergantung pada himbuan dan peningkatan perilaku keselamatan karyawan (Jame Chenarboo et al., 2022). Dalam melakukan tugasnya karyawan memerlukan interaksi aktivitas fisik dan psikologis dalam

menentukan tingkat beban kerja (Jeffri & Awang Rambli, 2021). Evaluasi beban kerja merupakan salah satu komponen terpenting dari analisa dan desain sistem kerja (Li et al., 2022).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian skor beban kerja psikologis menggunakan metode NASA-TLX pada devisi *quality control*, diketahui bahwa 2 orang (13,33%) dalam katagori rendah sedangkan 11 orang (73,33%) dalam katagori sedang, dan 2 orang (13,33%) dalam katagori tinggi. Dan untuk skor beban kerja fisik yang menggunakan metode %CVL rata-rata lebih kecil dari 30% maka 15 orang berkategori "Tidak Terjadi Kelelahan" untuk itu tidak ada perbaikan untuk mengurangi beban kerja fisik atau seluruh karyawan devisi *quality control* tidak mengalami beban kerja fisik. Berdasarkan hasil penelitian aspek yang paling mempengaruhi beban kerja psikologis pada karyawan devisi *quality control* yaitu aspek *Psikologis Demand (MD)* sebesar 29%, dan diikuti dengan aspek *Effort (EF)* dan *Own Performance (OP)* sebesar 24% dan 23%, kemudian aspek *Physical Demand (PD)*, *Temporal Demand (TD)*, dan *Frustration Level (FR)* sebesar 12%, 10%, dan 2%. Usulan yang diberikan untuk mengurangi besarnya beban kerja psikologis pada karyawan devisi *quality control* yaitu dengan melakukan penambahan karyawan dibagian *QC* yang berjumlah 3 karyawan memiliki beban kerja psikologis paling tinggi. Dari perhitungan beban kerja psikologis pada kondisi awal diperoleh yaitu sebesar 240,66 dengan rata-rata beban kerja psikologis sebesar 80,22 (tinggi) (kondisi 3 orang karyawan), jika dilakukan penambahan 1 orang karyawan rata-rata beban kerja psikologis karyawan *QC* menjadi 60,16 (sedang) dan jika dilakukan penambahan 2 karyawan rata-rata beban kerja psikologis karyawan *QC* menjadi 48,13 (sedang). Kelemahan dari penelitian ini adalah jumlah data respondent pada devisi *quality control* yang masih terbatas penerapan metode NASA-TLX dan % CVL masih cukup relevan, pada penelitian selanjutnya kami mengusulkan dengan penambahan jumlah sampel variable dan kriteria beban kerja

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelzaher, A. A., & Kharbeche, M. (2022). Model for for Workload in a Stress in in a a Production. *IFAC PapersOnLine*, 55(10), 2005–2010. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.002>
- Abukhashabah, E. et al. (2020). Occupational accidents and injuries in construction industry in Jeddah city. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(8), 1993–1998. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.033>
- Ahmad, Y. et al. (2019). Pengaruh Stres Kerja, Beban Kerja, Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt. Fif Group Manado the Effect of Work Stress, Workload, and Work Environment on Employee Performance At PT. FIF Group Manado. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 7(3), 2303–1174.
- Amir, J. et al. (2019). Hubungan Kebisingan, Kelelahan Kerja dan Beban Kerja Pada Pekerja Bagian Body Rangka PT. X. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 7, 345–350.
- Arasyandi, M., & Bakhtiar, A. (2016). Analisa Beban Kerja Mental Dengan Metode NASA TLX Pada Operator Kargo di PT. Dharma Bandar Mandala (PT. DBM). *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4), 1–6.
- Baber, C., & Young, M. S. (2022). Making ergonomics accountable: Reliability, validity and utility in ergonomics methods. *Applied Ergonomics*, 98(April 2021), 103583. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103583>
- Diniaty, D., & Mulyadi, Z. (2016). Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Karyawan Lantai Produksi Dipt Pesona Laut Kuning. *Jurnal Sains, Teknologi, Dan Industri*, 13(2), 203–210.
- Drouot, M. et al. (2022). Augmented reality on industrial assembly line: Impact on effectiveness and mental workload. *Applied Ergonomics*, 103(September 2021), 103793. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103793>
- Eiselt, H. A., & Marianov, V. (2008). Employee positioning and workload allocation. *Computers and Operations Research*, 35(2), 513–524. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.03.014>
- Fahamsyah, D. (2017). ANALISIS HUBUNGAN BEBAN KERJA MENTAL DENGAN STRES KERJA DI INSTALASI CSSD RUMAH SAKIT UMUM HAJI SURABAYA. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6(1), 107–115. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v6i1.2017.107-115>
- Fruggiero, F. et al. (2018). Revealing a frame to incorporate safe human behaviour in assembly processes. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 661–668. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.394>
- Goncalves Filho, A. P. et al. (2021). Improving accident analysis in construction – Development of a contributing factor classification framework and evaluation of its validity and reliability. *Safety Science*, 140(April), 105303. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105303>
- Halsey, L. G. et al. (2022). Variability in energy expenditure is much greater in males than females.

- Journal of Human Evolution*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2022.103229>
- Handoko et al. (2020). An Analysis of the Impact of Workload towards the Risk of Fatigue Level on PT KCI Machinists. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(10), 70–78.
- Heinrich, H. W. (1941). *Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach.e.*
- Henni et al. (2014). Analisis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Mental Pekerja dengan Menggunakan Metode SWAT (Subjective Workload-Assessment Technique). *Jurnal Integrasi Sistem Industri UMJ*, 1(2), 75–82. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/936>
- ILO-Safety and health at work*. (n.d.).
- Jame Chenarboo, F. et al. (2022). The influence of physical and mental workload on the safe behavior of employees in the automobile industry. *Heliyon*, 8(10), e11034. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11034>
- Jeffri, N. F. S., & Awang Rambli, D. R. (2021). A review of augmented reality systems and their effects on mental workload and task performance. *Heliyon*, 7(3), e06277. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06277>
- Kantowitz, B. H., & Casper, P. A. (2017). Human workload in aviation. In *Human error in aviation* (pp. 123–153). Routledge.
- Khanzode, V. V. et al. (2012). Occupational injury and accident research: A comprehensive review. *Safety Science*, 50(5), 1355–1367. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.015>
- Kramer, A. F. (2020). Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress. *Multiple-Task Performance*, 279–328. <https://doi.org/10.1201/9781003069447-14>
- Krisnaningsih, E. et al. (2019). Pengukuran Beban Kerja Mental Operator Control Room Menggunakan Metode Subjective Workload Assesment Technique (SWAT) di PT. Krakatau Steel (Persero) TBK. *Jurnal Teknik Industri*, 2(1), 32–44.
- Krisnaningsih, E. et al. (2020). Usulan Penentuan Waktu Baku Pada Operator Packing Folding Kain Tetoron Rayon Dengan Metode Stopwachth. *Jurnal InTent*, 3(2), 67–81.
- Krisnaningsih, E. et al. (2022). ANALISA MULTI-CRITERIA PEMILIHAN PEMASOK BAJA SLAB. 5(1), 1–13.
- Li, W. C. et al. (2022). The influence of augmented reality interaction design on Pilot’s perceived workload and situation awareness. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 92(May), 103382. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103382>
- Liao, C. W., & Chiang, T. L. (2022). Occupational injuries among non-standard workers in the Taiwan construction industry. *Journal of Safety Research*, 82, 301–313. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.06.006>
- Lin, J. H. et al. (2022). Safety, health, and ergonomics in cleaning occupations. *Applied Ergonomics*, 106, 103914. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103914>
- Mosaly, P. R. et al. (2021). Impact of Workspace Design on Radiation Therapist Technicians’ Physical Stressors, Mental Workload, Situation Awareness, and Performance. *Practical Radiation Oncology*, 11(1), e3–e10. <https://doi.org/10.1016/j.prr.2020.07.002>
- Mushabe, C. et al. (2022). Reconceptualizing faculty workload as a measure of human resource motivation and performance in higher education. *Social Sciences & Humanities Open*, 6(1), 100279. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100279>
- Oah, S. et al. (2018). The Influence of Safety Climate, Safety Leadership, Workload, and Accident Experiences on Risk Perception: A Study of Korean Manufacturing Workers. *Safety and Health at Work*, 9(4), 427–433. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.01.008>
- Poó, F. M. et al. (2018). The taxi industry: working conditions and health of drivers, a literature review. *Transport Reviews*, 38(3), 394–411. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1370035>
- Ramaganesh, M. et al. (2021). Ergonomics hazard analysis techniques- A technical review. *Materials Today: Proceedings*, 46(xxxx), 7789–7797. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.329>
- Ramdan, I. M., & Rahman, A. (2018). Analisis Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Perawat. *Jurnal Keperawatan Padjadjaran*, 5(3), 229–241. <https://doi.org/10.24198/jkp.v5i3.645>
- Romero Barriuso, A. et al. (2021). The importance of preventive training actions for the reduction of workplace accidents within the Spanish construction sector. *Safety Science*, 134(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105090>
- Schwartz, A. et al. (2021). Janitors’ mental workload, psychosocial factors, physical fitness, and injury: The SWEEP study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83(March), 103132. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103132>
- Sutalaksana, I. Z. et al. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja, Bandung*. Penerbit Departemen Teknik Industri–

ITB.

- van der Kleij, R. et al. (2018). Change detection support for supervisory controllers of highly automated systems: Effects on performance, mental workload, and recovery of situation awareness following interruptions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 66, 75–84.  
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.02.010>
- Vanberkel, P. T. et al. (2011). An exact approach for relating recovering surgical patient workload to the master surgical schedule. *Journal of the Operational Research Society*, 62(10), 1851–1860.  
<https://doi.org/10.1057/jors.2010.141>
- Wilson, M. D. et al. (2021). Understanding fatigue in a naval submarine: Applying biomathematical models and workload measurement in an intensive longitudinal design. *Applied Ergonomics*, 94(March), 103412. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103412>
- Yang, Y. et al. (2020). Effect of highway directional signs on driver mental workload and behavior using eye movement and brain wave. *Accident Analysis and Prevention*, 146(July), 105705.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105705>