

# ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DENGAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD PADA PEKERJA AREA FABRIKASI BAJA

Wika Sulistiani\*, Sri Hartini

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

*PT XYZ adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang industri dan fabrikasi baja. Di area fabrikasi baja memiliki lingkungan yang kurang baik, seperti adanya kebisingan yang melebihi Nilai Ambang Batas yaitu 95 dB dan bau yang menyengat dari proses blasting dan painting, banyaknya debu yang bertebaran dari beberapa aktivitas kerja terutama pada proses blasting di area fabrikasi yaitu 74,81 mg/Nm<sup>3</sup> dan suhu lingkungan yang melebihi suhu normal yaitu 32,67°C, serta adanya jam kerja yang overtime yaitu lebih dari 8 jam kerja per hari karena pekerja harus melakukan rework dan repair produk cacat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja fisik pekerja, mengukur dan menentukan kategori beban kerja fisik, mengetahui penyebab kelelahan pekerja, dan memberikan usulan rekomendasi terhadap beban kerja fisik pekerja. Pada penelitian ini menggunakan metode Cardiovascular Load untuk mengukur tingkat beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja. Selain itu, peneliti juga mengukur konsumsi energi dan konsumsi oksigen yang dikeluarkan oleh pekerja. Berdasarkan hasil pengolahan data dapat diketahui bahwa terdapat 6 pekerja yang memiliki %CVL diantara 30% sampai dengan 60% sehingga menjadi prioritas perbaikan. Pemberian rekomendasi perbaikan dilakukan dengan analisis fishbone diagram agar dihasilkan usulan perbaikan secara lebih tepat dalam menangani beban kerja fisik pekerja di area fabrikasi baja.*

**Kata kunci:** beban kerja fisik; kelelahan kerja; cardiovascular load; konsumsi oksigen; konsumsi energi

## Abstract

*[Analysis of Physical Workload with Cardiovascular Load Method for Steel Fabrication Area Workers] PT XYZ is a company engaged in steel industry and fabrication. In the steel fabrication area, there is a poor environment, such as the presence of noise that exceeds the Threshold Value of 95 dB and the pungent odor from the blasting and painting process, the amount of dust scattered from several work activities, especially in the blasting process in the fabrication area, which is 74.81 mg/Nm<sup>3</sup> and the ambient temperature that exceeds the normal temperature of 32.67°C, and the existence of overtime working hours, which is more than 8 hours of work per day because workers have to rework and repair defective products. This study aims to determine the level of physical workload of workers, measure and determine the category of physical workload, find out the causes of worker fatigue, and provide recommendation proposals for the physical workload of workers. In this study, the Cardiovascular Load method was used to measure the level of physical workload received by workers. In addition, researchers also measured energy consumption and oxygen consumption emitted by workers. Based on the results of data processing, it can be seen that there are 6 workers who have a %CVL between 30% to 60% so that it becomes a priority for improvement. The provision of improvement recommendations is carried out by analyzing fishbone diagrams in order to produce proposed improvements more precisely in handling the physical workload of workers in the steel fabrication area.*

**Keywords:** physical workload; work fatigue; cardiovascular load; oxygen consumption; energy consumption

---

\*Penulis Korespondensi.  
E-mail: wikasulistiani@students.undip.ac.id

## 1. Pendahuluan

Dalam menghadapi permasalahan yang ada pada dunia industri serta adanya persaingan global, perusahaan harus memiliki strategi yang efektif dalam menjalankan perusahaannya. Salah satu hal yang menjadi sorotan perusahaan adalah produktivitas, sehingga pekerja bukan lagi sebagai objek tetapi sebagai subjek (Thamrin, Novita, & Panjaitan, 2014). Dengan demikian, harus ada sinergi antara perusahaan dengan pekerja yang tujuannya untuk menciptakan peningkatan produktivitas yang sesuai dengan keinginan perusahaan. Menurut Tarwaka (2004), terdapat berbagai macam faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja dan salah satunya adalah kelelahan kerja. Kelelahan kerja merupakan suatu keadaan dimana terjadi penurunan performa kerja dari seseorang. Beban kerja adalah salah satu faktor penunjang terjadinya kelelahan kerja sehingga beban kerja yang diterima baik beban kerja fisik maupun mental harus sesuai dengan kemampuan fisik dan mental pekerja (Reppi, Suoth, dan Kandou, 2019).

Beban kerja merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja karyawan. Beban kerja adalah sekumpulan tugas yang diberikan kepada pekerja yang harus diselesaikan pada waktu tertentu berdasarkan pada potensi dan keterampilan dari pekerja (Munandar, 2011). Beban kerja terbagi menjadi dua, yaitu beban kerja mental dan beban kerja fisik. Beban kerja mental adalah suatu kondisi yang dirasakan oleh pekerja dalam melaksanakan tugasnya dimana hanya terdapat sumber daya mental dalam kondisi yang terbatas (Wignjoesoebroto dkk, 2003). Adapun beban kerja fisik merupakan suatu beban kerja yang berdampak pada gangguan kesehatan seperti sistem faal tubuh, jantung, pernapasan, serta alat indera pada tubuh seseorang yang disebabkan oleh kondisi dari pekerjaan yang dilakukan (Munandar, 2014). Kinerja dan produktivitas pekerja sangat dipengaruhi oleh beban kerja, terutama beban kerja fisik yang dapat menimbulkan kelelahan yang mengakibatkan turunnya produktivitas pekerja.

Dalam menghadapi globalisasi, sumber daya manusia memainkan peran yang sangat dominan dalam kegiatan perusahaan (Gomes et al., 2020). Keberhasilan atau kegagalan perusahaan dalam mencapai tujuan yang ditetapkan sangat tergantung pada kemampuan sumber daya manusia (karyawan) untuk melaksanakan tugas yang diberikan kepada mereka (Tan et al., 2020). Oleh karena itu, setiap perusahaan perlu memikirkan bagaimana hal tersebut dapat dilakukan untuk mengembangkan sumber daya manusia untuk mendorong kemajuan bagi perusahaan dan membuat karyawan tersebut memiliki produktivitas yang tinggi (Caliando et al., 2020). Peningkatan produktivitas menjadi salah satu parameter utama bagi setiap institusi untuk memenangkan persaingan dalam menghadapi perubahan lingkungan yang cepat (Dieppe, 2021).

Menurut Tarwaka (2004), terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja, salah satunya yaitu kelelahan kerja. Kelelahan adalah sistem dalam tubuh yang memberi sinyal jika ada sesuatu yang menyebabkan gangguan dalam tubuh dan bahwa gangguan tersebut akan pulih setelah istirahat. Kelelahan yang terjadi di tempat kerja atau biasa disebut sebagai kelelahan kerja merupakan salah satu masalah yang terjadi di tempat kerja, baik di sektor formal maupun informal. Kelelahan dapat menyebabkan kecelakaan kerja, yang akhirnya menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Dengan demikian, ada urgensi untuk memberikan perhatian khusus dalam menyelesaikan masalah kelelahan kerja (Tarwaka, 2013).

PT XYZ adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang industri dan fabrikasi baja. Fabrikasi baja adalah salah satu unit bisnis dari PT XYZ yang bergerak di bidang *steel bridge*, *steel structure*, *plate work*, dan *tower*. Pada PT XYZ memiliki 11 jalur produksi yang terdiri dari area fabrikasi, area *blasting* dan *painting*, area *cutting*, area *auto blast*, serta terdapat area untuk fabrikasi material baja siku. Saat ini PT XYZ sedang menjalankan tiga proyek yaitu proyek KAN, Vale, dan *Refinery Development Master Plan* (RDMP). Pada area fabrikasi, terbagi menjadi beberapa bagian pekerjaan, diantaranya yaitu *fit up*, *welding*, *drilling*, *finishing*, dan sebagainya. Di area fabrikasi baja memiliki lingkungan yang kurang baik, seperti adanya kebisingan yang melebihi Nilai Ambang Batas yaitu 95 dB dan bau yang menyengat dari proses *blasting* dan *painting*, serta banyaknya debu yang bertebaran akibat beberapa aktivitas kerja yang ada di area fabrikasi yaitu 74,81 mg/Nm<sup>3</sup> dan suhu lingkungan yang melebihi suhu normal yaitu 32,67°C. Selain itu, banyak pekerja atau manpower yang sakit akibat dari kurangnya oksigen, lelah, kurang tidur, maupun karena faktor cuaca, serta adanya jam kerja yang berlebihan sebanyak 69 orang dari PT XYZ dan 14 orang dari SUBKON pada bulan Desember 2021. Banyak dari pekerja dari PT XYZ maupun SUBKON yang bekerja lebih dari 8 jam per hari dan juga bekerja di hari libur dikarenakan target produksi yang seharusnya 10 ton per hari tidak tercapai disebabkan pekerja harus melakukan *rework* dan *repair* produk cacat.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang ada, dapat disimpulkan bahwa rumusan masalah yang hendak diselesaikan dalam penelitian kali ini yaitu bagaimana tingkat beban kerja fisik pekerja di area fabrikasi baja pada PT XYZ berdasarkan metode *Cardiovascular Load*, serta perhitungan konsumsi oksigen, dan konsumsi energi. Kemudian setelah diketahui nilai beban kerja fisik pekerja, maka akan di analisis dengan menggunakan *fishbone diagram*. Adapun, penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja fisik pekerja, mengukur dan menentukan kategori beban kerja fisik, mengetahui penyebab kelelahan pekerja, dan

memberikan usulan rekomendasi terhadap beban kerja fisik pekerja.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian kali ini dilakukan oleh penulis dengan mengambil tempat di PT XYZ yang menjadi salah satu perusahaan manufaktur pada Kawasan Industri di Balaraja, Tangerang Banten. Adapun, penelitian dilaksanakan dalam kurun waktu 1 bulan dari tanggal 10 Januari 2022- 10 Februari 2022.

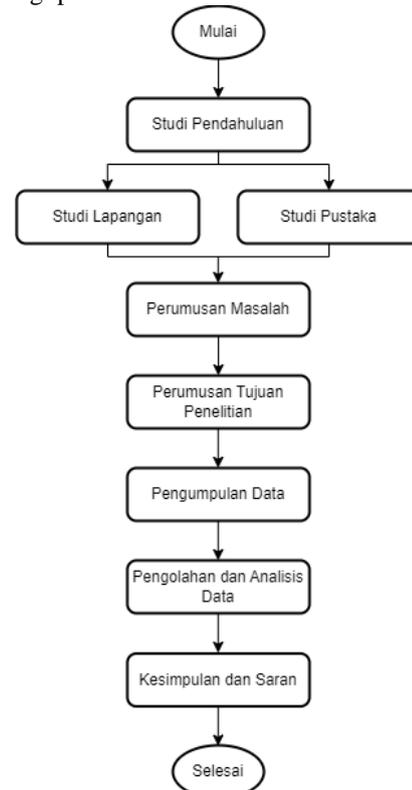
Jenis penelitian kali ini adalah penelitian kuantitatif karena salah satu tujuan utamanya yakni mengukur dan menentukan kategori beban kerja fisik di area fabrikasi baja. Selain itu, dilakukan pula perhitungan konsumsi oksigen dan konsumsi energi pada pekerja. Cakupan topik dalam penelitian kali ini adalah mengenai studi kasus karena merumuskan masalah secara langsung dari kondisi objek penelitian. Oleh karena itu, akan dilakukan analisis dan interpretasi hasil perhitungan secara mendalam mengenai permasalahan proses yang terjadi. Dimensi penelitian ini adalah *cross-sectional study* karena hanya dilaksanakan dalam suatu periode atau kurun waktu tertentu. Objek yang diteliti pada penelitian kali ini adalah pekerja di jalur 1 dan jalur 2 pada area fabrikasi baja.

Penemuan masalah pada penelitian dilakukan berdasarkan observasi lapangan pada departemen produksi, tepatnya di sekitar area lantai produksi. Observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi kondisi yang ada di lapangan. Adapun, area-area yang di observasi meliputi area proses *fit up*, *welding*, *drilling*, dan *finishing*.

Pada penelitian kali ini, pengumpulan data yaitu berupa data-data lingkungan di area kerja, data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat pekerja yang diukur dengan menggunakan Oksimeter. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara, yaitu wawancara tidak terstruktur, dilakukan dengan pekerja di area fabrikasi baja dan staff QSHE untuk memperoleh data yang dibutuhkan, observasi langsung, dilakukan untuk melihat kondisi lingkungan kerja yang sebenarnya di area fabrikasi baja dan untuk memperoleh data beban kerja dengan mengukur denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat pekerja, data perusahaan, dilakukan untuk memperoleh data seperti struktur organisasi, data mengenai kondisi lingkungan kerja, profil perusahaan, dan sebagainya.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load*, dan juga perhitungan konsumsi energi, dan konsumsi oksigen berdasarkan data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Setelah dilakukan pengolahan data, selanjutnya yaitu analisis data yang merupakan tahap menganalisis dari hasil pengolahan data yang sudah dilakukan dengan menggunakan *fishbone diagram*. Kemudian setelah dianalisis dengan *fishbone diagram*, maka akan diberikan usulan rekomendasi terkait dengan beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja di

area fabrikasi baja. Gambar 1. merupakan *flowchart* metodologi penelitian.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan Perhitungan Konsumsi Oksigen

Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan sebelum dan sesudah aktivitas. Berikut ini merupakan rumus untuk perhitungan konsumsi oksigen:

$$Y = 0.014x + 0.017z - 1.706$$

Dimana:

Y = Konsumsi oksigen

x = Denyut nadi

z = Berat badan

Dari hasil perhitungan konsumsi oksigen tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut:

0.5 – 1.0 => Ringan

1.0 – 1.5 => Sedang

1.5 – 2.0 => Sangat Berat

> 2.5 => Sangat Berat Sekali

### Perhitungan Konsumsi Oksigen Sebelum Aktivitas

Berikut ini merupakan contoh perhitungan konsumsi oksigen sebelum aktivitas kerja:

$$Y_{\text{sebelum}} = 0.014x + 0.017z - 1.706$$

$$Y_{\text{sebelum}} = 0.014(94) + 0.017(63) - 1.706 = 0.681$$

- **Pekerja Fit Up**

Tabel 1. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sebelum aktivitas pada pekerja *fit up*.

**Tabel 1.** Konsumsi Oksigen Sebelum Aktivitas Pekerja *Fit Up*

Pekerja <i>Fit Up</i>	BB	Y sebelum
<b>Jalur 1</b>		
Rofi	63	0.681
Abdul	48	0.531
Udin	70	0.548
Shandriko	63	0.394
Djamaludin	51	0.463
Fahyumi	60	0.329
Rahman	60	0.826
<b>Jalur 2</b>		
Dian	65	0.624
Rudi	60	0.497
Sriyono	50	0.124
Puji	60	0.546
Khairul	50	0.551

- **Pekerja *Welding***

Tabel 2. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sebelum aktivitas pada pekerja *welding*.

**Tabel 2.** Konsumsi Oksigen Sebelum Aktivitas Pekerja *Welding*

Pekerja <i>Welding</i>	BB	Y sebelum
<b>Jalur 1</b>		
Edi	87	1.138
Hartono	78	0.649
Anton	56	0.45
Bima	95	1.365
<b>Jalur 2</b>		
Purnomo	67	0.539
Ardi	60	0.427
Suraji	59	0.48
Pujiono	46	0.28
Yationo	65	0.743

- **Pekerja *Drilling***

Tabel 3. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sebelum aktivitas pada pekerja *drilling*.

**Tabel 3.** Konsumsi Oksigen Sebelum Aktivitas Pekerja *Drilling*

Pekerja <i>Drilling</i>	BB	Y sebelum
<b>Jalur 1</b>		
Bayu	40	0.059
Rido	75	0.941
Agus	75	0.948
Faizul	50	0.054

- **Pekerja *Finishing***

Tabel 4. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sebelum aktivitas pada pekerja *finishing*.

**Tabel 4.** Konsumsi Oksigen Sebelum Aktivitas Pekerja *Finishing*

Pekerja <i>Finishing</i>	BB	Y sebelum
<b>Jalur 1</b>		
Asfian	49	0.38
Rizki	48	0.643
Abu	45	0.249
Tarsim	52	0.627
<b>Jalur 2</b>		
Feri	55	0.363
Surdi	40	0.087
Sahira	50	0.446

**Perhitungan Konsumsi Oksigen Sesudah Aktivitas**

Berikut ini merupakan contoh perhitungan konsumsi oksigen sesudah aktivitas kerja:

$$Y_{\text{sesudah}} = 0.014x + 0.017z - 1.706$$

$$Y_{\text{sesudah}} = 0.014(113.5) + 0.017(63) - 1.706 = 0.954$$

- **Pekerja *Fit Up***

Tabel 5. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sesudah aktivitas pada pekerja *fit up*.

**Tabel 5.** Konsumsi Oksigen Sesudah Aktivitas Pekerja *Fit Up*

Pekerja <i>Fit Up</i>	BB	Y sesudah
<b>Jalur 1</b>		
Rofi	63	0.954
Abdul	48	0.482
Udin	70	1.087
Shandriko	63	0.87
Djamaludin	51	0.785
Fahyumi	60	0.742
Rahman	60	1.001
<b>Jalur 2</b>		
Dian	65	0.792
Rudi	60	0.42
Sriyono	50	0.264
Puji	60	0.427
Khairul	50	0.544

- **Pekerja *Welding***

Tabel 6. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sesudah aktivitas pada pekerja *welding*.

**Tabel 6.** Konsumsi Oksigen Sesudah Aktivitas Pekerja *Welding*

Pekerja <i>Welding</i>	BB	Y sesudah
<b>Jalur 1</b>		
Edi	87	1.915
Hartono	78	0.684
Anton	56	0.702
Bima	95	1.68
<b>Jalur 2</b>		
Purnomo	67	0.63
Ardi	60	0.658
Suraji	59	0.333
Pujiono	46	0.469

**Tabel 6.** Konsumsi Oksigen Sesudah Aktivitas Pekerja *Welding* (Lanjutan)

Pekerja <i>Welding</i>	BB	Y sesudah
<b>Jalur 2</b>		
Yationo	65	1.009

- **Pekerja *Drilling***

Tabel 7. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sesudah aktivitas pada pekerja *drilling*.

**Tabel 7.** Konsumsi Oksigen Sesudah Aktivitas Pekerja *Drilling*

Pekerja <i>Drilling</i>	BB	Y sesudah
<b>Jalur 1</b>		
Bayu	40	0.108
Rido	75	1.151
Agus	75	1.228
Faizul	50	0.628

- **Pekerja *Finishing***

Tabel 8. merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi oksigen sesudah aktivitas pada pekerja *finishing*.

**Tabel 8.** Konsumsi Oksigen Sesudah Aktivitas Pekerja *Finishing*

Pekerja <i>Finishing</i>	BB	Y sesudah
<b>Jalur 1</b>		
Asfian	49	0.583
Rizki	48	1.161
Abu	45	0.62
Tarsim	52	0.879
<b>Jalur 2</b>		
Feri	55	0.531
Surdi	40	0.276
Sahira	50	0.817

**Perhitungan Konsumsi Energi**

Berikut ini merupakan contoh perhitungan konsumsi energi:

$$E_{\text{sebelum}} = Y_{\text{sebelum}} \times 5 \text{ kkal/menit}$$

$$E_{\text{setelah}} = Y_{\text{setelah}} \times 5 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{Konsumsi Energi} = E_{\text{setelah}} - E_{\text{sebelum}}$$

$$\text{Konsumsi Energi} = (0.954 \times 5) - (0.681 \times 5) = 1.725$$

Dari hasil perhitungan konsumsi energi tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut:

$$\text{Beban kerja ringan} = 100 - 200 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Beban kerja sedang} = > 200 - 350 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Beban kerja berat} = > 350 \text{ kkal/jam}$$

- **Pekerja *Fit Up***

Tabel 9. Merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi energi untuk pekerja *fit up*.

**Tabel 9.** Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja *Fit Up*

Pekerja <i>Fit Up</i>	BB	Konsumsi Energi (kkal/menit)	Konsumsi Energi (kkal/jam)
<b>Jalur 1</b>			
Rofi	63	1.725	103.5
Abdul	48	-0.245	-14.7

**Tabel 9.** Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja *Fit Up* (Lanjutan)

Pekerja <i>Fit Up</i>	BB	Konsumsi Energi (kkal/menit)	Konsumsi Energi (kkal/jam)
<b>Jalur 1</b>			
Udin	70	2.695	161.7
Shandriko	63	2.38	142.8
Djamaludin	51	1.61	96.6
Fahyumi	60	2.065	123.9
Rahman	60	0.875	52.5
<b>Jalur 2</b>			
Dian	65	0.84	50.4
Rudi	60	-0.385	-23.1
Sriyono	50	0.7	42
Puji	60	-0.595	-35.7
Khairul	50	-0.035	-2.1

- **Pekerja *Welding***

Tabel 10. Merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi energi untuk pekerja *welding*.

**Tabel 10.** Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja *Welding*

Pekerja <i>Welding</i>	BB	Konsumsi Energi (kkal/menit)	Konsumsi Energi (kkal/jam)
<b>Jalur 1</b>			
Edi	87	3.885	233.1
Hartono	78	0.175	10.5
Anton	56	1.26	75.6
Bima	95	1.575	94.5
<b>Jalur 2</b>			
Purnomo	67	0.455	2.3
Ardi	60	1.155	69.3
Suraji	59	-0.735	-44.1
Pujiono	46	0.945	56.7
Yationo	65	1.33	79.8

- **Pekerja *Drilling***

Tabel 11. Merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi energi untuk pekerja *drilling*.

**Tabel 11.** Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja *Drilling*

Pekerja <i>Drilling</i>	BB	Konsumsi Energi (kkal/menit)	Konsumsi Energi (kkal/jam)
<b>Jalur 1</b>			
Bayu	40	0.245	14.7
Rido	75	1.05	63
Agus	75	1.4	84
Faizul	50	2.87	172.2

- **Pekerja *Finishing***

Tabel 12. Merupakan tabel rekap perhitungan konsumsi energi untuk pekerja *finishing*.

**Tabel 12.** Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja *Finishing*

Pekerja <i>Finishing</i>	BB	Konsumsi Energi (kkal/menit)	Konsumsi Energi (kkal/jam)
<b>Jalur 1</b>			
Asfian	49	1.015	60.9
Rizki	48	2.59	155.4

**Tabel 12.** Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja *Finishing* (Lanjutan)

	Abu	45	1.855	111.3
	Tarsim	52	1.26	75.6
<b>Jalur 2</b>				
	Feri	55	0.84	50.4
	Surdi	40	0.945	56.7
	Sahira	50	1.855	111.3

**Perhitungan Cardiovascular Load**

Untuk perhitungan persentase *Cardiovascular Load* menggunakan rumus berikut ini:

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

Dimana menurut Tarwaka (2004), rumus denyut nadi maksimum yaitu:

- Laki-laki → Denyut Nadi Maksimum = 220 – umur
- Perempuan → Denyut Nadi Maksimum = 200 – umur

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut:

- %CVL < 30% = tidak terjadi kelelahan
- 30% < %CVL ≤ 60% = diperlukan perbaikan
- 60% < %CVL ≤ 80% = kerja dalam waktu singkat
- 80% < %CVL ≤ 100% = diperlukan tindakan segera
- %CVL > 100% = tidak diperbolehkan beraktivitas

Berikut ini merupakan contoh perhitungan %CVL:

$$\%CVL = \frac{113.5 - 94}{195 - 94} \times 100 = 19.307$$

- **Pekerja Fit Up**

Tabel 13. Merupakan tabel rekapitulasi perhitungan %CVL untuk pekerja *fit up*.

**Tabel 13.** Perhitungan %CVL Pekerja *Fit Up*

Pekerja <i>Fit Up</i>	Umur (Tahun)	DNK	DNI	DNK Maks	%CVL	Keterangan
<b>Jalur 1</b>						
Rofi	25	113.5	94	195	19.307	Tidak terjadi kelelahan
Abdul	22	98	101.5	198	-3.627	Tidak terjadi kelelahan
Udin	30	114.5	76	190	33.772	Diperlukan perbaikan
Shandriko	21	107.5	73.5	199	27.092	Tidak terjadi kelelahan
Djamaludin	52	116	93	168	30.667	Diperlukan perbaikan
Fahyumi	45	102	72.5	175	28.780	Tidak terjadi kelelahan
Rahman	32	120.5	108	188	15.625	Tidak terjadi kelelahan
<b>Jalur 2</b>						
Dian	26	99.5	87.5	194	11.268	Tidak terjadi kelelahan
Rudi	34	79	84.5	186	-5.419	Tidak terjadi kelelahan
Sriyono	35	80	70	185	8.696	Tidak terjadi kelelahan
Puji	36	79.5	8	184	-8.854	Tidak terjadi kelelahan
Khairul	46	100	100.5	174	-0.680	Tidak terjadi kelelahan

- **Pekerja Welding**

Tabel 14. Merupakan tabel rekapitulasi perhitungan %CVL untuk pekerja *welding*.

**Tabel 14.** Perhitungan %CVL Pekerja *Welding*

Pekerja <i>Welding</i>	Umur (Tahun)	DNK	DNI	DNK Maks	%CVL	Keterangan
<b>Jalur 1</b>						
Edi	20	153	97.5	200	54.146	Diperlukan perbaikan
Hartono	48	76	73.5	172	2.538	Tidak terjadi kelelahan

**Tabel 14.** Perhitungan %CVL Pekerja *Welding* (Lanjutan)

Pekerja <i>Welding</i>	Umur (Tahun)	DNK	DNI	DNK Maks	%CVL	Keterangan
Anton	33	104	86	187	17.822	Tidak terjadi kelelahan
Bima	22	126.5	104	198	23.936	Tidak terjadi kelelahan
<b>Jalur 2</b>						
Purnomo	32	85.5	79	188	5.963	Tidak terjadi kelelahan
Ardi	30	96	79.5	190	14.932	Tidak terjadi kelelahan
Suraji	52	74	84.5	168	-12.575	Tidak terjadi kelelahan
Pujiono	26	99.5	86	194	12.500	Tidak terjadi kelelahan
Yatono	30	115	96	190	20.213	Tidak terjadi kelelahan

- **Pekerja Drilling**

Tabel 15. Merupakan tabel rekapitulasi perhitungan %CVL untuk pekerja *drilling*.

**Tabel 15.** Perhitungan %CVL Pekerja *Drilling*

Pekerja <i>Drilling</i>	Umur (Tahun)	DNK	DNI	DNK Maks	%CVL	Keterangan
<b>Jalur 1</b>						
Bayu	21	81	77.5	199	2.881	Tidak terjadi kelelahan
Rido	19	113	98	201	14.563	Tidak terjadi kelelahan
Agus	35	118.5	98.5	185	23.121	Tidak terjadi kelelahan
Faizul	21	106	65	199	30.597	Diperlukan perbaikan

- **Pekerja Finishing**

Tabel 16. Merupakan tabel rekapitulasi perhitungan %CVL untuk pekerja *finishing*.

**Tabel 16.** Perhitungan %CVL Pekerja *Finishing*

Pekerja <i>Finishing</i>	Umur (Tahun)	DNK	DNI	DNK Maks	%CVL	Keterangan
<b>Jalur 1</b>						
Asfian	30	104	89.5	190	14.428	Tidak terjadi kelelahan
Rizki	26	146.5	109.5	194	43.787	Diperlukan perbaikan
Abu	30	111.5	85	190	25.238	Tidak terjadi kelelahan
Tarsim	50	121.5	103.5	170	27.068	Tidak terjadi kelelahan
<b>Jalur 2</b>						
Feri	52	93	81	168	13.793	Tidak terjadi kelelahan
Surdi	31	93	79.5	189	12.329	Tidak terjadi kelelahan
Sahira	53	119.5	93	167	35.811	Diperlukan perbaikan

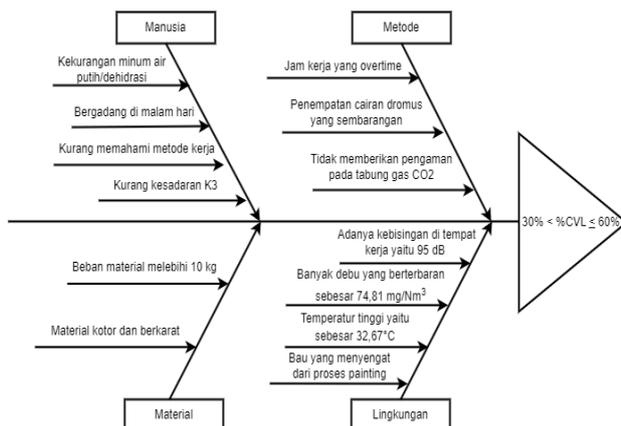
**Analisis Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi**

Berdasarkan pengolahan data mengenai konsumsi oksigen dan konsumsi energi yang sudah dilakukan sebelumnya, dapat dilihat bahwa pada perhitungan konsumsi oksigen setelah aktivitas terdapat 2 orang yang memiliki nilai konsumsi oksigen yang paling besar dan masuk ke dalam kategori sangat berat yaitu pada pekerja *welding* di jalur 1 yaitu Edi sebesar 1.915 dan Bima sebesar 1.68. Besarnya konsumsi oksigen pada kedua pekerja tersebut dikarenakan kedua pekerja tersebut memiliki berat badan yang berlebih yaitu masing-masing 87 kg dan 95 kg. Menurut Tobin (2005), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi laju konsumsi oksigen yaitu temperatur, ukuran badan, dan aktivitas. Pada perhitungan konsumsi energi, terdapat satu orang pekerja *welding* di jalur 1 yang memiliki konsumsi

energi paling besar yaitu Edi sebesar 233.1 kkal/jam yang termasuk ke dalam kategori beban kerja sedang.

### Analisis Cardiovascular Load

Berdasarkan hasil perhitungan %CVL, terdapat beberapa pekerja yang memiliki %CVL diantara 30% sampai dengan 60% yang artinya diperlukan perbaikan. Pada pekerjaan *fit up* di jalur 1 terdapat 2 orang pekerja yang memiliki %CVL lebih besar yaitu Udin sebesar 33.772% dan Djamaludin sebesar 30.667%. Pada pekerjaan *welding* terdapat 1 orang pekerja di jalur 1 yang memiliki %CVL terbesar yaitu Edi sebesar 54.146%. Pada pekerjaan *drilling* terdapat 1 orang pekerja di jalur 1 yang memiliki %CVL paling besar yaitu Faizul sebesar 30.597%. Pada pekerja *finishing* terdapat 1 orang pekerja di jalur 1 dan 1 orang pekerja di jalur 2, masing-masing yaitu Rizki sebesar 43.787% dan Sahira sebesar 35.811%. Untuk mengetahui penyebab besarnya nilai %CVL, maka akan diidentifikasi dengan menggunakan *fishbone diagram*. Berikut ini merupakan *fishbone diagram* untuk %CVL yang masuk ke dalam kategori diperlukan perbaikan.



**Gambar 2.** Fishbone Diagram

Berikut ini merupakan penjelasan untuk tiap- tiap faktor yang ada pada fishbone diagram:

#### 1. Manusia

Faktor yang pertama yaitu manusia yang dapat mempengaruhi tingginya nilai %CVL. Hal ini dikarenakan manusia atau pekerja kekurangan minum air putih sehingga terjadi dehidrasi. Perusahaan sudah menyediakan air galon di masing-masing jalur untuk pekerja, akan tetapi pekerja kurang kesadaran mengenai pentingnya meminum banyak air putih. Selain itu, tidak sedikit pekerja yang enggan untuk membawa tempat minumnya sendiri, sehingga air galon yang sudah disediakan oleh perusahaan masih terisi penuh. Berdasarkan wawancara dengan pekerja yang memiliki %CVL yang tinggi, mereka sering bergadang di malam hari, kurang memahami metode kerja, dan kurangnya kesadaran akan pentingnya K3. Hal ini dikarenakan pekerja-pekerja tersebut tidak memiliki sertifikasi dan

perusahaan pun kurang memberikan pelatihan bagi pekerja.

#### 2. Metode

Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi tingginya nilai %CVL yaitu metode. Terdapat metode kerja yang kurang baik di perusahaan diantaranya yaitu jam kerja yang *overtime*, dimana pekerja terutama pekerja subkontraktor bekerja di hari libur dan melebihi jam kerja yang seharusnya. Selain itu, pekerja lalai dalam melakukan pekerjaannya seperti menaruh cairan dromus sembarang dan tidak memberikan pengaman pada tabung gas CO<sub>2</sub>.

#### 3. Material

Material yang digunakan yaitu berupa baja yang memiliki beban lebih dari 10 kg. Serta kebanyakan dari material tersebut kotor dan berkarat. Adapun menurut *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), berat beban maksimum yang dapat diangkat oleh pekerja adalah 27 kg.

#### 4. Lingkungan

Terdapat lingkungan yang kurang baik di tempat kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja pekerja, diantaranya yaitu adanya kebisingan di tempat kerja sebesar 95 dB. Besarnya nilai kebisingan tersebut melebihi nilai ambang batas seharusnya yaitu 85 dB menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.13 Tahun 2011 dengan waktu maksimum 8 jam per hari. Selain itu, ada banyak debu yang berterbaran sebesar 74,81 mg/Nm<sup>3</sup>, debu tersebut berasal dari proses *blasting* di jalur 3 yang berdekatan dengan jalur 1 dan 2 serta dari proses pekerjaan yang ada di jalur 1 dan 2. Temperatur di area kerja juga tinggi melebihi batas normal yaitu sebesar 32,67°C. selain itu, terdapat juga bau yang menyengat dari proses *painting* yang mengganggu indera pernafasan pekerja.

### Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya, berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan yang diberikan oleh penulis untuk perusahaan dalam rangka mengurangi kelelahan kerja:

- Melakukan sosialisasi pada saat *Safety Morning Talk* dan *Toolbox Meeting* kepada pekerja agar tetap menjaga staminanya dengan baik, karena pekerjaan yang berat membutuhkan stamina yang kuat.
- Ada beberapa pekerja yang dehidrasi karena mereka jarang minum air putih, sehingga membuat mereka tidak fokus untuk bekerja dan dapat beresiko menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja, sehingga diperlukan kesadaran dari pekerja terhadap kesehatan dan keselamatan dari dirinya sendiri dengan banyak mengkonsumsi air putih. Perusahaan dapat

- menyediakan botol minum *tumbler* untuk para pekerja.
- c. Pekerja dituntut untuk menjaga asupan gizi mereka agar terciptanya fisik yang kuat. Pemberian kurma menunjukkan adanya perbedaan beban kerja fisik terhadap responden (Astrini dkk., 2015). Selain pemberian kurma, asupan penambah energi lain juga bisa dilakukan seperti roti, susu dan lainnya.
  - d. Pekerja diberikan *allowance*, Adapun macam-macam *allowance* yaitu *personal allowance* (kebutuhan-kebutuhan yang bersifat pribadi), *fatigue allowance* (kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan), *unavoidable delay* (hambatan-hambatan yang tak terduga).
  - e. Harus ada batasan usia untuk pekerja. Yang dimana faktor usia dapat dapat mempengaruhi ketahanan tubuh dan kapasitas kerja seseorang, orang yang berumur muda sanggup melakukan pekerjaan berat tetapi sebaliknya seseorang yang berusia lanjut kemampuan untuk melakukan pekerjaan berat akan menurun karena cepat lelah.
  - f. Perbaikan jam kerja sesuai dengan UU No 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dan PP No 35 Tahun 2021 yang merupakan bagian dari UU Cipta Kerja. Jam kerja yang sesuai yaitu 7 jam dalam sehari atau 40 jam dalam seminggu untuk 6 hari kerja dengan 1 hari istirahat dalam 1 minggu, dan 8 jam kerja dalam sehari atau 40 jam kerja dalam seminggu untuk 5 hari kerja dengan 2 hari istirahat dalam 1 minggu.
  - g. Pengaturan jam lembur. Jam lembur pekerja diatur dalam UU No 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, dijelaskan bahwa tenaga kerja dapat bekerja lembur paling banyak 3 jam dalam 1 hari dan 13 jam dalam seminggu.
  - h. Peningkatan motivasi kerja pada operator atau pekerja dengan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman, memberikan pelatihan untuk pengembangan diri, memberikan waktu untuk hiburan dan sebagainya.
  - i. Pemberian vitamin minimal 2 kali dalam seminggu untuk menambah stamina pekerja.
  - j. Melakukan *maintenance* alat bantu atau mesin secara berkala agar tidak menimbulkan resiko kerja dan memudahkan pekerja dalam melakukan pekerjaannya.
  - k. Melengkapi APD yang digunakan, seperti halnya pada bagian *drilling*, pekerja tidak menggunakan sarung tangan *fitter*, tetapi hanya menggunakan sarung tangan biasa, tidak menggunakan kacamata, dan tidak memakai baju lengan panjang. Selain itu, abnyak pekerja juga yang tidak menggunakan *earplug*. Sehingga perusahaan harus memperingati dan menyediakan APD yang lengkap untuk pekerja.
  - l. Pekerja harus menggunakan *earplug*, karena tingkat kebisingan yang ada di area produksi melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan yaitu 95 dB. Nilai tersebut jauh melebihi nilai NAB yaitu 85 dB.
  - m. Pembuatan *Contractor Safety Management System (CSMS), Health, Safety, and Environment (HSE) Plan*, sertifikasi pekerja.
  - n. Harus ada *assessment* pekerja yang di jalur, untuk dapat mengetahui kualifikasi pekerja.
  - o. Perusahaan harusnya dapat melakukan *maintenance* alat *blower* penghisap debu secara berkala.
  - p. Dilakukannya *medical check up* secara berkala untuk mengecek kondisi kesehatan pekerja.
  - q. *Gas detector* harus ada dan harus dibawa terus untuk mendeteksi keberadaan gas di area kerja.

#### 4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini dapat diketahui bahwa tingkat beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja di area fabrikasi baja jalur 1 dan jalur 2 termasuk ke dalam kategori sedang dimana terdapat satu orang pekerja *welding* di jalur 1 yang memiliki konsumsi energi paling besar yaitu Edi sebesar 233.1 kkal/jam, dan terdapat 6 orang pekerja yang memiliki memiliki %CVL diantara 30% sampai dengan 60% yang artinya diperlukan perbaikan. Pada pekerjaan *fit up* di jalur 1 terdapat 2 orang pekerja yang memiliki %CVL lebih besar yaitu Udin sebesar 33.772% dan Djamaludin sebesar 30.667%. Pada pekerjaan *welding* terdapat 1 orang pekerja di jalur 1 yang memiliki %CVL terbesar yaitu Edi sebesar 54.146%. Pada pekerjaan *drilling* terdapat 1 orang pekerja di jalur 1 yang memiliki %CVL paling besar yaitu Faizul sebesar 30.597%. Pada pekerja *finishing* terdapat 1 orang pekerja di jalur 1 dan 1 orang pekerja di jalur 2, masing-masing yaitu Rizki sebesar 43.787% dan Sahira sebesar 35.811%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa %CVL pekerja berada diantara 30% sampai dengan 60% yang artinya diperlukan perbaikan. Terdapat 4 faktor yang menjadi penyebab tingginya %CVL yaitu faktor manusia, faktor metode, faktor material, dan faktor lingkungan. PT XYZ sebaiknya menerpkan rekomendasi perbaikan yang telah disampaikan oleh penulis untuk meminimalkan beban kerja fiski pekerja di area fabrikasi baja, dimana implementasinya bisa disesuaikan dengan kebijakan yang diberlakukan. Selain itu, untk penelitian selanjutnya sbaiknya menggunakan metode lainnya dalam menganalisis beban kerja fisik seperti metode *work sampling* untuk menentukan tenaga kerja yang sesuai di area fabrikasi baja dan untuk merancang perbaikan yang berkelanjutan secara lebih menyeluruh.

#### Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang sudah membantu penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Andriyanto & Bariyah, C. 2012. Analisis Beban Kerja Operator Pemotong Batu Besar (Sirkel 160 cm) Dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 11 No 2, pp 136-143.
- Caliendo, L., Mion, G., Opromolla, L. D., & Rossi Hansberg, E. (2020). Productivity and organization in Portuguese firms. *Journal of Political Economy*, 128(11), 4211-4257.
- Chaerudin, A. (2018). Manajemen pendidikan dan pelatihan SDM. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Dieppe, A. (Ed.). (2021). *Global Productivity: Trends, Drivers, and Policies*. World Bank Publications.
- Diniarty, D., & Mulyadi, Z. (2016). Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Karyawan pada Lantai Produksi Dipt Pesona Laut Kuning. *Jurnal Sais, Teknologi dan Industri*, 203-210.
- Firman, A., & Ilyas, G. B. (2021). The Effect of Kaizen Strategy on Customer Satisfaction: Empirical Study on Budget Hotels in Makassar City. *Point Of View Research Management*, 2(1), 01-09.
- Gomes, C. F., Yasin, M. M., & Simões, J. M. (2020). The emerging organizational role of the maintenance function: a strategic perspective. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Herrianto, R. (2010). *Kesehatan Kerja*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Kaydos, W. (2020). *Operational performance measurement: increasing total productivity*. CRC press.
- Manabung, A. 2016. Konsep Dasar Ergonomi. <http://aprilianimanabung.blogspot.com/2016/11/konsep-dasar-ergonomi.html?m=1> diakses pada tanggal 22 November 2018.
- Manuaba. (2000). *Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Surabaya: Guna Widya.
- Suma'mur, P. (2014). *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta: CV.Haji Mas Ahung.
- Tarwaka, dkk. 2015. *Ergonomi Industri: Dasar – dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja Revisi Edisi II*, Surakarta: Harapan Press.
- Tarwaka, & Bakri, S. H. A. (2016). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*.
- Tan, L., Wang, Y., Qian, W., & Lu, H. (2020). Leader humor and employee job crafting.