

Analisis *Shift* Kerja Terhadap Kelelahan Pegawai Produksi Melalui Pengukuran Beban Kerja Fisik Menggunakan Metode *Cardiovasculair Load* (CVL) dan Perhitungan Konsumsi Energi Pada Perusahaan Pabrikasi di Surabaya

Mochammad Tutuk Safirin^a, Mega Cattleya PA Islami^{b*}, Rizqi Novita Sari^c, Aron Lamhot M Panjaitan^d, Annisa Marwadelia^e

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

* Corresponding author: mega.cattleya.ti@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Beban kerja fisik mengacu pada aktivitas atau tugas yang memerlukan penggunaan tenaga fisik dan kekuatan tubuh. Perusahaan yang diteliti merupakan sebuah perusahaan pabrikasi *jobshop*, *sheet metal* dan *pipe metal* di Surabaya. Masalah yang berkaitan dengan proses manual yang masih banyak diterapkan di beberapa divisi dan ditambah siste kerja *shift* yang berdasarkan *survey* awal, pegawai menganggap *shift* malam menjadi *shift* yang paling dihindari. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan penelitian ini dengan tujuan penelitian mengetahui beban kerja fisik tiap *shift* dan pengaruhnya terhadap kelelahan melalui metode *Cardiovasculair Load* (CVL) dan perhitungan konsumsi energi. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa %CVL pada *shift* pagi dan malam masuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan, namun demikian meskipun rata-rata menunjukkan tidak terjadi kelelahan, pada perhitungan individu pekerja *shift* malam bagian *cutting*, *welding* atas dan *welding* bawah memiliki prosentase %CVL lebih tinggi dan masuk dalam kategori diperlukannya perbaikan. Sedangkan pada hasil perhitungan konsumsi energi, seluruh bagian kerja pada *shift* pagi dan malam, masuk dalam kategori pekerjaan dengan konsumsi energi ringan hingga sangat ringan.

Kata Kunci: Shift Kerja, Beban Kerja Fisik, CVL, Konsumsi Energi.

ABSTRACT

Physical workload refers to activities or tasks that require the use of physical effort and body strength. The company studied is a job shop, sheet metal, and metal pipe manufacturing company in Surabaya. Problems related to manual processes are still widely applied in several divisions and the addition of a shift work system which, based on initial surveys, employees consider the night shift to be the most avoided shift. Based on these problems, this research is needed with the aim of research to find out the physical workload of each shift and its effect on fatigue through the Cardiovascular Load (CVL) method and calculating energy consumption. Based on the research results, it can be concluded that the %CVL in the morning and night shifts falls into the category of no fatigue, however, even though the average shows no fatigue, in individual calculations the night shift workers in the cutting, top welding and bottom welding sections have a percentage of % The CVL is higher and is in the category that requires improvement. Meanwhile, in the energy consumption calculation results, all work sections in the morning and night shifts are included in the category of work with light to very light energy consumption.

Keywords: Work Shifts, Physical Workload, CVL, Energy Consumption.

1. Pendahuluan

Sistem kerja *shift* dapat memiliki dampak signifikan terhadap tingkat kelelahan pekerja. *Shift* kerja adalah sistem dimana pekerjaan dilakukan pada berbagai waktu selama 24 jam sehari, seringkali melibatkan pergantian jam kerja, misalnya *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam [1];[2];[3]. Sistem kerja *shift* ini biasanya digunakan dalam sektor layanan kesehatan, produksi pabrik, transportasi, dan sektor lainnya yang memerlukan operasi *non-stop* [4];[5];[6]. Penting untuk mengakui bahwa setiap individu memiliki toleransi yang berbeda terhadap sistem kerja *shift*, dan upaya perusahaan dalam mengelola dampak kelelahan kerja adalah kunci untuk menjaga kesejahteraan dan produktivitas pekerja. Kelelahan kerja yang dialami oleh para pekerja, dapat dilihat melalui tingkat beban kerja yang ditimpakan pada pegawai tersebut. Salah satu parameter dalam melihat bagaimana sistem kerja *shift* mempengaruhi kelelahan pegawai adalah dengan melihat beban kerja fisik yang diemban oleh pegawai [7];[8];[9];[10].

Beban kerja fisik mengacu pada aktivitas atau tugas yang memerlukan penggunaan tenaga fisik dan kekuatan tubuh. Beban kerja fisik dapat beragam, mulai dari pekerjaan fisik berat seperti konstruksi, pertanian, atau pemindahan beban berat hingga tugas-tugas yang memerlukan aktivitas ringan seperti berjalan kaki atau berdiri dalam waktu lama. Faktor-faktor yang memengaruhi beban kerja fisik meliputi intensitas, durasi, frekuensi, dan jenis aktivitas fisik yang harus dilakukan oleh seseorang [11];[12];[13];[14]. Beban kerja fisik yang berlebihan atau tidak sesuai dengan kemampuan individu dapat menyebabkan kelelahan, cedera fisik, dan masalah kesehatan lainnya. Penting untuk mempertimbangkan ergonomi dan keselamatan kerja saat merencanakan atau mengevaluasi beban kerja fisik agar dapat menjaga kesehatan dan kesejahteraan pekerja. Selain itu, pelatihan fisik, istirahat yang cukup, dan pemantauan kondisi fisik pekerja dapat membantu mengelola beban kerja fisik dengan lebih efektif. Kombinasi dari pelatihan fisik, istirahat yang cukup, dan pemantauan kondisi fisik pekerja membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif. Ini juga dapat berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan pekerja, mengurangi absensi karena cedera atau penyakit, dan mendukung produktivitas yang berkelanjutan di tempat kerja.

Perusahaan yang diteliti merupakan sebuah perusahaan pabrikasi *jobshop*, *sheet metal* dan *pipe metal* di Surabaya. Perusahaan ini dapat membuat produk yang berbahan dasar lembaran metal dan pipa metal yang terdiri dari berbagai jenis material dari alumunium, seng, *stainless*, dan besi. Pada proses produksi utamanya menggunakan mesin namun mesin tidak semuanya otomatis masih terdapat proses manual yang dilakukan oleh operator mesin di beberapa divisi. Salah satu operator di divisi *cutting* harus mengambil produk yang telah di proses menggunakan tangan dan menaruh *scrab* ditempat yang sudah disediakan. Hal ini memerlukan keuatan fisik yang lebih karena seringnya produk dan *scrab* yang diambil sangatlah berat dan susah untuk membawanya sehingga kadang harus diangkat oleh dua orang dalam membawanya dan beberapa permasalahan lainnya yang berkaitan dengan proses manual yang masih banyak diterapkan di beberapa divisi dan ditambah siste kerja *shift* yang berdasarkan *survey* awal, pegawai menganggap *shift* malam menjadi *shift* yang paling dihindari karena memiliki beberapa dampak dan tantangan yang signifikan seperti gangguan pola tidur, gangguan kesehatan, mengganggu kehidupan sosial, stress dan berkurangnya kualitas hidup. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan penelitian ini dengan tujuan penelitian mengetahui beban kerja fisik tiap *shift* dan pengaruhnya terhadap kelelahan melalui metode *Cardiovascular Load (CVL)* dan perhitungan konsumsi energi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Beban Kerja*

Beban kerja adalah suatu konsep yang timbul akibat adanya keterbatasan kapasitas dalam memroses informasi. Saat menghadapi suatu tugas, individu diharapkan dapat menyelesaikan tugas tersebut pada suatu tingkat tertentu. Apabila keterbatasan yang dimiliki individu tersebut menghambat/menghalangi tercapainya hasil kerja pada tingkat yang diharapkan, berarti telah terjadi kesenjangan antara tingkat kemampuan yang diharapkan dan tingkat kapasitas yang dimiliki. Kesenjangan ini menyebabkan timbulnya kegagalan dalam kinerja (*performance failures*) [15];[16];[17]. Hal inilah yang mendasari pentingnya pemahaman dan pengukuran yang lebih dalam mengenai beban kerja. Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seseorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan, dimana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya. Kerja fisik adalah kerja yang memerlukan energi fisik pada otot manusia yang akan berfungsi sebagai sumber tenaga [18];[19];[20]. Kerja fisik dapat dikonotasikan dengan kerja berat, kerja otot atau kerja kasar, karena aktivitas kerja fisik tersebut memerlukan usaha fisik manusia yang kuat selama periode kerja berlangsung. Setiap aktivitas kerja fisik yang dilakukan akan mengakibatkan terjadinya suatu perubahan fungsi faal pada alat-alat tubuh manusia (fisiologis) yang diketahui dari beberapa indikator dari berbagai indikator fungsi faal tersebut, diantaranya adalah, konsumsi oksigen atau kebutuhan oksigen, laju detak jantung, peredaran udara atau ventilasi paru-paru, temperatur tubuh, khususnya suhu rektal, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan jumlah air seni, tingkat penguapan melalui keringat.

2.2 *Sistem Kerja Shift*

Istilah "*shift* kerja" memang diadaptasi dari bahasa Inggris, di mana kata "*shift*" secara harfiah berarti berpindah atau bergantian [21]. Pada konteks kerja, "*shift*" merujuk pada periode waktu tertentu di mana sekelompok pekerja bekerja, dan sistem kerja *shift* melibatkan bergantian atau berpindah antara periode kerja yang berbeda. Pada sistem kerja *shift*, pekerja akan bekerja pada waktu yang berbeda sepanjang hari atau malam untuk menjaga operasi bisnis berjalan terus menerus, terutama dalam industri yang memerlukan layanan *non-stop* atau produksi berkelanjutan. Pekerja bergantian untuk mengisi berbagai *shift*, seperti *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam, sehingga memungkinkan bisnis atau organisasi untuk tetap beroperasi secara efisien selama 24 jam sehari. Ada berbagai alasan mengapa perusahaan menerapkan kebijakan sistem kerja *shift*. Beberapa alasan utama meliputi memaksimalkan produktivitas, mengelola beban kerja, menghemat energi dan sumber daya, meningkatkan pelayanan pelanggan, mengelola keamanan serta untuk menyeimbangkan kehidupan antara pekerjaan dengan kehidupan pribadi [22];[23]. Akan tetapi penting untuk dicatat bahwa sementara sistem kerja *shift* memiliki manfaatnya, mereka juga dapat menimbulkan tantangan, seperti dampak pada kesehatan pekerja, perubahan pola tidur, dan keseimbangan kehidupan kerja-pribadi. Oleh karena itu, perusahaan biasanya perlu mempertimbangkan dengan cermat bagaimana mereka merencanakan, mengelola, dan mendukung pekerja dalam sistem kerja *shift* mereka untuk memastikan kesejahteraan dan produktivitas yang optimal.

2.3 *Cardiovascular Load (CVL) dan Konsumsi Energi*

Cardiovascular Load (CVL) adalah istilah yang digunakan untuk mengukur beban kerja jantung saat seseorang melakukan aktivitas fisik atau olahraga tertentu [24];[25]. *Cardiovascular Load (CVL)* menggambarkan seberapa keras jantung harus bekerja untuk memompa darah ke seluruh tubuh selama aktivitas tersebut. *Cardiovascular Load (CVL)* biasanya diukur dalam satuan *Metabolic Equivalent of Task (MET)*, yang merupakan cara untuk mengukur berapa kali konsumsi energi saat beraktivitas dibandingkan dengan konsumsi energi saat istirahat [26]. Beberapa ubungan antara *Cardiovascular Load (CVL)* dan konsumsi energi adalah:

- a) *CVL dan Konsumsi Energi Selama Aktivitas*: Semakin tinggi *CVL* selama aktivitas fisik, semakin besar konsumsi energi yang dibutuhkan oleh tubuh. Ini berarti bahwa aktivitas dengan *CVL* tinggi akan membakar lebih banyak kalori daripada aktivitas dengan *CVL* yang lebih rendah pada waktu yang sama.
- b) *Hubungan dengan Kondisi Jantung dan Kebugaran Fisik*: Meningkatkan *CVL* melalui aktivitas fisik yang intens dapat memiliki manfaat positif bagi kesehatan jantung dan meningkatkan kebugaran fisik. Namun, orang dengan kondisi medis tertentu atau yang tidak terlatih mungkin perlu berhati-hati ketika melakukan aktivitas dengan *CVL* tinggi.
- c) *Perencanaan Latihan dan Manajemen Berat Badan*: Pemahaman tentang *CVL* dapat membantu dalam perencanaan program latihan dan manajemen berat badan. Misalnya, jika tujuannya adalah untuk membakar lebih banyak kalori, maka aktivitas dengan *CVL* yang lebih tinggi mungkin lebih disarankan.
- d) *Variasi Aktivitas*: Memahami *CVL* juga dapat membantu dalam menciptakan variasi dalam rutinitas latihan. Aktivitas dengan *CVL* yang berbeda-beda dapat membantu menjaga motivasi dan menghindari kebosanan saat berolahraga.

Penting untuk dicatat bahwa *CVL* dapat bervariasi tergantung pada jenis aktivitas, intensitas, dan durasinya. Aktivitas fisik yang melibatkan gerakan tubuh besar, seperti lari, berenang, atau bersepeda, biasanya memiliki *CVL* yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas yang lebih ringan, seperti berjalan kaki atau yoga. Untuk mencapai tujuan kesehatan dan kebugaran pribadi, serta mengatur konsumsi energi, penting untuk memahami dan memanfaatkan informasi tentang *CVL* dalam perencanaan dan pelaksanaan aktivitas fisik. Menggunakan informasi tentang *CVL* dalam perencanaan dan pelaksanaan aktivitas fisik dapat membantu mengoptimalkan hasil kesehatan dan kebugaran, serta menghindari risiko cedera yang berlebihan. Penting untuk memahami bahwa setiap individu memiliki tingkat *CVL* yang berbeda, dan konsultasi dengan seorang profesional kesehatan atau pelatih fisik dapat membantu mengembangkan program latihan yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan.

3. *Metode Penelitian*

Penelitian ini diperlukan identifikasi terhadap variable-variabel penelitian yang akan berpengaruh terhadap tingkat kelelahan pada pekerja bidang produksi di PT. Dempo Laser Metalindo. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah beban kerja fisik dan tingkat kelelahan pada pekerja di bidang produksi pada PT. Dempo Laser Metalindo, sedangkan untuk variabel independennya terdiri dari angka denyut nadi pekerja dan angka konsumsi energi saat melakukan pekerjaan.

Penelitian dilakukan pada divisi produksi dengan total jumlah pegawai sebanyak 15 orang. Divisi produksi merupakan divisi yang pekerjaannya dinilai paling banyak membutuhkan energi serta pekerjaan yang gerakannya sangat berpengaruh terhadap tingkat *CVL* pegawai seperti pekerjaan bagian *cutting*, *bending*, *welding* bawah dan *welding* atas. Penelitian dilakukan dengan menghitung angka prosentase *Cardiovascular*

Load (CVL) dan konsumsi energi untuk melihat tingkat kelelahan tiap pegawai yang ada pada rantai produksi yang dibagi menjadi 2 *shift* kerja yaitu pagi dan malam.

3.1 *Formula Perhitungan Cardiovascular Load (CVL) dan Konsumsi Energi*

Pekerja yang menjadi objek pengukuran adalah pekerja yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 15 orang yang terdiri dari pekerja bagian *cutting*, *bending*, *welding* atas dan *welding* bawah. Sehingga formula penentu denyut nadi saat bekerja dan denyut nadi maksimum dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi maksimum} = 220 - \text{Usia} \quad (1)$$

$$\text{Denyut nadi kerja} = \text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat} \quad (2)$$

Suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Berikut ini merupakan formula perhitungan prosentase *Cardiovascular Load* (CVL) [27]:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat})}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}} \quad (3)$$

Penentuan konsumsi energi biasanya digunakan suatu bentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung yaitu sebuah persamaan regresi kuadratis dengan formula sebagai berikut:

$$E = 1,80411 - 0,0229038 X + 0,00047173 X^2 \quad (4)$$

Disertai keterangan bahwa E adalah Energi dengan satuan Kkal/menit dan X adalah kecepatan denyut nadi dengan satuan denyut/menit. Setelah perhitungan dengan formula tersebut maka dapat dilanjutkan perhitungan konsumsi energi dengan formula berikut ini [28]:

$$K = Et - Ei \quad (5)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan terhadap hasil pengolahan data *Cardiovascular Load* (CVL) pada *shift* pagi merupakan langkah penting dalam mengevaluasi dampak aktivitas kerja terhadap kesejahteraan dan kesehatan pekerja. Berdasarkan hasil pengolahan data *Cardiovascular Load* (CVL) pada *shift* pagi maka dapat dilakukan pembahasan terhadap hasil persentase *Cardiovascular Load* (CVL) yang terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1
Hasil %CVL Pekerja Produksi *Shift* Pagi

Data	Bagian	%CVL	Keterangan
A	Cutting	26%	Tidak Terjadi Kelelahan
B	Cutting	31%	Perlu Perbaikan
C	Cutting	25%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
A	Bending	30%	Perlu Perbaikan
B	Bending	25%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	29%	Tidak Terjadi Kelelahan
A	Welding Bawah	30%	Perlu Perbaikan
B	Welding Bawah	29%	Tidak Terjadi Kelelahan
C	Welding Bawah	25%	Tidak Terjadi Kelelahan
D	Welding Bawah	24%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
A	Welding Atas	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
B	Welding Atas	31%	Perlu Perbaikan
C	Welding Atas	28%	Tidak Terjadi Kelelahan
D	Welding Atas	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
E	Welding Atas	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
F	Welding Atas	26%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	29%	Tidak Terjadi Kelelahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata perhitungan persentase *Cardiovascular Load* (CVL) pada divisi *cutting* sebesar 27% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan, pada divisi *bending* sebesar 29% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan, pada divisi *welding* bawah sebesar 27% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan, dan pada divisi *welding* atas sebesar 29% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan. Namun demikian meskipun rata-rata menunjukkan tidak terjadi kelelahan, pada perhitungan individu pekerja *shift* malam bagian *cutting*, *welding* atas dan *welding* bawah memiliki prosentase %CVL lebih tinggi dan masuk dalam kategori diperlukannya perbaikan, hal ini diperkirakan karena penggunaan alat dalam pekerjaan tersebut dan berkaitan dengan tingkat suhu yang tinggi seperti pada pekerjaan *welding*.

Setelah melakukan interpretasi data pada pekerja *shift* pagi, maka dilakukan pula analisis dengan data yang sama, namun pada *shift* malam. Hal ini dilakukan untuk melihat pada *shift* mana tingkat kelelahan yang paling tinggi yang dirasakan oleh para pegawai di lantai produksi. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data yang dilakukan pada *shift* malam:

Tabel 2
Hasil %CVL Pekerja Produksi *Shift* Malam

Data	Bagian	%CVL	Keterangan
A	Cutting	31%	Perlu Perbaikan
B	Cutting	34%	Perlu Perbaikan
C	Cutting	30%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	31%	Perlu Perbaikan
A	Bending	28%	Tidak Terjadi Kelelahan
B	Bending	21%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	24%	Tidak Terjadi Kelelahan
A	Welding Bawah	24%	Tidak Terjadi Kelelahan
B	Welding Bawah	33%	Perlu Perbaikan
C	Welding Bawah	23%	Tidak Terjadi Kelelahan
D	Welding Bawah	20%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
A	Welding Atas	26%	Tidak Terjadi Kelelahan
B	Welding Atas	33%	Perlu Perbaikan
C	Welding Atas	30%	Perlu Perbaikan
D	Welding Atas	32%	Tidak Terjadi Kelelahan
E	Welding Atas	24%	Tidak Terjadi Kelelahan
F	Welding Atas	27%	Tidak Terjadi Kelelahan
	Rata-rata	28%	Tidak Terjadi Kelelahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata perhitungan prosentase *Cardiovascular Load* (CVL) pada divisi *cutting* sebesar 31% yang menunjukkan klasifikasi diperlukan perbaikan, pada divisi *bending* sebesar 24% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan, pada divisi *welding* bawah sebesar 25% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan, dan pada divisi *welding* atas sebesar 28% yang menunjukkan klasifikasi tidak terjadi kelelahan. Setelah menganalisis prosentase CVL, maka dapat melakukan analisis dari hasil pengolahan data dari perhitungan konsumsi energi pada *shift* pagi dan malam, dimana hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3
Konsumsi Energi Pegawai Pada *Shift* Pagi dan Malam

Data	Bagian	<i>Shift</i> Pagi			Keterangan	<i>Shift</i> Malam			Keterangan
		Et	Ei	K		Et	Ei	K	
A	Cutting	3,6	1,8	1,8	Very Light	4,07	1,81	2,26	Very Light
B	Cutting	3,88	1,68	2,19	Very Light	4,29	1,78	2,51	Light
C	Cutting	3,56	1,77	1,79	Very Light	4,13	1,87	2,26	Very Light
	Rata-rata			1,93	Very Light	Rata-rata		2,34	Very Light
A	Bending	3,74	1,63	2,11	Very Light	3,84	1,88	1,96	Very Light
B	Bending	3,56	1,75	1,82	Very Light	3,51	2,03	1,48	Very Light
	Rata-rata			1,96	Very Light	Rata-rata		1,72	Light
A	Welding Bawah	3,97	1,74	2,24	Very Light	4,01	2,22	1,8	Very Light
B	Welding Bawah	3,95	1,75	2,21	Very Light	4,37	1,79	2,58	Light
C	Welding Bawah	3,54	1,83	1,71	Very Light	3,9	2,27	1,63	Very Light
D	Welding Bawah	3,54	1,84	1,7	Very Light	3,62	2,19	1,43	Very Light
	Rata-rata			1,96	Very Light	Rata-rata		1,86	Very Light
A	Welding Atas	3,71	1,78	1,93	Very Light	3,73	1,89	1,84	Very Light
B	Welding Atas	4,13	1,9	2,23	Very Light	4,15	1,72	2,42	Very Light
C	Welding Atas	3,84	1,76	2,08	Very Light	4,03	1,8	2,23	Very Light
D	Welding Atas	3,76	1,87	1,9	Very Light	4,17	1,87	2,3	Very Light
E	Welding Atas	3,84	1,79	2,05	Very Light	3,69	1,96	1,73	Very Light
F	Welding Atas	3,56	1,76	1,8	Very Light	4,07	2,15	1,92	Very Light
	Rata-rata			2	Very Light	Rata-rata		2,05	Very Light

Berdasarkan hasil dari perhitungan konsumsi energi pada pegawai saat *shift* pagi dan *shift* malam, maka dapat disimpulkan bahwa konsumsi energi mereka masuk dalam kategori ringan hingga sangat ringan, hasil tersebut berarti bahwa pekerjaan yang mereka lakukan baik dikerjakan pada pagi maupun malam hari, tidak banyak energi yang dibutuhkan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa %CVL pada *shift* pagi dan malam masuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan, namun demikian meskipun rata-rata menunjukkan tidak terjadi kelelahan, pada perhitungan individu pekerja *shift* malam bagian *cutting*, *welding* atas dan *welding* bawah memiliki prosentase %CVL lebih tinggi dan masuk dalam kategori diperlukannya perbaikan, hal ini diperkirakan karena penggunaan alat dalam pekerjaan tersebut dan berkaitan dengan tingkat suhu yang tinggi seperti pada pekerjaan *welding*. Sedangkan pada hasil perhitungan konsumsi energi, seluruh bagian kerja pada *shift* pagi dan malam, masuk dalam kategori pekerjaan dengan konsumsi energi ringan hingga sangat ringan. Hasil tersebut dikarenakan rotasi *shift* teratur dan adanya jam istirahat serta konsumsi gizi seimbang yang diterapkan pada perusahaan, sehingga meskipun bekerja pada *shift* malam, kesejahteraan dan kualitas hidup pekerja masih dalam batas yang dapat diterima. Sistem rotasi shift teratur, istirahat yang cukup, dan konsumsi gizi seimbang memang dapat berdampak positif pada kesejahteraan dan kualitas hidup pekerja yang bekerja pada *shift* malam. Penelitian dan praktik bisnis menunjukkan bahwa menjaga keseimbangan antara pekerjaan dan kehidupan pribadi, termasuk aspek-aspek seperti

tidur yang cukup, makan dengan baik, dan memiliki waktu istirahat yang memadai, dapat meningkatkan produktivitas dan kebahagiaan pekerja. Dengan menerapkan sistem rotasi *shift* yang teratur, pekerja memiliki kesempatan untuk beradaptasi dengan pola tidur yang berbeda, yang dapat mengurangi dampak negatif dari *shift* malam pada kesehatan mereka. Selain itu, memberikan jeda istirahat yang memadai dan memastikan konsumsi gizi yang seimbang dapat membantu menjaga energi dan fokus pekerja selama jam kerja.

Pustaka

- [1] F. Fitriyani, M. Jannah, and V. Wardi, "Determinan Stres Kerja Pada Perawat Instalasi Gawat Darurat Dan Unit Perawatan Intensif Di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Rasidin Padang," *Ikesma*, vol. 18, no. 2, p. 99, 2022, doi: 10.19184/ikesma.v18i1.23362.
- [2] L. K. Lunde *et al.*, "Cardiovascular health effects of shift work with long working hours and night shifts: Study protocol for a three-year prospective follow-up study on industrial workers," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 2, 2020, doi: 10.3390/ijerph17020589.
- [3] S. Ganesan *et al.*, "The Impact of Shift Work on Sleep, Alertness and Performance in Healthcare Workers," *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-40914-x.
- [4] X. Wang, O. A. Orelaja, D. S. Ibrahim, and S. M. Ogbonna, "Evaluation of noise risk level and its consequences on technical operators of tobacco processing equipment in a cigarette producing company in Nigeria," *Sci. African*, vol. 8, p. e00344, 2020, doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00344.
- [5] P. Tsarouhas, "Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE): A case study," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 68, no. 1, pp. 88–108, 2019, doi: 10.1108/IJPPM-02-2018-0060.
- [6] L. Haghnegahdar, S. S. Joshi, and N. B. Dahotre, "From IoT-based cloud manufacturing approach to intelligent additive manufacturing: industrial Internet of Things—an overview," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 119, no. 3–4, pp. 1461–1478, 2022, doi: 10.1007/s00170-021-08436-x.
- [7] F. Ghasemi, P. Samavat, and F. Soleimani, "The links among workload, sleep quality, and fatigue in nurses: a structural equation modeling approach," *Fatigue Biomed. Heal. Behav.*, vol. 7, no. 3, pp. 141–152, 2019, doi: 10.1080/21641846.2019.1652422.
- [8] M. Bongo and R. Seva, "Effect of Fatigue in Air Traffic Controllers' Workload, Situation Awareness, and Control Strategy," *Int. J. Aerosp. Psychol.*, vol. 32, no. 1, pp. 1–23, 2022, doi: 10.1080/24721840.2021.1896951.
- [9] M. P. Sani and Suhana, "Pengaruh Beban Kerja, Burnout, dan Komitmen Organisasi Terhadap Perilaku Cyberloafing (Studi Pada PT. ABC di Kabupaten Kendal)," *J. Mirai Manag.*, vol. 7, no. 2, pp. 286–305, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.37531/mirai.v7i2.2014>
- [10] A. Suryadi, M. Cattleya, and P. Annissaa, "Proceeding Seminar Nasional WALUYO JATMIKO 2021 Analisis Tingkat Beban Kerja Operator Asc (Automated Stacking Crane) Dengan Metode Nasa-Tlx (National Aeronautics And Space Administration Task Load Index) DI PT . Terminal Teluk Lamong Surabaya Program , " 2021.
- [11] D. C. Nieman and L. M. Wentz, "The compelling link between physical activity and the body's defense system," *J. Sport Heal. Sci.*, vol. 8, no. 3, pp. 201–217, 2019, doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
- [12] B. A. Franklin, T. M. H. Eijsvogels, A. Pandey, J. Quindry, and P. P. Toth, "Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: A clinical practice

- statement of the American Society for Preventive Cardiology Part II: Physical activity, cardiorespiratory fitness, minimum and goal intensities for exercise training, prescriptive methods, and special patient populations,” *Am. J. Prev. Cardiol.*, vol. 12, no. April, p. 100425, 2022, doi: 10.1016/j.ajpc.2022.100425.
- [13] A. B. Amorim *et al.*, “Is occupational or leisure physical activity associated with low back pain? Insights from a cross-sectional study of 1059 participants,” *Brazilian J. Phys. Ther.*, vol. 23, no. 3, pp. 257–265, 2019, doi: 10.1016/j.bjpt.2018.06.004.
- [14] N. Indahwati, B. Djawa, A. Wijaya, and D. L. Juniarisca, “Pola aktivitas fisik atlet pelajar pada masa pandemi Covid-19,” *Multilater. J. Pendidik. Jasm. dan Olahraga*, vol. 20, no. 3, p. 200, 2021, doi: 10.20527/multilateral.v20i3.10417.
- [15] A. Mujahidah and Mudjiran, “Hubungan antara ketakutan akan kegagalan dengan prokrastinasi akademik pada mahasiswa tingkat akhir,” *J. Ris. Psikol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, 2019.
- [16] J. Gao, H. Wang, and H. Shen, “Task Failure Prediction in Cloud Data Centers Using Deep Learning,” *IEEE Trans. Serv. Comput.*, vol. 15, no. 3, pp. 1411–1422, 2022, doi: 10.1109/TSC.2020.2993728.
- [17] B. Hudson, D. Hunter, and S. Peckham, “Policy failure and the policy-implementation gap: can policy support programs help?,” *Policy Des. Pract.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2019, doi: 10.1080/25741292.2018.1540378.
- [18] L. Grevendonk *et al.*, “Impact of aging and exercise on skeletal muscle mitochondrial capacity, energy metabolism, and physical function,” *Nat. Commun.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–17, 2021, doi: 10.1038/s41467-021-24956-2.
- [19] A. Gnoni, S. Longo, G. V. Gnoni, and A. M. Giudetti, “Carnitine in human muscle bioenergetics: Can carnitine supplementation improve physical exercise?,” *Molecules*, vol. 25, no. 1, 2020, doi: 10.3390/molecules25010182.
- [20] A. Purbasari and A. J. Purnomo, “Penilaian Beban Fisik Pada Proses Assembly Manual Menggunakan Metode Fisiologis,” *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 1, p. 123, 2019, doi: 10.33373/sigma.v2i1.1957.
- [21] T. Arbain, *Lara pandemi Covid 19: perdebatan penanggulangan, kebijakan, dan implikasi sosial*. Kalimantan Selatan: Indonesian Association for Public Administration, 2021. [Online]. Available: https://repositori.ulm.ac.id/bitstream/handle/123456789/33045/BUKU_CHAPTER_LENA_HANIFAH_LARA_PANDEMI_2021_compressed.pdf?sequence=1#page=154
- [22] T. Afonso, A. C. Alves, and P. Carneiro, “Lean Thinking, Logistic and Ergonomics: Synergetic Triad to Prepare Shop Floor Work Systems to Face Pandemic Situations,” *Int. J. Glob. Bus. Compet.*, vol. 16, no. S1, pp. 62–76, 2021, doi: 10.1007/s42943-021-00037-5.
- [23] E. Franken, T. Bentley, A. Shafaei, B. Farr-Wharton, L. A. Onnis, and M. Omari, “Forced flexibility and remote working: opportunities and challenges in the new normal,” *J. Manag. Organ.*, vol. 27, no. 6, pp. 1131–1149, 2021, doi: 10.1017/jmo.2021.40.
- [24] M. Dias *et al.*, “Cardiovascular load assessment in the workplace: A systematic review,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 96, no. January, 2023, doi: 10.1016/j.ergon.2023.103476.
- [25] M. Zaky, M. Universitas, P. Nasional, " Veteran, " Jawa, and T. Rusindiyanto, “Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Terhadap Rider Grab Menggunakan Metode Cardiovascular Load (CVL) Dan Subjective Workload Assesment Technique (SWAT) (Studi Kasus: Rider Grab Domisili Kelurahan Balas Klumprik Kecamatan Wiyung),” *J. Ilm. Dan Karya Mhs.*, vol. 1, no. Cvl, pp. 213–228, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.54066/jikma-itb.v1i3.328>

- [26] D. I. Bourdas, A. Souglis, E. D. Zacharakis, N. D. Geladas, and A. K. Travlos, "Meta-analysis of carbohydrate solution intake during prolonged exercise in adults: From the last 45+ years' perspective," *Nutrients*, vol. 13, no. 12, 2021, doi: 10.3390/nu13124223.
- [27] N. T. Putri, H. R. Zadry, M. E. Mahata, E. Amrina, B. Yuliandra, and N. Humaida, "Ergonomics Evaluation of Manual Material Handling Activities in the Section of Feeding Laying Hens at Poultry Farm," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1003, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012074.
- [28] B. Cahyadi, A. S. Maryanti, and G. A. Timang, "Measurement of Physiological and Psychological Workloads of Mechanical Department Operator PT. XYZ," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 847, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/847/1/012092.