

ANALISIS PERBAIKAN SISTEM KERJA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PEKERJA MENGGUNAKAN METODE MACROERGONOMIC ANALYSIS AND DESIGN (MEAD)

Abstrak

Produktivitas suatu pekerjaan dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya adalah sistem kerja. Untuk mendapatkan produktivitas yang optimal, maka perlu merancang suatu sistem kerja yang baik. Dengan demikian pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan lebih aktif dan mencapai target yang telah ditetapkan sebelumnya. PT. Berkah Bumi Independent adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur kayu lapis. Banyak pekerja dalam stasiun rotari yang mengeluh dengan waktu penyelesaian yang harus dikejar target dan merasa kelelahan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan faktor lingkungan fisik, faktor peralatan, faktor kondisi pekerja dan faktor organisasi, dengan tujuan penelitian ini adalah memberi usulan perbaikan sistem kerja menggunakan metode Macroergonomi analysis and design (MEAD) agar dapat meningkatkan produktifitas pekerja. Berdasarkan analisis dan pengolahan data diperoleh pengukuran denyut nadi pekerja didapatkan CVL=38,66%, didapatkan penambahan waktu istirahat 11 menit, dengan total sebesar 71 menit. Peningkatan hasil sebesar 10% dalam pembuatan produk veneer.

Kata Kunci: MEAD, CVL, Produktivitas, Sistem Kerja

Abstracts

The productivity of a job is influenced by many things, one of which is the work system. To get optimal productivity, it is necessary to design a good work system. Thus workers can do work more actively and achieve pre-set targets. PT. Berkah Bumi Independent is a company engaged in manufacturing plywood. Many workers in rotary stations complained about the turnaround time they had to chase and were exhausted. This research was conducted based on physical environmental factors, equipment factors, worker condition factors and organizational factors, with the purpose of this study is to propose improvements to the work system using the Macroergonomics analysis and design (MEAD) method in order to increase worker productivity. Based on analysis and data processing, the measurement of the worker's pulse was obtained CVL = 38.66%, get an additional 11 minutes of rest time was obtained, for a total of 71 minutes. Increase in yield by 10% in the manufacture of veneer products.

Keywords: MEAD, CVL, Productivity, Work System

1. PENDAHULUAN

Kondisi seperti saat ini persaingan industri terjadi bukan hanya dalam negeri melainkan di seluruh dunia. Era persaingan ini disebabkan salah satunya adalah karena permintaan konsumen yang semakin tinggi. Permintaan plywood dari dunia manufaktur ke dunia industri yang semakin tinggi menuntut penyesuaian yang terus-menerus harus dilakukan oleh para pelaku bisnis, diantaranya yaitu membuat sistem kerja menjadi lebih baik untuk para pekerja. Proses produksi adalah masukan (*input*)

dari proses produksi dan keluaran (*output*) yang dapat dihasilkan oleh perusahaan melalui pelaksanaan proses produksi. Menurut (Kristyanto et al., 2015)

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam rangka membuat sistem kerja yang ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien). Menurut (Hutabarat et al., 2015)

Beban kerja fisik adalah beban yang dirasakan oleh tubuh dimana beban tersebut akibat dari melakukan sebuah pekerjaan seperti mendorong, menarik, mengangkat, dan menurunkan. Segala jenis pekerjaan baik memerlukan kekuatan otot ataupun pemikiran merupakan beban untuk tenaga kerjanya (Pambudi & Adi, 2018)

Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung denyut nadi pada batas tertentu ventilasi paru, denyut nadi atau denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linear dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Kategori berat ringannya beban kerja didasarkan pada denyut jantung atau denyut nadi yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Beban Kerja Berdasarkan Denyut Jantung

Tingkat dan kategori beban kerja	Denyut jantung (denyut/min)
0. Ringan	75-100
1. Sedang	100-125
2. Berat	125-150
3. Sangat berat	150-175
4. Sangat berat sekali	>175

Sumber: Christensen. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. ILO. Geneva

Secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor internal maupun faktor eksternal (Tarkawa, 2015). Dari permasalahan diatas maka harus dilakukan penelitian mengenai beban kerja fisik setiap operator dengan menggunakan metode MEAD dan 10 denyut nadi. Metode 10 denyut nadi yang merupakan metode yang mengukur beban kerja fisik dengan membandingkan denyut nadi kerja dan denyut nadi maksimum. (zikrullah et al., 2022) Dengan menggunakan metode ini dapat mempermudah cepat dan murah yang tidak memerlukan alat yang mahal, saat pengukuran tidak berpengaruh atau terganggu setiap pekerjaan di stasiun rotari PT.Berkah Bumi Independent



Gambar 1. Stasiun Rotari PT.BBI

Sumber : PT. Berkah Bumi Independent (2023)

2. METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Berkah Bumi Independent yang berlokasi di Jl. Lingkar Alas Roban lebih tepatnya berada di Dukuh Tegalsari, Desa Sentul, Kecamatan Gringsing, Kabupaten Batang, kode pos 51281. Penelitian ini dilakukan dari April-Mei 2023.

2.2 Metode yang Digunakan

Berikut adalah alur penelitian yang dilakukan :

1. Pendahuluan, menjelaskan mengenai segala permasalahan dan tujuan yang akan diteliti dengan menggunakan metode untuk penyelesaian masalah dalam penelitian ini.
2. Studi lapangan dan studi literatur menjelaskan segala data dan sumber ataupun referensi dalam penulisan penelitian ini.
3. Identifikasi masalah dan perumusan masalah dilakukan secara pengamatan langsung di lokasi
4. Pengumpulan data menggunakan kuesioner yang disebarakan kepada operator dan juga pengambilan data nadi menggunakan metode 10 denyut nadi.
5. Pengolahan data menjelaskan tentang metode MEAD yang kemudian disusul dengan data dari Metode 10 denyut nadi.
6. Analisis pemecahan masalah dilakukan setelah mendapatkan hasil dari pengolahan data yang dilakukan.
7. Kesimpulan dan saran menjelaskan segala hasil akhir dari penelitian ini dan pendapat yang diusulkan untuk perbaikan perusahaan

2.2.1 MEAD

MEAD merupakan suatu metode yang berkaitan dengan mendesain, menganalisis, dan mengevaluasi sistem kerja dalam organisasi sehingga menjadi efektif dan efisien (Pradini et al., 2019).

2.2.2 CVL

Cardiovascular Load (CVL) adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum (Pambudi & Adi, 2018).

Klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban (*cardiovascularload* = %CVL)

Tabel 2. Klasifikasi %CVL

%CVL	Klasifikasi %CVL
<30%	Tidak terjadi kelelahan
30%-60%	Diperlukan perbaikan
60%-80%	Kerja dalam waktu singkat
80%-100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan istirahat

Sumber : (zikrullah et al., 2022)

2.2.3 Denyut Nadi

Pengukuran denyut nadi merupakan cara mendeteksi arteri radialis di pergelangan tangan kiri agar dapat menghitung detak denyut nadi. Pada pengukuran denyut nadi umumnya dapat di catat dengan menggunakan stopwatch pada penerapan 10 denyut nadi. Berikut merupakan rumus perhitungan denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja terdapat di bawah ini.

$$\text{Denyut nadi (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \quad \dots\dots(1)$$

Sumber : (Pambudi & Adi, 2018)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan diperoleh dengan pengumpulan dan pengolahan data, menggunakan metode MEAD dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

3.1 Identifikasi lingkungan dan subsistem

PT. Berkah Bumi Independent adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur kayu. Lokasi PT. Berkah Bumi Independent sendiri berada di Jl. Lingkar Alas Roban lebih tepatnya berada di Dukuh Tegalsari, Desa Sentul, Kecamatan Gringsing, Kabupaten Batang, kode pos 51281.

Adapun visi dan misi dari PT. Berkah Bumi Independent adalah sebagai berikut ini :

a. Visi Perusahaan

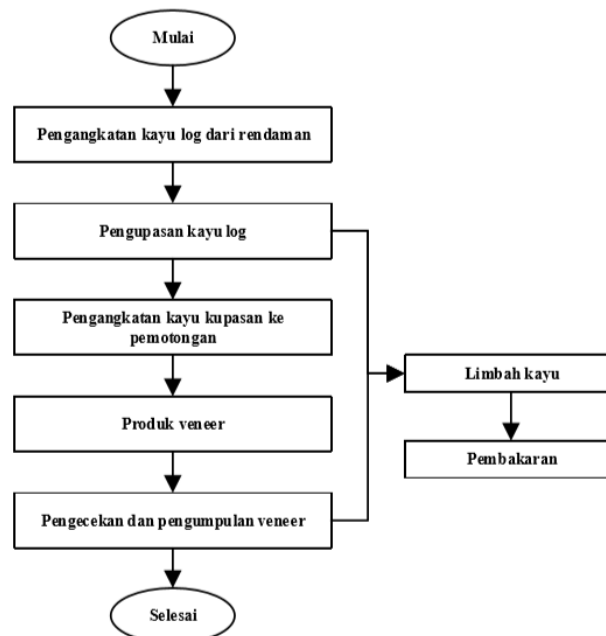
- Menjadi perusahaan manufaktur kayu terbaik dilokal maupun internasional

b. Misi Perusahaan

- Menghasilkan Veneer dan Plywod dengan kualitas terbaik
- Berpartisipasi dalam pembangunan negeri
- Menciptakan lapangan kerja untuk masyarakat sekitar.

3.2 Mendefinisikan tipe sistem produksi dan ekspektasi performansi

Pada bagian produksi rotari, ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk dapat menyelesaikan sebuah produk kayu lapis berikut adalah alur proses produksi pada stasiun rotari :



Gambar 2. Alur Proses produksi St.Rotari

3.3 Mendefinisikan unit operasi dan proses kerja

Sistem produksi di PT. Berkah Bumi Independent merupakan suatu keterkaitan antara unsur-unsur. Tahapan - tahapan itu merupakan : perendaman kayu log - pengupasan

kulit kayu- pemotongan -pengeringan – *repair* – *glue* – *Cold pres* – *Hot Pres* - pengamplasan - pemotongan sisi - *finishing*. Adapun beberapa alat dan bahan yang juga sudah disediakan di stasiun rotari oleh perusahaan. Adapun beberapa alat dan bahan yang digunakan saat melakukan pekerjaan :

Tabel 3. Peralatan dan Fasilitas Kerja di bagian rotari PT. BBI

No	Peralatan dan fasilitas kerja	Jumlah
1	Mesin rotari 1	1
2	Mesin rotari 2	1
3	Tongkat besi	2
4	Sarung tangan	-
5	Forklift	1

3.4 Mengidentifikasi data varian

Berdasarkan hasil yang telah diketahui dari nilai koefisien yang didapatkan dari kuesioner dengan mengambil nilai presentase kurang baik dan nilai presentase yang cukup yang berada dalam produksi bagian rotari, maka didapatkan data variansi seperti dibawah ini :

Tabel 4. Data Varian

Factor Varian	Varian
Lingkunga Fisik	lingkungan yang kurang bersih
	kesibisingan di ruangan produksi
Peralatan atau Mesin	kualitas sparepart mesin rendah
	perawatan mesin tidak teratur
Kondisi Pekerjaan	pekerja mudah kelelahan
	pekerjaan yang melebihi target
	pekerja sering menalami stres kerja
Organisasi	kurangnya penghargaan yang diberikan dari atasan
	kurang puas terhadap pekerjaan yang sedang dijalani

3.5 Membangun Matriks Varian

Pada tahap ini dilakukan analisis data dengan analisis keterkaitan antar varian. Faktor varian yang memiliki nilai tertinggi akan menjadi varian kunci. Berikut adalah tabel data matriks varian yang sudah dibuat

Tabel 5. Matriks Varian

varian	lingkungan yang kurang bersih	kesibingan di ruangan produksi	keualitas sparepart mesin rendah	perawatan mesin kurang teratur	pekerja mudah kelelahan	pekerjaan yang melebihi target	pekerja sering mengalami stres kerja	pemimpin kurang memperhatikan tempat kerja	kurangnya penghargaan yang diberikan dari atasan	jumlah
lingkungan yang kurang bersih					x			x		2
kesibingan di ruangan produksi								x		1
kualitas sparepart mesin rendah		x		x	x					3
perawatan mesin kurang teratur			x		x					2
pekerja mudah kelelahan	x			x		x		x	x	5
pekerjaan yang melebihi target				x	x		x	x		4
pekerja sering mengalami stres kerja		x			x	x		x	x	5
pemimpin kurang memperhatikan tempat kerja	x			x	x					3
kurangnya penghargaan yang diberikan dari atasan							x			1

Berdasarkan dari matriks varian tersebut, terdapat 2 varian dengan nilai terbesar yaitu 5 dengan keterkaitan pekerja yang mudah mengalami kelelahan dan pekerja yang mudah mengalami stres.

3.6 Tabel Kendali Varian Kunci dan Jaringan Peran

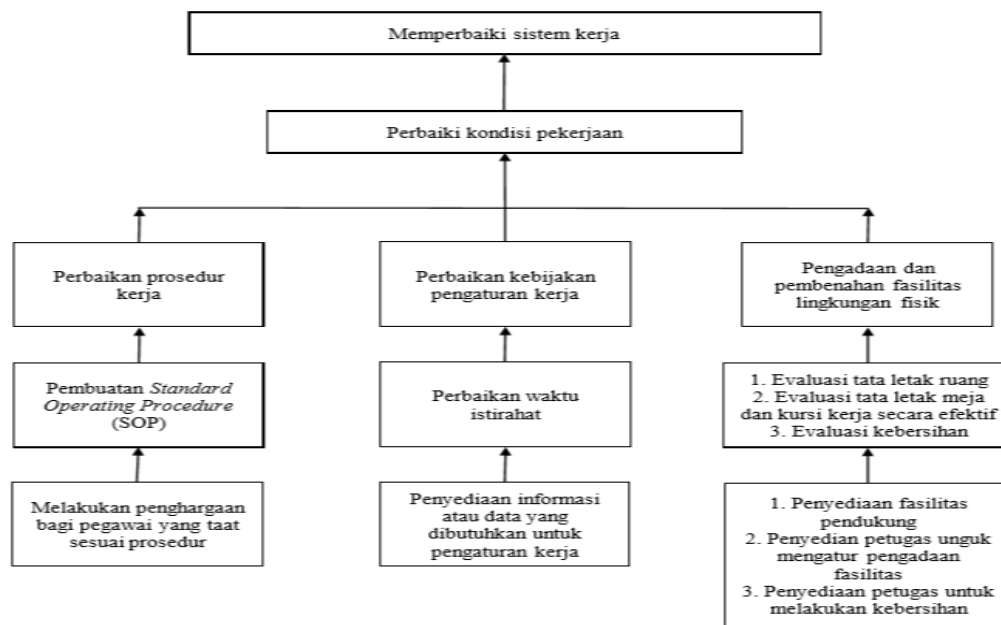
Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui identifikasi kendali varian yang ada dan juga peran personel yang bertanggung jawab pada penyimpangan selama proses produksi berlangsung yang diambil dari hasil tertinggi dari matrik varian. Berikut ini adalah tabel dari kendali varian kunci.

Tabel 6. Kendali Varian Kunci

No	Varian Kunci	Tempat Terjadi	Pihak Menangani	Pihak terlibat	Aktivitas Pendukung
1	pekerja mudah kelelahan	Bagian Produksi Rotari	Pemimpin	Pekerja bagian produksi	Tidak ada
2	pekerja sering mengalami stres kerja	Bagian Produksi Rotari	Pemimpin	Pekerja bagian produksi	Tidak ada

3.7 Penyusunan function allocation and joint design

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat fungsi alokasi dan rancangan alternatif perbaikan kerja yang diperoleh dari matrik varian dan kendali varian kunci dalam bentuk *objective tree*. Rancangan ini yang nantinya akan dijadikan sebagai usulan dalam perbaikan sistem kerja yang akan dilakukan. Rancangan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. *objective tree* (alternatif penyelesaian masalah)

3.8 Evaluasi peran dan persepsi tanggung jawab

Tahap selanjutnya adalah tahap dimana akan memberikan pembobotan kepada masing-masing alternatif, dengan melakukan wawancara kepada pengawas lapangan di stasiun rotari PT. Berkah Bumi Independent

Tabel 7. Pemberian Pembobotan Alternatif

Alternative	Jangkauan terhadap organisasi	resiko yang akan terjadi	keuntungan/ keefektifan	pengaruh terhadap pengeluaran biaya	total bobot
perbaikan prosedur kerja	2	-2	3	-1	2
Perbaikan kebijakan pengaturan kerja	3	-2	4	-1	4
Pengadaan dan pembenahan fasilitas lingkungan fisik	3	-2	3	-2	2

Dari hasil tabel diatas, dengan nilai pembobotan alternatif tertinggi yaitu 4 poin pada Perbaikan kebijakan pengaturan kerja, dimana dengan alternatifnya menggunakan waktu istirahat pekerja atau perbaikan waktu istirahat

3.9 Memperbaiki sub-sistem pendukung

Pada tahap yang terakhir ini bertujuan untuk melakukan perancangan perbaikan yang nantinya dapat digunakan untuk memperbaiki sistem kerja agar menjadi lebih baik. Pada perancangan ini dilakukan perhitungan denyut nadi pekerja dengan menggunakan

perhitungan *Cardiovascular Strain* (%CVL). Data denyut nadi diambil melalui hasil pengambilan langsung kepada 10 operator yang ada di bagian rotari. Dilakukan pada saat waktu bekerja dan istirahat, berikut adalah data yang didapat :

Tabel 7. Data Denyut Nadi

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	DNI	DNK
1	Operator 1	Laki-laki	34	9.11	5.21
2	Operator 2	Laki-laki	23	8.22	5.78
3	Operator 3	Laki-laki	29	7.82	4.96
4	Operator 4	Laki-laki	42	8,87	5.43
5	Operator 5	Laki-laki	45	9.45	4.76
6	Operator 6	Laki-laki	30	9.55	5.23
7	Operator 7	Laki-laki	27	8.23	4.87
8	Operator 8	Laki-laki	22	8.79	5.3
9	Operator 9	Laki-laki	39	9.21	4.76
10	Operator 10	Laki-laki	28	8.55	5.01

Tabel 8. Rekapitulasi Denyut Nadi Operator

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia	DNI (menit)	DNK(menit)	DNMax
1	Operator 1	Laki-laki	34	65.86	115.16	186
2	Operator 2	Laki-laki	23	72.99	103.81	197
3	Operator 3	Laki-laki	29	76.73	120.97	191
4	Operator 4	Laki-laki	42	67.64	110.50	178
5	Operator 5	Laki-laki	45	63.49	126.05	175
6	Operator 6	Laki-laki	30	62.83	114.72	190
7	Operator 7	Laki-laki	27	72.90	123.20	193
8	Operator 8	Laki-laki	22	68.26	113.21	198
9	Operator 9	Laki-laki	39	65.15	126.05	181
10	Operator 10	Laki-laki	28	70.18	119.76	192
Rata-rata				68.60	117.34	188.1

Setelah mendapatkan rekapitulasi dari denyut nadi kemudian langkah selanjutnya menghitung %CVL dan konsumsi energi. Berikut ini adalah hitungan dari ketiganya:

a. Perhitungan *Cardiovascular load* (%CVL)

$$\begin{aligned}
 \%CVL &= \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DNMax - DNI} \\
 &= \frac{100 \times (117,34 - 68.60)}{188.1 - 68.60} \\
 &= 38.66 \%
 \end{aligned}$$

Dengan hasil %CVL = 38.66% maka diperlukan perbaikan sistem kerja.

b. Perhitungan konsumsi energi

Diketahui : $x = 117.34$ (Denyut Nadi Kerja (menit))

Rumus,

$$E_t = 1,80411 - 0,0229083 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229083 (117.34) + 4,71733 \times 10^{-4} (117.34)^2$$

$$E_t = 5,61 \text{ kkal/menit}$$

Diketahui : $x = 68.60$ (Denyut Nadi Istirahat (menit))

Rumus,

$$E_i = 1,80411 - 0,0229083 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229083 (68.60) + 4,71733 \times 10^{-4} (68.60)^2$$

$$E_i = 2,24 \text{ kkal/menit}$$

Setelah diketahui E_t dan E_i kemudian akan dihitung konsumsi energi seperti berikut ini :

$$K = E_t - E_i$$

$$K = 5,61 - 2,24 = 3.37 \text{ kkal/menit}$$

c. Perhitungan waktu Istirahat

$$\text{Diketahui : } W = 5,61 \text{ kkal/menit}$$

$$T = 480 \text{ menit/hari kerja}$$

$$\text{Suntuk wanita} = 4 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{Suntuk pria} = 5 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{Basal Metabolisme} = 1,5 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{Dijawab : } R = T \frac{W-S}{W-1,5}$$

$$R = 480 \frac{5,61-5}{5,61-1,5}$$

$$R = 71.2408$$

$$R \approx 71 \text{ menit}$$

Keterangan: R : Istirahat yang dibutuhkan (menit)

T : Total waktu kerja (menit/shift)

W : Pengeluaran energi rata-rata saat bekerja (Kkal/menit)

S : Pengeluaran energi rata-rata yang di rekomendasikan (Kkal/menit)

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan maka, lama waktu istirahat yang didapatkan adalah 71 menit, maka dari itu waktu istirahat yang tadinya 60 menit/hari kerja, perlu dilakukan penambahan waktu istirahat sebesar 11menit/hari kerja.

3.10 Implementasi, iterasi, dan penyempurnaan

Dalam melakukan implmentasi hasil untuk melihat keefektifan dari perbaikan sistem kerja yang dilakukan adalah dengan melakukan percobaan penerapan pada shift 1 dengan membandingkan hasil dari produksi. Berikut adalah tabel implementasi hasil.

Tabel 9. Implementasi Hasil

produk	hasil produksi sebelum implementasi	hasil produksi sesudah implementasi	kenaikan presentase
veneer	79	87	10%

Dari hasil implementasi berikut ini mendapatkan peningkatan hasil sebesar 10% peningkatan produk pembuatan plywood.

4. PENUTUP

Penelitian ini telah menghasilkan usulan penelitian perbaikan kebijakan kerja, dengan menerapkan penambahan waktu istirahat kepada operator rotari. Perbaikan dilakukan berdasarkan pertimbangan dari responden/operator. Pada sistem kerja dilakukan dengan mengurangi tingkat kelelahan yang dirasakan oleh operator, dengan hasil perhitungan *Cardiovascular load* (%CVL) 38.66%, yang dimana nilai tersebut masuk dalam kategori beban kerja yang perlu dilakukan perbaikan, berdasarkan hasil hitungan yang sudah dilakukan mengenai waktu istirahat, diperoleh hasil 71 menit/kerja untuk waktu istirahat dengan menambahkan 11 menit waktu istirahat tambahan.. Setelah dilakukan percobaan dari hasil penambahan waktu istirahat, pada shift 1 sesudah dengan sebelum dilakukannya implementasi mendapatkan peningkatan hasil sebesar 10% dalam pembuatan produk veneer.

Dalam penelitian ini memiliki beberapa kelemahan penelitian dimana dalam proses pengambilan data kurang memaksimalkan hubungan antara faktor lingkungan dengan kondisi pekerja, dan juga penelitian masih memiliki kekurangan dalam perhitungan %CVL dimana hitungan tersebut biasanya dilakukan satu per satu antar

operator bukan secara global menggunakan rata-rata dari perhitungan hasil denyut nadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Havish, F. P., & Putra, B. I. (2022). Design of Work Systems in Air Cooler Production Using Work Load Analysis (WLA) and Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) Methods at PT GIJ. *Procedia of Engineering and Life Science*, 2(2). <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1291>
- Engkus, E. (2019). Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pasien Di Puskesmas Cibitung Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Governansi*, 5(2), 99–109. <https://doi.org/10.30997/jgs.v5i2.1956>
- Haripurna, A., & Purnomo, H. (2017). Desain Perancangan Alat Penyaring Dalam Proses Pembuatan Tahu Dengan Metode Macro Ergonomic Analysis and Design (MEAD). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(1), 22. <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i1.3845>
- Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2020). Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106>
- Hutabarat, S., Widjanarko, B., & Wahyuni, I. (2015). Praktik Bekerja Aman Karyawan Bagian Rotary PT. Fairco Mawi Sulawesi Tengah. *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*, 10(2), 102–115.
- Indrianti, N., Rakagandhi, B., & Wibawa, T. (2018). A simulation approach for determining delivery time in a waste materials based make-to-order manufacturing company. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018-March*, 1878–1886.
- Kristyanto, R., Sugiono, & Yuniarti, R. (2015). Analisis Risiko Operasional Pada Proses Produksi Gula Dengan Menggunakan Metode Multi-Attribute Failure Mode Analysis (Mafma) (Studi Kasus: Pg. Kebon Agung Malang). *Urnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(3), 592–601.
- Lorenzini, M., Kim, W., Momi, E. De, & Ajoudani, A. (2019). A new overloading fatigue model for ergonomic risk assessment with application to human-robot collaboration. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2019-May*, 1962–1968. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2019.8794044>
- Padhil, A., & Purnomo, H. (2018). Macroergonomic approaches as a solution to local wisdom-based tourist village development planning. *MATEC Web of Conferences*, 154. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201815401080>
- Pambudi, A., & Adi, P. (2018). Pengukuran Beban Kerja Operator Alat Berat Menggunakan Metode 10 Denyut (Studi Kasus di PT. tripurwita Jaya Abadi Trenggalek). *Universitas 17 Agustus 1945*, 1–10. <http://repository.untag->

sby.ac.id/973/9/JURNAL.pdf

- Parkhan, A., & Sugarindra, M. (2022). ... Kualitas Mekanis Kain Tenun Menggunakan Metode Vikor Optimal Design of Woven Fabric Mechanical Quality Using Vikor *Jurnal Disprotek*, 13(2), 137–145. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>
- Pradini, A. H., Lucitasari, D. R., & Putro, G. M. (2019). Perbaikan Sistem Kerja Dengan Pendekatanmacroergonomic Analysis and Design(Mead) Untuk Meningkatkan Produktifitas Pekerja. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 12(1), 36–47. <https://media.neliti.com/media/publications/289335-perbaikan-sistem-kerja-dengan-pendekatan-62f96f65.pdf%0Ahttp://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi>
- Pradiska, A. A., Wibawa, T., & Berlianty, I. (2020). Perbaikan Postur Kerja Karyawan Untuk Meminimalisir Resiko Cidera Dengan Pendekatan Biomekanika. *Teknik Industri UPN Veteran Yogyakarta*, 271–277.
- Purnomo, H., Lestari, V., & Kisanjani, A. (2020). Ergonomic Work System Design Using Kansei Engineering Approach. *Sinergi*, 24(2), 109. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2020.2.004>
- Suzianti, A. (2013). Macroergonomic Approach for Improving the Municipal Waste Management System in Jakarta. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 4(6), 560–564. <https://doi.org/10.7763/ijimt.2013.v4.461>
- zikrullah, J., Putra, G., Alue Peunyareng, J., & Barat, A. (2022). Pengukuran Beban Kerja Operator Menggunakan Metode 10 Denyut di PT. Wirataco Mitra Mulia. *Serambi Engineering*, VII(2), 2976–2982.
- Zulfa, M. C., Syahri, M., & L, D. R. (2016). Desain Fasilitas Kerja Alat Penekuk Akrilik Menggunakan Metode Macroergonomic Analysis and Design (Mead) Pada Cv. Caesar Advertising. *Prosiding SNST*, 1(1), 34–39.