

Menentukan Jumlah Jam Kerja dan Waktu Istirahat dengan MEAD untuk Mengurangi Keluhan Sakit Pekerja di UD Berkah Alam

Aditya Pradana Putra^{1*}, Djati Poetryono Dharmosamoedero², Anita Oktaviana Trisna Devi³, Erna Indriningsih⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Universitas Sahid Surakarta
Email: adityapradanaputra069@gmail.com1

Abstrak

UD Berkah Alam adalah sebuah usaha dagang yang bergerak di bidang jasa penggergajian kayu dan produsen barang mebel setengah jadi dengan proses produksi Job Shop. Adapun tahapan dalam proses penggergajian kayu meliputi bagian persiapan bahan baku, proses penggergajian kayu, dan pengepakan. Lebih dari separuh pekerja yaitu 74,49% mengalami keluhan kesehatan berupa sakit atau nyeri tubuh atau musculoskeletal disorder (MSDs) yang diakibatkan beban pekerjaan. Untuk mengatasi keluhan tersebut maka dilakukan penentuan jumlah jam kerja dan waktu istirahat yang ergonomis, yaitu berdasarkan beban fisik kerja pekerja. Pengukuran beban fisik kerja dilakukan dengan mengukur kecepatan denyut nadi untuk menentukan nilai cardiovascular strain (CVL) dan konsumsi energi diperlukan untuk melakukan pekerjaan. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata energi yang diperlukan oleh pekerja masih di bawah batas normal yaitu 5 Kkal/menit untuk pria. Sedangkan dari pendekatan penentuan besarnya allowance (kelonggaran) untuk pemulihan tenaga, waktu istirahat yang diberikan oleh perusahaan ternyata masih kurang sebesar 21,6 menit. Dari hasil implementasi diketahui untuk nilai cardiovascular strain (CVL) dan konsumsi energi mengalami penurunan sebesar 0,39% untuk CVL dan 0,03% untuk konsumsi energi.

Kata Kunci: Ergonomi, Analisis, Desain, Jam Kerja, Jam Istirahat.

Pendahuluan

Industri pengolahan kayu di Indonesia merupakan barometer peningkatan perekonomian nasional dan faktor kunci dalam upaya meningkatkan penerimaan negara dari sektor kehutanan. Keinginan pemerintah untuk meningkatkan kontribusi sektor kehutanan dalam perekonomian Indonesia mendorong penerapan kebijakan pengembangan industrialisasi kehutanan dengan adanya kebijakan UU No. 5 tahun 1967 yang menjadikan industri pengolahan kayu sebagai penopang perekonomian. Pada awal perkembangan industri pengolahan kayu, industri kayu gergajian dirintis terlebih dahulu, namun dalam perjalanannya industri ini kurang berkembang dibandingkan dengan industri kayu lapis. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan produksi kayu gergajian mulai tahun 1991 hingga saat ini [1].

UD Berkah Alam adalah perusahaan yang baru mulai beroperasi sejak tahun 2011 pada bidang jasa penggergajian kayu dan produsen barang mebel setengah jadi, di daerah Ngemplak Boyolali. UD Berkah Alam memiliki 7 orang karyawan yang berusia antara 27 sampai 55 tahun. Karyawan sering mengeluh kelelahan saat menjalankan pekerjaan dan bahkan merasakan nyeri di beberapa titik persendian. Berdasarkan data yang didapat melalui kuesioner NORDIC pada bulan Maret diketahui bahwa pegawai yang mengalami

masalah nyeri pada otot atau sendi 7 hari terakhir sebesar 72,45%, dan yang mengalami masalah sakit dan nyeri selama 12 bulan terakhir sebesar 62,24%, dan 74,49% masalah-masalah tersebut diakibatkan oleh beban pekerjaan. Para pekerja bekerja dari hari Senin sampai Sabtu mulai jam 07.30 – 16.00 WIB, dengan jumlah beban waktu kerja 45 jam selama 6 hari kerja. Dari jumlah tersebut, waktu istirahat adalah 6 jam selama 6 hari kerja. Penelitian ini untuk menganalisis kebutuhan waktu istirahat berdasarkan beban fisik demi mengurangi tingkat kelelahan yang ditanggung karyawan. Penelitian ini menggunakan *Nordic Body Map*. Penggunaan *Nordic Body Map* ini didukung dengan kondisi karyawan yang mengalami kelelahan, rasa sakit/nyeri pada punggung dan pinggang ketika bekerja yang dikarenakan kurangnya waktu istirahat dan beban pekerjaan.

Berdasarkan hal-hal di atas maka peneliti menyampaikan perlu diadakan analisis penentuan jumlah jam kerja dan waktu istirahat yang ergonomis bagi pekerja pemotongan kayu di UD Berkah Alam. Dari analisis akan didapat rumusan tentang jumlah jam kerja yang efektif dan waktu istirahat yang cukup bagi para pekerja sehingga mengurangi potensi atau menghilangkan keluhan kesehatan pekerja.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode analisis makro dan desain ergonomic (Macro Ergonomic Analysis and Design (MEAD). MEAD merupakan suatu metode yang berkaitan dengan mendesain, menganalisis, dan mengevaluasi sistem kerja dalam organisasi sehingga menjadi efektif dan efisien [2]. Tahapan pada Macroergonomic Analysis and Design dapat dilihat sebagai berikut: (a) Pengamatan Lingkungan dan Subsistem Organisasi. Pada tahap ini, hal yang dilakukan adalah pengamatan pada sistem keseluruhan, subsistem lingkungan, dan organisasi dari sistem tersebut. Untuk menilai varian antara yang telah ditetapkan dan yang dipraktikkan, diperlukan identifikasi misi, visi, prinsip, dan kriteria target yang ditetapkan dalam sistem tersebut. Dalam mengamati sistem secara keseluruhan, hal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi tempat kerja dimana sistem berjalan dan prosesnya termasuk batasan yang ada. Detail dari misi sistem ini dapat berupa input, output, proses, supplier, customer, internal control, dan mekanisme feedback. (b). Mendefinisikan Tipe Sistem Produksi dan ekspektasi performansi. Unit operasi merupakan kumpulan berbagai tahapan konversi dari input sampai output yang bersama-sama membentuk keseluruhan tugas yang dipisahkan dari langkah lain oleh wilayah, teknologi, maupun batas sementara sedangkan Proses kerja merupakan langkah- langkah yang dikerjakan untuk membuat suatu produk sehingga pada tahapan ini mengidentifikasi tentang produksi yang ada di perusahaan. (c). Mendefinisikan Proses Kerja dan Analisis Kerja. Unit operasi adalah kelompok langkah-langkah yang membentuk suatu kerja dan mengikat langkah lainnya dengan batasan teritorial, teknologi, dan temporal. Unit operasi sering diidentifikasi dari perbedaan subproduk dan biasanya membutuhkan tiga sampai lima belas pekerja. Selain itu, unit operasi bisa diidentifikasi berdasarkan pembagian proses. Untuk tiap unit operasi atau departemen, dilakukan identifikasi terhadap tujuan, input, transformasi, dan output. Aliran kerja dari proses transformasi (mengonversikan input menjadi output). Pada sistem linear, output dari satu langkah merupakan input dari langkah selanjutnya. Pada sistem nonlinear, langkah-langkah dilakukan secara paralel atau berulang-berulang. Dengan begitu, unit operasi akan teridentifikasi. Selain itu, diidentifikasi pula fungsi dan subfungsi (contoh:

tugas) dari sistem tersebut. (d). Identifikasi Variansi. Pada tahap ini dianalisis data yang sudah diperoleh pada langkah-langkah sebelumnya untuk mengidentifikasi kelemahan, penyimpangan ataupun permasalahan lain yang dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem kerja ataupun mengidentifikasi hal-hal yang menyebabkan adanya gap antara keinginan pekerja dengan pemilik. (e). Membuat matriks variansi. Key variance adalah varian-varian yang secara signifikan mempengaruhi kriteria performa dan saling berinteraksi dengan varian lainnya, sehingga menghasilkan compound effect. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menampilkan interrelasi diantara varian-varian pada proses kerja sehingga dapat ditentukan varian mana yang mempengaruhi varian lainnya. Varian dipertimbangkan sebagai “key” jika varian tersebut secara signifikan mempengaruhi kuantitas produksi, kualitas produksi, biaya operasi (alat, material mentah, overtime, dan lain-lain), biaya sosial (ketidakpuasan, keamanan, dan lain-lain), atau bila varian tersebut memiliki hubungan dengan varian lain (matriks). (f). Kontrol varians dan analisis peran. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menemukan bagaimana varian yang ada dapat dikendalikan dan apakah personel yang bertanggung jawab terhadap pengendalian varian ini membutuhkan dukungan. Konten pada key variance control table ini terdiri dari: unit operasi dimana varian akan dikendalikan dan dikoreksi; siapa yang bertanggung jawab; aktivitas kendali apa yang sedang dilakukan; interfaces, alat, atau teknologi apa yang dibutuhkan untuk mendukung kontrol tersebut dan komunikasi, informasi, keahlian khusus, atau pengetahuan apa yang dibutuhkan untuk mendukung pengendalian tersebut. (g). Mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain. Dalam mengalokasikan fungsi dan tugas pada manusia dan mesin atau komputer dapat dimulai dengan mengulas data pengamatan lingkungan untuk memeriksa kendala pada lingkungan. Pada perubahan teknis, desain dengan mengutamakan manusia dibutuhkan dalam membantu operator untuk mencegah atau mengontrol key variances, berupa interface, sistem informasi, job aids, process control tools, teknologi yang lebih fleksibel, perancangan ulang stasiun kerja dan sistem penanganan, atau mekanisme terintegrasi. Selanjutnya dilakukan penentuan pengetahuan atau keahlian yang dibutuhkan pada key variances dan isu yang nyata. Hal ini berujung pada penentuan pengetahuan atau keahlian khusus yang didapatkan melalui pelatihan teknis, formal courses, workshop, atau pembelajaran jarak jauh. (h). Analisis persepsi dan tanggung jawab. Varians dapat diatur melalui seleksi serta technological support. Terdapat dua role network yang beroperasi: yang dibutuhkan dan yang dipersepsikan. Semua varian diantara dua role network tersebut dapat dikurangi melalui participatory ergonomics, pelatihan, komunikasi, interface design, atau tool design. (i). Perancangan sistem pendukung dan interface. Pada tahap sebelumnya proses kerja telah dianalisis dan didesain bersama, selanjutnya dibutuhkan perancangan ulang subsistem dari pendukung internal organisasi. Tujuannya adalah untuk menentukan sejauh mana suatu subsistem yang diberikan berdampak pada sistem produk sociotechnical; sifat varians; sejauh mana varians dikendalikan; dan sejauh mana tugas harus diperhitungkan dalam desain ulang peran beroperasi di unit subsistem pendukung. Selain audit alokasi fungsi, interface antara subsistem harus diperiksa dan didesain ulang pada saat ini. Lingkungan fisik internal dirancang secara ergonomis untuk mendukung kesejahteraan manusia, keamanan dan efektivitas sistem. Untuk mengetahui apakah ada perubahan lingkungan dalam bentuk fisik yang mendukung peningkatan dapat dilakukan dengan melakukan

penilaian pada analisis teknikal dan personel varian. (j). Implementasi, iterasi dan improvement. Tahap ini dilakukan pengajuan usulan perbaikan kepada pihak perusahaan.

Hasil dan Pembahasan

Nordic Body Map

Dari data didapat 4 kriteria tingkat rasa sakit berdasarkan waktu terjadinya rasa sakit yang dialami oleh operator, yaitu: 12 bulan mengalami sakit atau nyeri, 12 bulan tidak dapat melakukan pekerjaan normal, masalah dalam 7 hari terakhir, dan masalah diakibatkan oleh pekerjaan. Hasil rekap data dapat dilihat pada tabel 1 bawah ini:

Tabel 4. Hasil dari Nordic Body Map

No	Bagian Tubuh	12 bulan mengalami sakit atau nyeri	12 bulan tidak dapat melakukan pekerjaan normal	masalah dalam 7 hari terakhir	masalah diakibatkan oleh pekerjaan
1	Leher	3	0	5	3
2	Bahu kanan	3	2	6	6
3	Bahu kiri	4	4	6	6
4	Sikut kanan	4	3	4	5
5	Sikut kiri	4	2	2	4
6	Punggung atas	4	4	6	6
7	punggung bawah	7	6	7	7
8	pergelangan tangan kanan	4	2	4	6
9	pegelangan tangan kiri	3	2	3	5
10	paha	4	5	5	4
11	lutut	5	6	6	6
12	pegelangan kaki kiri	5	5	5	5
13	pegelangan kaki kanan	4	2	5	4
14	pingang	7	7	7	6
Jumlah		61	50	71	73
Persentase		62,24%	51,02%	72,45%	74,49%

Sumber: hasil olah data penelitian

A) Identifikasi lingkungan dan Subsistem Organisasi pada UD Berkah Alam

Pada tahap ini ditentukan visi dan misi, struktur organisasi, serta identifikasi stakeholder pada sistem organisasi dari UD. Berkah Alam. Di sistem organisasi, UD. Berkah Alam pelimpahan wewenang dalam organisasi berlangsung secara vertikal dari seorang atasan langsung ke bagian pengawas bagian produksi. Tugas dari pengawas disini adalah memastikan berjalannya produksi penggajian kayu dengan baik sesuai dengan target yang telah ditetapkan oleh atasan,

B) Mendefinisikan Tipe System Produksi dan Ekspektasi Performansi

Pekerjaan produksi yang dilakukan merupakan jenis *job shop* yang berarti produk yang dibuat dapat disesuaikan dengan keinginan konsumen dengan waktu yang telah ditentukan. Pada umumnya dalam membuat produk di UD Berkah Alam memiliki urutan pembuatan, mulai dari pemilihan kayu, menentukan ukuran dan jenis produk kayu, dan penggajian kayu. Penentuan performansi di UD Berkah Alam dilakukan secara subjektif dari pemimpin yang disesuaikan dengan standar checkpoints atau kritikal poin. Ketentuan-ketentuan yang harus digunakan sesuai dengan alur pada standar checkpoints dalam sistem kerja. Adapun ekspektasi performansi berdasar wawancara dengan pemilik yang dapat dilihat pada tabel 2 dan 3 berikut.

Tabel 2. Quality dan Flexibility

Number of Checkpoints	Check Points	Quality	Flxibility
1	Supplier	Memberikan bahan baku kayu yang terbaik dan dapat memenuhi kebutuhan produksi	Dapat menyediakan beberapa jenis bahan baku kayu yang diinginkan
2	Input	Kualitas input terdapat pada bahan baku kayu yang di gunakan dan proses penggergajian kayu	Jenis bahan baku dan produk dapat di sesuaikan dengan pesanan
3	Process	Dapat memaksimalkan bahan baku kayu dengan keinginan dari konsumen	Flxibility dari process adalah dapat menyesuaikan waktu process pengerjaan sesuai dari keinginan konsumen
4	Output	Kualitas output dapat dilihat dari bentuk dan ukuran produk	Pemanfaatan limbah menjadi produk lain
5	Outcome	Tingkat kepuasan konsumen dari produk kayu yang telah di hasilkan	Terlihat dari tingkat kepuasan dari konsumen sehingga memutuskan untuk melakukan pemesanan produk baru lagi

Table 3 Ekspektasi Performansi

Number of Checkpoints	Check Points	Ekspektasi perfomansi
1	Input Utilization	Pengunaan bahan baku tergantung dari permintaan konsumen begitu juga bentuk dan ukuran produk
2	Innovation	Mulai menyediakan Stock diluar dari pesanan konsumen
3	Output production	Hasil produk yang sesuai dengan keinginan konsumen dan waktu produksi sesuai dengan kesepakatan awal
4	productivity	Melakukan produksi produk sesuai denga pesanan dari konsumen karena menerapkan sistem Make To Order
5	Process Value	Dilakukan berdasarkan seluruh biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan produk yang dipesan dan juga keuntungan dari penjualan produk
6	Management	Management yang dilakukan secara langsung pada sistem kerja di UD Berkah Alam berdasarkan ketentuan oleh pemilik perusahaan

C) Mendefinisikan unit operasi dan proses kerja pada UD Berkah Alam

Proses produksi kayu pada UD Berkah Alam secara umum meliputi pertama pada bagian persiapan bahan baku. Pada proses ini dilakukan pemilihan bahan baku yang akan digunakan dan juga menentukan ukuran dan jeneis produk yang akan dibuat. Kedua adalah Bagian penggergajian kayu. Pada proses ini dilakukan pemotongan kayu dengan ukuran dan jenis yang telah ditentukan pada bagian persiapan bahan baku, dalam proses ini dilakukan dengan 2 mesin penggergajian kayu. Ketiga adalah pengepakan kayu. Pada bagian ini kayu-kayu yang sudah selesai dipotong kemudian dikemas dan disusun sesuai dengan jenis dan ukuran sebelum dikirim ke konsumen.

D) Mengidentifikasi data varian

Identifikasi data varian bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada sehingga dapat memudahkan proses analisis selanjutnya. Faktor-faktor yang menimbulkan varian

(lingkungan fisik, peralatan/mesin, kondisi pengrajinan, dan organisasi) dan varian yang terjadi sudah diidentifikasi pada langkah sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan prosentase dari jawaban seluruh responden, dapat diidentifikasi data varian yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Varian

Faktor Varian	Varian
Lingkungan Tempat kerja	Kebisingan di tempat kerja
	Polusi udara di tempat kerja
Peralatan/Mesin	perawatan mesin dilakukan secara tidak teratur
Kondisi pekerja	Kurang nya APD yang disediakan, terutama untuk kebisingan
	Merasakan sakit dibagian tubuh tertentu
Organisasi	Tidak ada pelatihan kusus bagi pekerja
	Konflik saat kerja

E) Membuat matriks varian

Matriks varian bertujuan mengetahui hubungan atau keterkaitan antar varian atau apakah varian yang satu mempengaruhi varian lainnya. Pengisian matriks varian berdasarkan wawancara dengan pekerja dan pemilik perusahaan. Varian yang memiliki hubungan/keterkaitan diberi simbol (X) pada sel pertemuan kedua varian tersebut. Dari matriks varian yang telah dibuat diperoleh bahwa beberapa varian memiliki banyak keterkaitan dengan varian lain. Faktor yang variannya memiliki keterkaitan atau hubungan paling banyak dengan varian lain akan menjadi faktor kunci. Tanda hubungan antar varian yang dicetak tebal merupakan faktor kunci karena memiliki keterkaitan paling banyak dengan varian lain. Matrik varian dapat dilihat pada Tabel 5.

F) Membuat tabel kendali varian kunci dan jaringan peran

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kendali atau kontrol varian yang telah ada dan bagaimana peran personel yang bertanggung jawab di perusahaan. Penyusunan tabel kendali varian kunci dan jaringan peran berdasarkan identifikasi faktor kunci yang terpilih pada langkah sebelumnya, faktor kunci terpilih dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4.5. Matriks varian

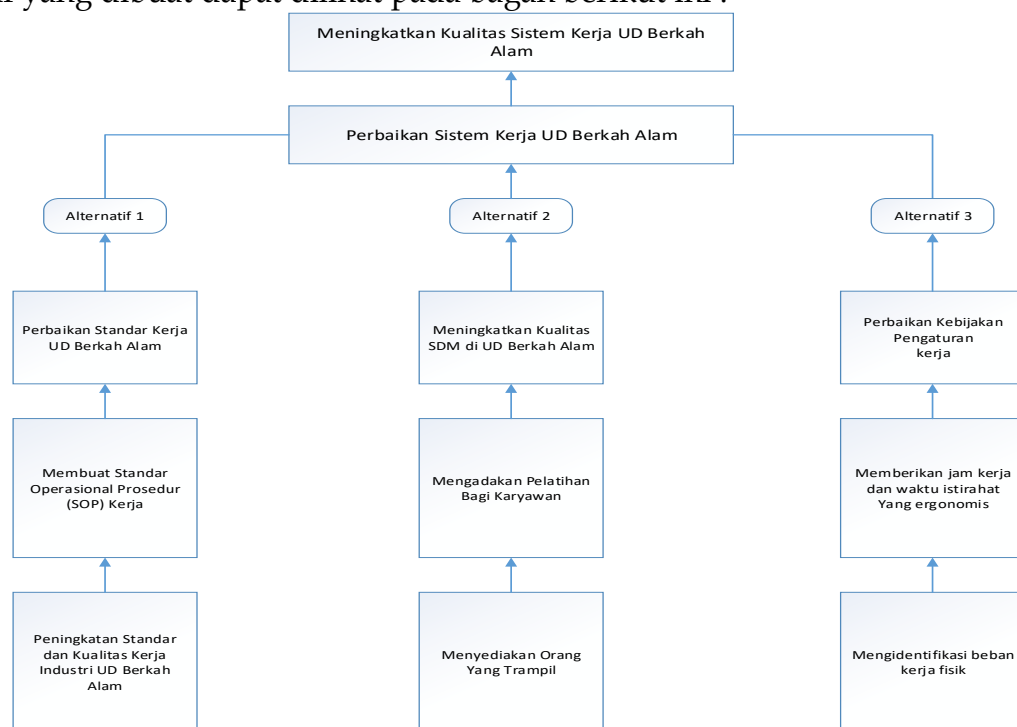
Faktor Varian	Varian	Kebisingan di tempat kerja	Polusi udara di tempat kerja	perawatan mesin tidak teratur	Kurang nya APD yang disediakan	Merasakan sakit dibagian tubuh	Tidak ada pelatihan kusus bagi pekerja	Konflik saat kerja	Jumlah
Lingkungan Tempat kerja	Kebisingan di tempat kerja				X	X	X		3
	Polusi udara di tempat kerja				X		X		2
Peralatan/Mesin	perawatan mesin dilakukan secara tidak teratur					X		X	2
Kondisi pekerja	Kurang nya APD yang disediakan,	X	X			X	X		4
	Merasakan sakit dibagian tubuh tertentu	X	X		X				3
Organisasi	Tidak ada pelatihan kusus bagi pekerja	X	X		X			X	4
	Konflik saat kerja			X			X		2

Tabel 6. Kendali varian kunci dan jaringan peran

NO	Varian Kunci	Tempat terjadinya	Pihak yang menangani	Pihak yang terlibat langsung	Aktifitas Pendukung yang telah ada
1	Kurang nya APD yang disediakan,	Bagian produksi	Pemilik	Pekerja Bagian produksi	Sudah disediakan sarung tangan dan masker
2	Tidak ada pelatihan khusus bagi pekerja	Bagian produksi	Pemilik	Pekerja Bagian produksi	-

G) Mengalokasikan Fungsi dan Penggabungan Desain

Pada tahap ini bertujuan untuk membuat beberapa alternatif perbaikan dan mengalokasikan fungsi, sehingga dapat diperoleh alternatif yang lebih baik. Adapun alternatif yang dibuat dapat dilihat pada bagan berikut ini :



Bagan alternatif perbaikan

H) Evaluasi peran dan persepsi tanggung jawab

Pada tahap ini digunakan untuk memberikan pembobotan kepada masing-masing alternatif perbaikan yang diperoleh, sehingga dengan pembobotan yang dilakukan akan menghasilkan alternatif yang terbaik yang nantinya dapat digunakan dalam perbaikan sistem kerja di UD Berkah Alam. Pemberian pembobotan alternatif-alternatif yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel Pembobotan Alternatif

NO	Alternatif	Kriteria				Total Bobot
		Jangkauan terhadap organisasi	Resiko yang akan terjadi/kendala dalam keberhasilan	Keuntungan/ keefektifan	Pengaruh terhadap pengeluaran biaya	
1	Perbaikan Standar Kerja UD Berkah Alam	(1.1) (1.2)	(2.1) (2.2) (2.3) (2.5) (2.7) (2.9)	(3.1) (3.2) (3.4) (3.8) (3.10)	(4.2) (4.4)	-1
2	Meningkatkan Kualitas SDM di UD Berkah Alam	(1.1) (1.2)	(2.2) (2.3) (2.4) (2.5) (2.8) (2.9)	(3.1) (3.3) (3.5) (3.6) (3.8) (3.7) (3.9)	(4.2) (4.4)	1
3	Perbaikan kebijakan pengaturan kerja	(1.1) (1.2)	(2.1) (2.3) (2.9)	(3.1) (3.2) (3.3) (3.4) (3.5) (3.6) (3.7) (3.8) (3.9)	(4.5) (4.6)	6

Pada di atas untuk kriteria resiko yang akan terjadi/ kendala dalam keberhasilan dan pengaruh terhadap pengeluaran biaya berbobot negatif (-), karena resiko yang akan terjadi/ kendala dalam keberhasilan serta pengaruh terhadap pengeluaran biaya adalah karakteristik yang berpotensi negatif.

J) Memperbaiki sub-sistem pendukung

Pada tahap ini bertujuan untuk melakukan perancangan perbaikan pada subsistem yang nantinya dapat digunakan untuk memperbaiki waktu kerja yang ada menjadi lebih baik sehingga dapat meningkatkan kinerja para pekerja di UD Berkah Alam. Pada perancangan ini dilakukan perhitungan denyut nadi pekerja, perhitungan Cardiovascular strain (%CVL), perhitungan konsumsi energi hingga dihasilkan lama waktu istirahat yang dibutuhkan pekerja UD Berkah Alam.

1. Perhitungan beban kerja

Tabel Rekapitulasi denyut nadi pekerja

NO	Nama Oprator	Jenis kelamin	Berat Badan	Tinggi Badan	Usia	Rata-Rata Denyut Nadi istirahat (Menit)	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja (Menit)	Denyut Nadi Maksimal (Menit)
1	Sartono	Laki-Laki	52	169	35	69,5	94,20	185
2	Sugito	Laki-Laki	62	172	62	72	95,83	158
3	Sarbono	Laki-Laki	55	167	55	69,83	99,75	165
4	Suyatman	Laki-Laki	60	165	41	66,66	98,54	179
5	Sukino	Laki-Laki	55	162	54	69,5	101,87	166
6	Deniy	Laki-Laki	63	168	27	75,33	109,66	193
7	Eko	Laki-Laki	85	178	31	73,75	115,87	189
Rata-Rata						70,94	102,25	176,42

- Perhitungan Cardiovascular strain (%CVL)

$$\%CVL = \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DN_{max} - DNI}$$

$$= \frac{100 \times (102,25 - 70,95)}{176,42 - 70,95} = 29,67\%$$

- Perhitungan konsumsi energy

Diketahui:

$X = 102,25$ (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

Sehingga:

$$\begin{aligned} E_t &= 1,80411 - 0,0229083(X) + 4,71733 \times 10^{-4}(X)^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229083(102,25) + 4,71733 \times 10^{-4}(102,25)^2 \\ &= 4,37 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Diketahui:

$X = 70,94$ (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

Sehingga:

$$\begin{aligned} E_i &= 1,80411 - 0,0229083(X) + 4,71733 \times 10^{-4}(X)^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229083(70,94) + 4,71733 \times 10^{-4}(70,94)^2 \\ &= 2,46 \text{ Kkal/menit} \end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i kemudian dilakukan perhitungan konsumsi energi sebagai berikut:

$$K = E_t - E_i$$

$$K = 4,37 - 2,46 = 1,91 \text{ Kkal/menit}$$

- Perhitungan lama waktu istirahat

Karena nilai $K = 1.91 \text{ kkal/min} < S$ yaitu energi yang dikeluarkan selama bekerja kurang dari nilai standar energi yang dikeluarkan (pria = 5 kkal/mnt, wanita = 4 kkal/mnt, maka ($R_t = 0$), maka untuk menentukan waktu istirahat dapat dicari dengan menggunakan kelonggaran kerja berupa presentase dari waktu normal yang merupakan allowance untuk keperluan pribadi dan untuk mengatasi kelelahan dari oprator

K) Allowance (Kelonggaran)

Kelonggaran dapat diartikan sebagai faktor tenggang yang diberikan kepada operator karena sistem kerja atau lingkungan kerja agar memenuhi kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue (kelelahan) dan hambatan yang tidak terhindarkan. Kelonggaran biasanya dipergunakan setelah perhitungan waktu normal dalam menentukan waktu baku dalam suatu proses operasi.

Tabel. Rekapitulasi perhitungan Allowance (kelonggaran)

	Faktor	Kelonggaran%
Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	6
Sikap kerja	Berdiri diatas dua kaki	1
Gerakan kerja	Sulit	2
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	0
Keadaan temperature tempat kerja	Normal	0
Keadaan Atmosfer	Kurang baik	5
Keadaan lingkungan yang baik	Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik	1
Kebutuhan pribadi	Pria	1
Jumlah		16

Dari besarnya kelongaran terseut dapat ditentukan lamanya waktu pemulihan yang diperlukan oleh karyawan UD Berkah Alam sebagai berikut.

R = Waktu pemulihan (menit)

A = Jam kerja berlaku (menit)

B = Kelongaran (%)

$$R = A \times B$$

$$R = 510 \times 0,16$$

$$R = 81,6$$

Dari hasil perhitungan waktu pemulihan yang harus diberikan adalah sebesar 81,6 menit, sedangkan waktu istirahat yang diberikan sekarang sebesar 60 menit, jadi masih memiliki kekurangan waktu pemulihan sebesar 21,6 menit.

L) Implementasi hasil

Pada tahap terakhir metode MEAD yaitu implementasi dari hasil yang telah didapatkan dari tahap sebelumnya berdasarkan alternatif yang telah terpilih maupun hasil dari perancangan sub- sistem pendukung. Implementasi yang dilakukan sebagai bentuk perbaikan yaitu dengan melakukan pengukuran denyut nadi pekerja Cardiovascular strain (%CVL) dan Allowance (Kelongaran) yang digunakan untuk mendapatkan waktu istirahat yang sesuai dengan beban kerja yang diterima oleh pekerja dibagian produksi sehingga dapat mengurangi tingkat kelelahan yang diterima oleh pekerja saat beraktivitas.

Tabel Rekapitulasi denyut nadi pekerja

NO	Nama Oprator	Jenis kelamin	Berat Badan	Tinggi Badan	Usia	Rata-Rata Denyut Nadi istirahat (Menit)	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja (Menit)	Denyut Nadi Maksimal
1	Sartono	Laki-Laki	52	169	35	61,5	95,83	185
2	Sugito	Laki-Laki	62	172	62	69	96,33	158
3	Sarboho	Laki-Laki	55	167	55	67,16	101,03	165
4	Suyatman	Laki-Laki	60	165	41	75,33	99,75	179
5	Sukino	Laki-Laki	55	162	54	66,33	100,66	166
6	Deniy	Laki-Laki	63	168	27	78,66	108,83	193
7	Eko	Laki-Laki	85	178	31	79,83	111,25	189
Rata-Rata						71,11	101,96	176,42

- Perhitungan Cardiovascular strain (%CVL)

$$\%CVL = \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DN_{max} - DNI}$$

$$= \frac{100 \times (101,96 - 71,11)}{176,42 - 71,11}$$

$$= 29,28\%$$

- Perhitungan konsumsi energi

Diketahui:

X = 101,96 (Denyut nadi kerja (denyut/menit))

Sehingga:

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

$$= 1,80411 - 0,0229083(101,96) + 4,71733 \times 10^{-4}(101,96)^2$$

$$= 4,35 \text{ Kkal/menit}$$

Diketahui:

$X = 71,11$ (Denyut nadi istirahat (denyut/menit))

Sehingga:

$$\begin{aligned} E_i &= 1,80411 - 0,0229083(X) + 4,71733 \times 10^{-4}(X)^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229083(71,11) + 4,71733 \times 10^{-4}(71,11)^2 \\ &= 2,47 \text{ kkal/menit} \end{aligned}$$

Setelah diketahui hasil dari E_t dan E_i kemudian dilakukan perhitungan konsumsi energi sebagai berikut:

$$K = E_t - E_i$$

$$K = 4,35 - 2,47 = 1,88 \text{ Kkal/menit}$$

Kesimpulan

1. Dari hasil kuesioner Nordic Body Map sebesar 74,49% atau lebih dari separuh karyawan penggergajian kayu UD Berkah Alam mengalami sakit atau nyeri di bagian tubuh yang diakibatkan oleh pekerjaan. Berdasarkan perhitungan cardiovascular strain (CVL), nilai konsumsi energi kurang dari nilai standar energi yang dikeluarkan maka untuk menentukan waktu istirahat bisa menggunakan nilai kelonggaran. Perhitungan allowance (kelonggaran) untuk waktu istirahat diberikan penambahan sebesar 21,6 menit dari waktu yang telah disediakan, salah satu faktor penyebab penambahan ini diakibatkan dari faktor lingkungan ditempat kerja.
2. Dalam upaya memberikan waktu istirahat yang ergonomis, pemilik perusahaan memberikan penambahan waktu istirahat 20 menit, diberikan pada dua sesi yaitu pada pukul 10:00-11:00 dan 14:00-13:00 yang masing-masing diberikan penambahan waktu sebesar 10 menit.

Daftar Pustaka

Ari Zaqi Al Faritsy, Yohannes Anton Nugroho. 2017. "Pengukuran Lingkungan Kerja Fisik dan Operator Untuk Menentukan Waktu Istirahat Kerja", <http://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/index>.

Dita Perwitasari, Abdul Rohim Tualeka. 2014 "Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Subyektif Pada Perawat Di RSUD DR. Mohamad Soewandhie Surabaya" jurnal Vol. 1, No. 1 Jan-April 2014

Hidayat ,Nur Taufiq. 2020. "Pelaksanaan Waktu Kerja Dan Waktu Istirahat Bagi Karyawan Seles Marketing Pada PT. Ekajaya Motor Malang" Dinamika, Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum, Volume 26, Nomor 8, Februari 2020, Halaman 1023 - 1035

Suntoro dan K, Roehadi. Jam Kerja dan Waktu Istirahat Cuti. Jakarta: PT. Ubaya Tirta

Syamsul Bahri, Syarifuddin dan Gunawan. 2012. "Analisis Penentuan Waktu Istirahat Pendek Berdasarkan Beban Kerja Fisik Dan Asupan Energi" Jurnal o.1 No.1 (2012) 30-35 ISSN 2302 934X

Tarwaka, PGDip, Sc., M.Erg.Ir. Solichul Hadi A. Bakri, M. Erg.Ir Lilik Sudiajeng, M.Erg. 2004. *ERGONOMI untuk Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS Universitas Islam Batik Surakarta.

Wahyu Hidayat, Trismi Ristyowati, Gunawan Madyono Putro. 2020 “Analisis Beban Kerja Fisiologis sebagai Dasar Penentuan Waktu Istirahat untuk Mengurangi Kelelahan Kerja” *Jurnal OPSI* Vol 13 No.1 Juni 2020.

Universitas Psikologi. 2020. Teori dan Aspek-aspek Beban Kerja Menurut Para Ahli Sumber Tulisan: <https://www.universitaspikologi.com/2020/01/teori-dan-aspek-aspek-beban-kerja.html> diakses Januari 2020.

Widjajanto Dedy. 2009. *Pengaturan Waktu Kerja dan Waktu Istiahat Sebagai Perlindungan Bagi Buruh/Pekerja (Studi Kasus di Beberapa Perusahaan Swasta) “Tidak Diterbitkan” Ilmu Hukum Fakultas Hukum, Universitas Indonesia*. Depok

Yassierli, Nila, Hardianto Iridiastadi. 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Syamsul Bahri, Syarifuddin dan Gunawan. 2012. “Analisis Penentuan Waktu Istirahat Pendek Berdasarkan Beban Kerja Fisik Dan Asupan Energi” *Jurnal o.1 No.1* (2012) 30-35 ISSN 2302 934X