

**ANALISIS BEBAN KERJA FISIK PADA PEKERJA
UKM GULA MERAH DENGAN METODE
CARDIOVASCULARLOAD (CVL)
(Studi Kasus pada UD Sumber Sari Tulungagung)**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



LAYLIA NOVI AHADTUL HUSNA

NIM. 175060701111006

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2021



LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS BEBAN KERJA FISIK PADA PEKERJA UKM
GULA MERAH DENGAN METODE
CARDIOVASCULARLOAD (CVL)
(Studi Kasus pada UD Sumber Sari Tulungagung)

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



LAYLIA NOVI AHADTUL HUSNA

NIM. 175060701111006

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
Tanggal 18 Mei 2021

Dosen Pembimbing

Sugiono, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19780114 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Ir. Oyong Noyareza, ST., MT., Ph.D.

NIP. 197411152006041

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Asumsi.....	7
1.7 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Ergonomi.....	14
2.2.1 Ruang Lingkup Ergonomi.....	14
2.3 Beban Kerja.....	15
2.4 Beban Kerja Fisik.....	16
2.4.1. Perhitungan Beban Kerja Fisik.....	16
2.5 Kelelahan.....	17
2.6 <i>Cardiovascular Load (CVL)</i>	18
2.7 Konsumsi Energi.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3 Prosedur Penelitian.....	23
3.3.1 Tahap Pendahuluan.....	23
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data.....	24
3.3.3 Tahap Pengolahan Data.....	25

3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan.....	25
3.3.5 Rekomendasi Perbaikan.....	25
3.3.6 Kesimpulan dan Saran.....	26
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	29
4.1.1 Struktur Organisasi.....	29
4.1.2 Deskripsi Produk.....	30
4.1.3 Proses Produksi.....	31
4.2 Pengumpulan Data.....	40
4.2.1 Data Jumlah Pekerja.....	41
4.2.2 Profil Pekerja.....	42
4.2.3 Data Denyut Nadi.....	43
4.3 Pengolahan Data.....	45
4.3.1 Penentuan <i>Cardiovascularload</i> (CVL).....	45
4.3.2 Konsumsi Energi.....	48
4.4 Analisis dan Pembahasan.....	49
4.4.1 Analisis Beban Kerja Fisisk dengan <i>Cardiovascularload</i> (CVL).....	49
4.4.2 Konsumsi Energi.....	51
4.5 Rekomendasi Perbaikan.....	52
BAB V PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Informasi Nama <i>Workstation</i> dan Jumlah Pekerja	1
Tabel 1.2	Klasifikasi Beban Kerja Manusia	3
Tabel 1.3	Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %CVL.....	3
Tabel 1.4	Data Sampel DNK dan DNI Pekerja UD Sumber Sari.....	3
Tabel 1.5	Data Keluhan (Gejala kelelahan) Pekerja UD Sumber Sari	4
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini	10
Tabel 2.2	Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %CVL.....	16
Tabel 4.1	Deskripsi Produk	27
Tabel 4.2	Profil Pekerja UD Sumber Sari	39
Tabel 4.3	Data Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari.....	41
Tabel 4.4	Data Denyut Nadi Istirahat Pekerja UD Sumber Sari	41
Tabel 4.5	Rata-rata Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari.....	42
Tabel 4.6	Rata-rata Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari.....	43
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Persentase CVL (%CVL).....	43
Tabel 4.8	Klasifikasi Beban Kerja Fisik Berdasarkan Persentase CVL.....	45
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja UD Sumber Sari	45
Tabel 4.10	Perbandingan Jadwal Kerja Saat Ini dan Jadwal Kerja Usulan.....	51
Tabel 4.11	Perbandingan Alokasi Pekerja Saat Ini dan Alokasi Pekerja Usulan.....	54



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Stasiun Kerja UD Sumber Sari.....	2
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1	Struktur Organisasi UD Sumber Sari.....	27
Gambar 4.2	Mesin Giling dan Pipa Penyalur Nira.....	29
Gambar 4.3	Wajan Perebusan dan Inthung.....	29
Gambar 4.4	Srumbung dan Wadah Pengeringan.....	29
Gambar 4.5	Saringan Kotoran dan Sekop Pengaduk.....	30
Gambar 4.6	Timbangan.....	30
Gambar 4.7	Bahan Baku Pembuatan Gula Merah Tebu.....	31
Gambar 4.8	Proses Penggilingan Tebu.....	31
Gambar 4.9	Penampungan Nira Tebu.....	32
Gambar 4.10	Perebusan Tahap Awal.....	33
Gambar 4.11	Perebusan Tahap Kedua.....	33
Gambar 4.12	Perebusan Tahap Akhir.....	34
Gambar 4.13	Penuangan Gulali ke Wadah Pengeringan.....	34
Gambar 4.14	Pencampuran dengan Sodium Bikarbonat.....	35
Gambar 4.15	Proses Pengadukan.....	35
Gambar 4.16	Pengeringan.....	35
Gambar 4.17	Pengemasan Produk Akhir.....	36
Gambar 4.18	Gudang Penyimpanan UD Sumber Sari.....	36
Gambar 4.19	Diagram Alir Proses Produksi.....	37
Gambar 4.20	Alat Mi-Band.....	38
Gambar 4.21	Grafik Persentase <i>Cardiovascularload</i>	47
Gambar 4.22	Gerakan <i>Back Extension</i> dan Gerakan <i>Neck Forward</i>	51
Gambar 4.23	Gerakan <i>Neck Left and Right</i> dan Gerakan <i>Elbow Pullover</i>	52
Gambar 4.24	Gerakan <i>Shoulder Over</i> dan Gerakan <i>Shoulder Across</i>	52
Gambar 4.25	Gerakan <i>Shoulder Back</i> dan Gerakan <i>Bridge Stretch</i>	53
Gambar 4.26	Gerakan <i>Forearm and Wrist</i> dan Gerakan <i>Hamstring Stretch</i>	53
Gambar 4.27	Gerakan <i>Calf Stretch</i> dan Gerakan <i>Flexor Stretch</i>	54



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Sampel Data Kehadiran Pekerja UD Sumber Sari (Periode Juli 2020) ..	60
Lampiran 2	Data Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari	61
Lampiran 3	Data Denyut Istirahat Kerja Pekerja UD Sumber Sari	62
Lampiran 4	Perhitungan Persentase <i>Cardiovascularload</i> (CVL)	63
Lampiran 5	Perhitungan Konsumsi Energi	65



RINGKASAN

Laylia Novi Ahadtul Husna, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Maret 2021, *Analisis Beban Kerja Fisik pada Pekerja UKM Gula Merah dengan Metode Cardiovascularload (CVL) (Studi Kasus pada UD Sumber Sari Tulungagung)*, Dosen Pembimbing: Sugiono.

UD Sumber Sari merupakan UMKM yang bergerak di bidang produksi serta perdagangan gula merah tebu. UMKM ini beralamat di RT 04/RW 03, Dusun Waringin, Desa Sambijajar, Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung. UD Sumber Sari memiliki 7 karyawan dengan masing-masing 2 pekerja pada *workstation* penggilingan, 1 pekerja pada *workstation* perebusan, 2 pekerja pada *workstation* pengolahan gula jadi, dan 2 pekerja pada *workstation* pembakaran. Pekerja melakukan pekerjaan selama 10 jam kerja per hari dari pukul 06.00 – 16.00 WIB setiap hari. Berdasarkan pengamatan dan wawancara terhadap pemilik dan juga pekerja, pekerja memiliki keluhan selama melakukan pekerjaan karena beban kerja yang tidak merata serta terdapat beban kerja yang melebihi batas normal seperti pekerja merasa lesu, kurang fokus, penglihatan kabur, mengantuk, dan lain sebagainya, serta pemilik UD Sumber Sari mengatakan bahwa terdapat pekerja yang sering izin tidak masuk kerja dengan alasan kelelahan. Maka dari itu, dilakukan survei lebih lanjut mengenai kelelahan kerja para pekerja UD Sumber Sari menggunakan sampel pengukuran denyut jantung kepada seluruh pekerja UD Sumber Sari. Hal ini dikarenakan kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima cukup tinggi. Hasil pengukuran sampel data denyut nadi kerja dan istirahat yang didapatkan memiliki perbedaan nilai yang cukup signifikan diantara keduanya. Berdasarkan kondisi tersebut, pengukuran beban kerja fisik perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana beban kerja fisik yang diterima oleh masing-masing pekerja UD Sumber Sari. Pengukuran beban kerja fisik dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran tidak langsung yaitu metode *cardiovascularload* (CVL). Metode CVL dipilih karena denyut nadi memiliki kepekaan yang cukup tinggi terhadap perubahan pembebanan yang diterima pekerja, dan juga metode CVL tidak membutuhkan waktu yang lama serta biaya yang mahal.

Hasil dari penelitian beban kerja fisik yang telah dilakukan yaitu pekerja yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu dilakukan perbaikan adalah pada pekerja 3 yang bekerja pada *workstation* perebusan dengan persentase CVL sebesar 40,6%, pekerja 4 dan 5 yang bekerja pada *workstation* pengolahan gula jadi dengan masing-masing persentase CVL sebesar 34,6% dan 37,9%, dan pekerja 6 dan 7 yang bekerja pada *workstation* pembakaran dengan masing-masing persentase CVL sebesar 37,3% dan 31,8%. Kelima pekerja tersebut memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan Perbaikan”. Pekerja 1 dan pekerja 2 yang keduanya adalah pekerja yang bekerja pada *workstation* penggilingan memiliki masing-masing persentase CVL sebesar 26,5% dan 28,6%. Kedua pekerja tersebut memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Tidak terjadi kelelahan pada pekerja”. Kemudian dirumuskan rekomendasi untuk mengurangi beban kerja yang dirasakan para pekerja UD Sumber Sari yaitu berupa pengaturan ulang jadwal kerja dan pemberian waktu istirahat, melakukan peregangan atau pelepasan di sela-sela melakukan aktivitas kerja, serta melakukan pengaturan ulang alokasi pekerja dengan mempertimbangkan usia dan beban kerja yang ada pada UD Sumber Sari.

Kata kunci: Pekerja UD Sumber Sari, beban kerja fisik, kelelahan, *cardiovascularload*



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

SUMMARY

Laylia Novi Ahadtul Husna, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, March 2021, *Analysis of Physiological Workload for Red Sugar SME Workers using Cardiovascularload (CVL) Method (Case Study at UD Sumber Sari Tulungagung)*. Academic Supervisor: Sugiono.

UD Sumber Sari is an SME which is engaged in the production and trade of sugar cane. This UMKM is located at RT 04 / RW 03, Waringin Hamlet, Sambijajar Village, Sumbergempol District, Tulungagung Regency. UD Sumber Sari has 7 employees with 2 workers each at the milling workstation, 1 worker at the boiling workstation, 2 workers at the finished sugar processing workstation, and 2 workers at the combustion workstation. Workers have 10 hours of work per day from 06.00 - 16.00 WIB every day. Based on observations and interviews with owners and all the workers, workers have complaints while doing work because the workload is uneven and there is a workload that exceeds normal limits such as workers feeling sluggish, lack of focus, blurred vision, sleepiness, etc. Owner Sumber Sari said that there are workers who often leave work because they are tired. Therefore, a further survey was conducted regarding the work fatigue of the UD Sumber Sari workers using a heart rate measurement sample for all UD Sumber Sari workers. This is because the sensitivity of the pulse to changes in the load received is quite high. The results of the measurement of the work and rest pulse data samples obtained had a significant difference in values between the two. Based on these conditions, measurement of the physical workload needs to be done to find out how the physical workload received by each UD Sumber Sari worker. Measurement of physical workload is carried out using the indirect measurement method, namely the cardiovascular load (CVL) method. The CVL method was chosen because the pulse has a high sensitivity to changes in the load received by workers, and also the CVL method does not require a long time and is expensive.

The results of the research on physical workloads that have been carried out are workers who have a workload classification that needs to be repaired, namely workers 3 who work at the boiling workstation with a CVL percentage of 40.6%, workers 4 and 5 who work on finished sugar processing workstations with their respective -The percentage of CVL was 34.6% and 37.9% respectively, and workers 6 and 7 who worked at the combustion workstation with CVL percentages respectively 37.3% and 31.8%. The five workers are classified as "Repair Required" physical workload. Worker 1 and worker 2, who are both workers who work at the milling workstation, have CVL percentages of 26.5% and 28.6%, respectively. Both workers have a physical workload classification "There is no fatigue in workers". Then formulated recommendations to reduce the workload felt by UD Sumber Sari workers, namely in the form of rearranging work schedules and providing rest periods, stretching or relaxing between work activities, and rearranging worker allocations by considering age and workload. is at UD Sumber Sari.

Keywords: UD Sumber Sari Worker, Physiological Workload, Fatigue, Cardiovascularload



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini, akan dijelaskan beberapa hal terkait dasar dalam penelitian ini, mulai dari latar belakang penelitian, identifikasi masalah penelitian, rumusan masalah penelitian, serta tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan inovasi dalam UKM semakin berkembang pesat yang menuntut para usahawan menjadi kompetitif dalam menghadapi persaingan usaha yang saat ini menjadi semakin ketat. Agar dapat terus bersaing di era globalisasi sekarang ini, para pelaku usaha harus bisa berfikir se-kreatif mungkin untuk meningkatkan kinerja dan pelayanan pekerja secara optimal agar dapat mencapai tujuan perusahaan. Pengelolaan sumber daya manusia secara efektif dan efisien dapat menjadi salah satu faktor yang harus diperhatikan oleh perusahaan. Pekerja merupakan salah satu aset terpenting dalam perusahaan agar dapat berjalan dan mewujudkan tujuan perusahaan. Dalam hal ini, pekerja juga manusia biasa yang merasakan kelelahan saat bekerja. Rasa lelah tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam hal, misalnya waktu kerja yang terlalu lama dan beban kerja yang diterima terlalu berat.

Menurut Tarwaka (2004) “kelelahan merupakan suatu mekanisme terhadap perlindungan tubuh agar tubuh dapat terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga dapat terjadi pemulihan setelah istirahat. Pekerjaan secara manual dan berulang-ulang pada kondisi lingkungan yang panas dapat menjadi salah satu faktor yang berpotensi meningkatkan beban kerja fisik dan kecelakaan kerja yang dapat menimbulkan penyakit akibat kerja” (Oesman, 2010).

Sebagai salah satu sentra UKM gula merah di Jawa Timur yaitu Kabupaten Tulungagung yang memiliki lebih dari 300 industri yang tersebar di berbagai kecamatan, salah satunya pada kecamatan Sumbergempol yaitu UD Sumber Sari. UD Sumber Sari merupakan UKM yang bergerak di bidang agroindustry gula merah yang beralamat di Dusun Waringin, Desa Sambijajar, Kec. Sumbergempol, Kab. Tulungagung. UD Sumber Sari didirikan pada tahun 2002 dan semakin berkembang sampai saat ini. Sampai saat ini, UD

Sumber Sari memiliki Gudang dengan kapasitas penampungan gula merah tebu sebanyak 5000 ton. Kapasitas produksi yang dihasilkan sebanyak 1 sampai 1,5 ton gula merah dari 10 sampai 15 ton tebu per hari per unit produksi dengan hasil produksi gula semut dan gula cetak batok. UD Sumber Sari memiliki 4 *workstation* dan 7 pekerja yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1
Informasi Nama *Workstation* dan Jumlah Pekerja

No	Nama <i>Workstation</i>	Jumlah Pekerja
1	Penggilingan	2
2	Perebusan	1
3	Pembakaran	2
4	Pengolahan Gula Jadi	2

Sumber: UD Sumber Sari

Pada tabel 1.1 dapat diketahui terdapat 4 *workstation* yaitu, *workstation* penggilingan, *workstation* perebusan, *workstation* pembakaran, dan *workstation* pengolahan gula jadi dengan total pekerja berjumlah 7 orang. Pada *workstation* penggilingan memiliki jumlah pekerja sebanyak 2 orang, pada *workstation* perebusan memiliki jumlah pekerja sebanyak 1 orang, pada *workstation* pembakaran memiliki jumlah pekerja sebanyak 2 orang, dan pada *workstation* pengolahan gula jadi memiliki jumlah pekerja sebanyak 2 orang. Proses produksi pada UD Sumber Sari berlangsung setiap hari sejak pukul 06.00 pagi hingga pukul 16.00 sore. Secara singkat, *workflow* dari proses produksi UD Sumber Sari dimulai dari proses penggilingan, perebusan tahap 1, perebusan tahap 2, perebusan tahap 3, pengadukan gula jadi, pengemasan, hingga penyimpanan gula, untuk proses pembakaran terus beroperasi selama proses produksi berlangsung.

Secara garis besar pekerja penggilingan bertugas untuk memindahkan tebu yang akan di giling menggunakan *crane* dan memastikan mesin giling berjalan dengan baik. Pekerja pembakaran bertugas untuk memasukkan bahan bakar dan menyiapkan bahan bakar serta membersihkan abu pembakaran. Pekerja pemasakan (perebusan dan pengolahan gula jadi) bertugas untuk memasak gula dengan perebusan sekitar 2 jam pada setiap tahapnya, dimana terdapat 3 tahap perebusan, lalu mengaduk gula yang sudah jadi sampai dengan proses pengemasan. Kondisi stasiun kerja dan kondisi pekerja saat melakukan pekerjaan pada setiap *workstation* dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Stasiun Kerja UD Sumber Sari.
Sumber: UD Sumber Sari

Jam kerja pada UD Sumber Sari beroperasi setiap hari tanpa hari libur sejak pukul 06:00 pagi sampai pukul 16:00 sore dengan waktu istirahat yang tidak terjadwal atau para pekerja melakukan istirahat disela-sela waktu melakukan pekerjaan. Jam kerja pada UD Sumber Sari tersebut jelas tidak sesuai dengan peraturan pemerintah tentang ketenagakerjaan. Seperti yang telah dijelaskan dalam “Undang-Undang No.13 tahun 2003 pasal 77 ayat 1 (UU No.13/2003) mewajibkan setiap pengusaha untuk melaksanakan ketentuan jam kerja dengan dua sistem, pertama 7 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 6 hari kerja dalam 1 minggu. Kedua 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu. Sedangkan jam kerja pada UD Sumber Sari yaitu 10 jam kerja dalam 1 hari atau 70 jam kerja dalam 1 minggu untuk 7 hari kerja dalam 1 minggu”.

Jam kerja yang berlebih membuat para pekerja banyak yang mengeluh dan merasa kelelahan. Tidak jarang para pekerja tidak masuk kerja dengan alasan kelelahan dan kurang istirahat. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UD Sumber Sari, selama periode bulan Juli hampir setiap hari terdapat pekerja yang izin dengan alasan merasa kelelahan dan membutuhkan istirahat dengan kisaran per harinya bisa mencapai sampai 3 pekerja tidak masuk dari total 7 pekerja yang ada. Maka dari itu, untuk mengetahui beban kerja fisik

pekerja perlu dilakukan survei lebih lanjut terkait kelelahan pekerja agar dapat mengetahui klasifikasi beban kerja para pekerja UD Sumber Sari sesuai dengan klasifikasi beban kerja manusia yang dapat dilihat pada Tabel 1.2 dan klasifikasi beban kerja berdasarkan %CVL pada Tabel 1.3.

Tabel 1.2

Klasifikasi Beban Kerja Manusia

Jenis Beban Kerja	Konsumsi Oksigen (Liter/Menit)	Energy Expenditure (Kkal/menit)	Heart Rate Selama Kerja (Detak/Menit)
Ringan	0.5 – 1.0	2.5 – 5.0	60 – 100
Sedang	1.0 – 1.5	5.0 – 7.5	100 – 125
Berat	1.5 – 2.0	7.5 – 10	125 – 150
Sangat Berat	2.0 – 2.5	10 – 12.5	150 – 175

Sumber: Sugiono (2018)

Tabel 1.3

Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %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 beraktivitas

Sumber: Sugiono (2018)

Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel data pekerja agar dapat dipergunakan untuk melihat beban kerja fisik yang dialami oleh para pekerja UD Sumber Sari selama melakukan pekerjaan. Sampel denyut nadi diambil pada saat pekerja melakukan pekerjaan dan saat pekerja sedang beristirahat. Data sampel denyut nadi dan hasil perhitungan %CVL dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4

Data Sampel DNK dan DNI Pekerja UD Sumber Sari

Pekerja	DNK (denyut/min)	DNI (denyut/min)	%CVL
Pekerja penggilingan 1	104	75	25%
Pekerja penggilingan 2	106	77	26%
Pekerja perebusan	114	74	36%
Pekerja pembakaran 1	110	74	31%
Pekerja pembakaran 2	113	76	33%
Pekerja pengolahan gula jadi 1	111	80	30%
Pekerja pengolahan gula jadi 2	109	78	30%

Sumber: UD Sumber Sari

Berdasarkan perhitungan dari data sampel yang ada, dapat dilihat terdapat lima pekerja yang memiliki persentase CVL lebih dari 30% yaitu pekerja perebusan dengan persentase CVL sebesar 36%, pekerja pembakaran 1 dengan persentase CVL sebesar 31%, pekerja pembakaran 2 dengan persentase CVL sebesar 33%, pekerja pengolahan gula jadi 1 dengan persentase CVL sebesar 30%, dan pekerja pengolahan gula jadi 2 dengan persentase CVL

sebesar 30%. Dua pekerja lainnya memiliki persentase CVL yang kurang dari 30% yaitu pekerja penggilingan 1 dengan persentase CVL sebesar 25%, dan pekerja penggilingan 2 dengan persentase CVL sebesar 26%. Maka dari hasil perhitungan sampel data yang ada, dapat diasumsikan bahwa beban kerja yang cukup tinggi terdapat pada *workstation* perebusan, pembakaran, dan pengolahan gula jadi.

Menurut Tarwaka (2004), kepekaan denyut nadi terhadap suatu perubahan pembebanan yang diterima cukup tinggi. Denyut nadi akan berubah selaras dengan perubahan pembebanan yang diberikan kepada operator. Maka semakin tinggi perubahan denyut nadi operator artinya semakin tinggi beban yang diberikan kepada operator dengan faktor-faktor yang dapat mengakibatkan kelelahan fisik salah satunya pada faktor jam kerja dan beban yang diberikan pada pekerja selama melakukan pekerjaan. Sementara saat melakukan pekerjaan, dari hasil wawancara kepada para pekerja UD Sumber Sari didapatkan hampir seluruh pekerja mengeluh dengan gejala kelelahan fisik, seperti pekerja merasa kurang fokus, pernafasan tidak teratur, lesu, lelah saat melakukan pekerjaan, dan penglihatan kabur. Data keluhan pekerja UD Sumber Sari dapat dilihat pada Tabel 1.5 berikut.

Tabel 1.5

Data Keluhan (Gejala Kelelahan) Pekerja UD Sumber Sari

No	Keluhan (Gejala Kelelahan)	Jumlah
1	Kurang fokus	5
2	Pernafasan tidak teratur	6
3	Penglihatan kabur	2
4	Perasaan lesu	3
5	Lelah saat melakukan pekerjaan	3

Sumber: UD Sumber Sari

Seluruh keluhan tersebut dirasakan oleh pekerja saat sedang melakukan pekerjaan. Dimana jika hal tersebut dibiarkan, lambat laun akan memiliki dampak yang kurang baik pada para pekerja serta pada UKM itu sendiri. Sehingga dengan adanya permasalahan waktu kerja berlebih yang menyebabkan pekerja sering izin kerja, sampel DNK dan DNI pekerja yang cukup signifikan dan hasil %CVL diatas, serta keluhan pekerja dengan gejala kelelahan yang dirasakan selama melakukan pekerjaan, maka perlu dilakukan penelitian pengukuran beban kerja dari segi fisik dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dengan cara menghitung perbandingan antara peningkatan denyut nadi istirahat (DNI) dengan denyut nadi maksimum. Penelitian dilakukan untuk melihat apakah waktu kerja yang berlebih dapat dipengaruhi dari beban kerja fisik para pekerja. Alasan menggunakan metode CVL pada penelitian ini yaitu karena peneliti ingin mengukur beban kerja secara objektif dan juga metode CVL tidak membutuhkan waktu yang lama.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang yaitu:

1. Berdasarkan tabel denyut nadi dapat diketahui bahwa denyut nadi operator saat bekerja dan saat istirahat memiliki nilai yang cukup signifikan yang menunjukkan dapat terjadi kelelahan kepada operator saat bekerja.
2. Berdasarkan tabel keluhan gejala kelelahan dapat diketahui bahwa pekerja mengalami gejala kelelahan saat melakukan pekerjaan seperti kurang fokus, merasa lesu, pusing, mengantuk, serta penglihatan kabur.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yaitu:

1. Bagaimana analisis beban kerja fisik pekerja dengan menggunakan metode *Cardiovascularload* (CVL) yang dirasakan oleh pekerja UD Sumber Sari?
2. Bagaimana rekomendasi perbaikan terhadap beban kerja yang dirasakan oleh pekerja pada UD Sumber Sari?

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yaitu:

1. Mengetahui bagaimana beban kerja fisik pekerja yang dirasakan oleh pekerja UD Sumber Sari dengan menggunakan metode *Cardiovascularload* (CVL).
2. Memberikan rekomendasi perbaikan terhadap beban kerja yang dirasakan oleh pekerja pada UD Sumber Sari.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah adalah kendala atau batasan yang menjadi pembatas selama dilakukannya penelitian dengan harapan dapat menjadi lebih fokus dan terarah saat melakukan penelitian. Dalam penelitian ini batasan yang ada adalah penelitian ini mengukur beban kerja fisik pekerja yang dilakukan pada pekerja di unit 1 UD Sumber Sari.

1.6 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Tidak terdapat perubahan metode kerja dan perubahan jumlah pekerja dari UKM UD Sumber Sari selama penelitian berlangsung.
2. Proses produksi berjalan normal.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan penilaian dan mengevaluasi beban kerja fisik para pekerja UD Sumber Sari sesuai dengan hasil yang didapatkan dari metode *Cardiovascular Load (CVL)*.
2. Memberikan rekomendasi perbaikan agar para pekerja UD Sumber Sari tidak mengalami kelelahan yang berlebih.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini akan dibahas terkait beberapa argumentasi atau literatur ilmiah yang penulis gunakan sebagai dasar teori dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Ketika dilakukan sebuah penelitian dibutuhkan penelitian terdahulu yang dapat dipergunakan sebagai acuan atau referensi untuk memperkuat argumen dalam penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu adalah informasi pendukung yang digunakan sebagai referensi dan bahan pertimbangan penelitian yang dilakukan. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *Cardiovascular Load* yang dijadikan sebagai referensi.

1. Marseti (2015) melakukan penelitian beban kerja pada pekerja di PT.XYZ yang bergerak dalam bidang manufaktur pembuatan *heat exchanger* (pengubah suhu) plug-in refrigeration units yang berlokasi di Wonokoyo, Beji, Pasuruan. Tepatnya dilakukan pada Unit GEK. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* dan *Rapid Entire Body Assessment*. Pengambilan data CVL dilakukan kepada 7 orang operator bagian produksi unit GEK. Nilai persentase (%CVL) pada operator *prepare cable* sebesar 46,85%, operator *tube preparation* sebesar 49,40%, operator *tube assembly* sebesar 47,05%, operator *electric preparation* sebesar 44,09%, operator *electric assembly* sebesar 52,77%, operator GEK testing sebesar 47,83%, dan operator *packing* sebesar 49,86%. Hasil analisis beban kerja dengan CVL yaitu 7 operator memiliki persentase Cardiovascularload (CVL) > 30% yang berarti pekerjaan operator tersebut menyebabkan kelelahan selama bekerja, sehingga diperlukan perbaikan desain alat bantu meja perakitan, kereta testing, dan pallet box pada saat proses packing. Penilaian postur kerja dilakukan terhadap 11 postur kerja operator pada *workstation electric assembling*, *GEK testing*, dan *packing*. Dari 11 postur kerja selanjutnya dilakukan pemilihan terhadap postur kerja yang memiliki nilai risiko cedera paling tinggi untuk 3 fase gerakan. Postur kerja yang terpilih dari 11 postur kerja yaitu postur kerja 4 dengan score 11, postur kerja 6 dengan score 11, dan postur kerja 7 dengan score 12 pada final score Tabel REBA. Hasil analisis REBA yaitu seluruh postur kerja

operator berada pada tingkat risiko cedera yang tinggi dan memerlukan implementasi perbaikan.

2. Arya (2019) melakukan penelitian beban kerja pada pekerja di salah satu perusahaan pengolahan susu. Tepatnya pada pekerja gudang bagian *cold storage*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* dan NASA-TLX. Penelitian CVL yang dilakukan menghasilkan jabatan yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu perbaikan yaitu pada jabatan *Warehouse Feeder 2* dan *Warehouse Feeder 6*. Pekerja *Warehouse Feeder 2* memiliki persentase CVL sebesar 30,9%, sedangkan pekerja *Warehouse Feeder 6* memiliki persentase CVL sebesar 31,1. Kedua pekerja ini memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak”. Hasil perhitungan beban kerja mental menghasilkan 5 orang pekerja berklasifikasi “sangat tinggi” dan 4 orang pekerja berklasifikasi “tinggi”. Skor beban kerja mental *Warehouse Leader* yang paling tinggi adalah 86.67 dengan klasifikasi beban kerja “sangat tinggi” yaitu pekerja *Warehouse Leader 2*. Skor beban kerja mental *Warehouse Feeder* yang paling tinggi adalah 86.67 yaitu pekerja *Warehouse Feeder 4* dengan klasifikasi beban kerja “sangat tinggi”. Skor beban kerja mental Admin adalah 84 dengan klasifikasi beban kerja “sangat tinggi”. Dengan klasifikasi beban kerja yang sangat tinggi perlu segera dilakukan tindakan.
3. Intan (2020) melakukan penelitian pada pekerja mesin *blowing* di CV.Kiki. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load* dan *Swedish Occupational Fatigue Inventory*. Analisis beban kerja fisik operator mesin *blowing* yang diukur dengan pengukuran denyut nadi dan diolah berdasarkan metode *cardiovascularload* (CVL) menghasilkan terdapat sebanyak 8 operator mesin *blowing* mempunyai nilai CVL >30% dan sebanyak 2 operator mesin *blowing* mempunyai nilai CVL <30% yaitu operator P1 dan operator P3. Nilai *cardiovascularload* >30% masuk ke dalam klasifikasi beban kerja fisik “diperlukan perbaikan namun tidak mendesak”. Sedangkan untuk nilai *cardiovascularload* <30% masuk kedalam klasifikasi beban kerja fisik “tidak terjadi kelelahan kerja” pada kedua pekerja tersebut. Pengolahan SOFI menunjukkan bahwa 10 operator mesin *blowing* memiliki rata-rata nilai SOFI berada pada rentang 11-20 yang dapat diartikan masuk kedalam kategori tingkat kelelahan menengah, sesuai dengan ketetapan SOFI.
4. Akbar (2017) melakukan penelitian pada perawat Klinik Kesehatan Jiwa RSJ. DR. Radjiman Wediodiningrat, Lawang menggunakan *cardiovascularload* (CVL) untuk perhitungan beban kerja fisik dan NASA-TLX untuk perhitungan beban kerja mental.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa seluruh perawat di Klinik Kesehatan Jiwa RSJ. DR. Radjiman Wediodiningrat, Lawang mengalami beban kerja mental berlebih dimana nilai dari ketujuh perawat tersebut memiliki nilai diatas 80, dan masuk ke dalam kategori yang sangat tinggi dengan nilai rata – rata beban kerja keseluruhan sebesar 85.1. sedangkan hasil perhitungan *cardiovascularload* juga dapat diketahui bahwa persentase *cardiovascularload* para perawat Klinik Kesehatan Jiwa lebih dari 30. Usulan perbaikan yang diberikan untuk dapat menekan angka beban kerja yang tinggi yaitu melakukan penambahan perawat khusus jiwa, melakukan penjadwalan kerja, mengadakan pelatihan kepribadian, menjalankan program transfer pengetahuan dan mendesain ulang area kerja.

5. Vivi (2020) melakukan penelitian pada operator divisi produksi PT. Varia Usaha Beton menggunakan perhitungan beban kerja fisik *cardiovascularload*. Hasil penelitian menunjukkan operator yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu perbaikan yaitu pada Operator 1 yang bertugas sebagai operator batching plan dan operator 4 yang bertugas sebagai operator wheel loader, dimana masing-masing operator memiliki persentase CVL sebesar 34,77% dan 36,77%. Kedua pekerja ini memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan perbaikan”. Operator 2 dan operator 3 yang keduanya merupakan operator batching plan memiliki persentase CVL sebesar 29,28% dan 28%. Kedua pekerja ini memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Tidak terjadi kelelahan pada pekerja”.
6. Danaswara (2019) melakukan penelitian pada pekerja Gudang *cold storage* perusahaan pengolahan susu di Malang menggunakan perhitungan beban kerja fisik *cardiovascularload* untuk beban kerja fisik dan NASA-TLX untuk beban kerja mental. Hasil pengukuran beban kerja fisik menggunakan *cardiovascularload* menunjukkan terdapat 2 orang pekerja dengan beban kerja melebihi batas beban kerja yang memerlukan perbaikan. Pekerja tersebut adalah warehouse feeder 2 dan warehouse feeder 6. Dua pekerja ini memiliki beban kerja fisik diatas 30%, sedangkan 8 pekerja lainnya memiliki persentase CVL dibawah 30%. Sedangkan hasil dari beban kerja mental dengan menggunakan metode NASA-TLX menunjukkan hasil bahwa terdapat empat orang pekerja yang mengalami beban kerja mental tinggi yaitu warehouse feeder 2, warehouse feeder 3, warehouse feeder 5, dan warehouse feeder 6. Sedangkan enam orang pekerja lainnya mengalami beban kerja mental yang sangat tinggi yaitu admin, warehouse leader 1, warehouse leader 2, warehouse feeder 1, dan warehouse feeder 4.
7. Penelitian ini (2021) dilakukan pada pekerja UD Sumber Sari, Tulungagung menggunakan perhitungan beban kerja fisik *cardiovascularload* (CVL). Penelitian

dilakukan pada seluruh pekerja UD Sumber Sari yang berjumlah tujuh orang. Hasil penelitian ini menunjukkan pekerja yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu dilakukan perbaikan adalah pada pekerja 3 yang bekerja pada workstation perebusan dengan persentase CVL sebesar 40,6%, pekerja 4 dan 5 yang bekerja pada workstation pengolahan gula jadi dengan masing-masing persentase CVL sebesar 34,6% dan 37,9%, dan pekerja 6 dan 7 yang bekerja pada workstation pembakaran dengan masing-masing persentase CVL sebesar 37,3% dan 31,8%. Kelima pekerja tersebut memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan Perbaikan”. Pekerja 1 dan pekerja 2 yang keduanya adalah pekerja yang bekerja pada workstation penggilingan memiliki masing-masing persentase CVL sebesar 26,5% dan 28,6%. Kedua pekerja tersebut memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Tidak terjadi kelelahan pada pekerja”. Guna mempermudah dalam membaca informasi terkait penelitian terdahulu, maka data perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1

Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No.	Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1.	Marseti (2015)	Cardiovascularload dan Rapid Entire Body Assessment	Nilai persentase (%CVL) pada operator <i>prepare cable</i> sebesar 46,85%, operator <i>tube preparation</i> sebesar 49,40%, operator <i>tube assembly</i> sebesar 47,05%, operator <i>electric preparation</i> sebesar 44,09%, operator <i>electric assembly</i> sebesar 52,77%, operator GEK testing sebesar 47,83%, dan operator <i>packing</i> sebesar 49,86%. Hasil analisis beban kerja dengan CVL yaitu 7 operator memiliki persentase Cardiovascularload (CVL) > 30% yang berarti pekerjaan operator tersebut menyebabkan kelelahan selama bekerja. Hasil analisis REBA yaitu seluruh postur kerja operator berada pada tingkat risiko cedera yang tinggi dan memerlukan implementasi perbaikan.
2.	Arya (2019)	Cardiovascularload dan NASA-TLX	Penelitian CVL yang dilakukan menghasilkan jabatan yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu perbaikan yaitu pada jabatan <i>Warehouse Feeder 2</i> dan <i>Warehouse Feeder 6</i> . Pekerja <i>Warehouse Feeder 2</i> memiliki persentase CVL sebesar 30,9%, sedangkan pekerja <i>Warehouse Feeder 6</i> memiliki persentase CVL sebesar 31,1. Kedua pekerja ini memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak”. Hasil perhitungan beban kerja mental menghasilkan 5 orang pekerja berklasifikasi “sangat tinggi” dan 4 orang pekerja berklasifikasi “tinggi”. Skor beban kerja mental <i>Warehouse Leader</i> yang paling tinggi adalah 86,67 dengan klasifikasi beban kerja “sangat tinggi” yaitu pekerja <i>Warehouse Leader 2</i> . Skor beban kerja mental <i>Warehouse Feeder</i> yang paling tinggi adalah 86,67 yaitu pekerja <i>Warehouse Feeder 4</i> dengan klasifikasi beban kerja “sangat tinggi”. Skor beban kerja mental Admin adalah 84 dengan klasifikasi beban kerja “sangat tinggi”. Dengan klasifikasi beban kerja yang sangat tinggi perlu segera dilakukan tindakan.

Tabel 2.1

Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini (Lanjutan)

No.	Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
3.	Intan (2020)	<i>Cardiovascularload</i> dan <i>Swedish Occupational Fatigue Inventory</i> .	Hasil penelitian menghasilkan terdapat sebanyak 8 operator mesin <i>blowing</i> mempunyai nilai CVL >30% dan sebanyak 2 operator mesin <i>blowing</i> mempunyai nilai CVL <30% yaitu operator P1 dan operator P3. Nilai <i>cardiovascularload</i> >30% masuk ke dalam klasifikasi beban kerja fisik “diperlukan perbaikan namun tidak mendesak”. Sedangkan untuk nilai <i>cardiovascularload</i> <30% masuk kedalam klasifikasi beban kerja fisik “tidak terjadi kelelahan kerja” pada kedua pekerja tersebut. Pengolahan SOFI menunjukkan bahwa 10 operator mesin <i>blowing</i> memiliki rata-rata nilai SOFI berada pada rentang 11-20 yang dapat diartikan masuk kedalam kategori tingkat kelelahan menengah, sesuai dengan ketetapan SOFI.
4.	Akbar (2017)	<i>Cardiovascularload</i> dan NASA-TLX	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa seluruh perawat di Klinik Kesehatan Jiwa RSJ. DR. Radjiman Wediodiningrat, Lawang mengalami beban kerja mental berlebih dimana nilai dari ketujuh perawat tersebut memiliki nilai diatas 80, dan masuk dalam kategori sangat tinggi dengan nilai rata-rata beban kerja keseluruhan sebesar 85.1. sedangkan hasil perhitungan <i>cardiovascularload</i> juga dapat diketahui bahwa persentase <i>cardiovascularload</i> para perawat Klinik Kesehatan Jiwa lebih dari 30. Usulan perbaikan yang diberikan untuk dapat menekan angka beban kerja yang tinggi yaitu melakukan penambahan perawat khusus jiwa, melakukan penjadwalan kerja, mengadakan pelatihan kepribadian, menjalankan program transfer pengetahuan dan mendesain ulang area kerja.
5.	Vivi (2020)	<i>Cardiovascularload</i>	Hasil penelitian menunjukkan operator yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu perbaikan yaitu pada Operator 1 yang bertugas sebagai operator batching plan dan operator 4 yang bertugas sebagai operator wheel loader, dimana masing-masing operator memiliki persentase CVL sebesar 34,77% dan 36,77%. Kedua pekerja ini memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan perbaikan”. Operator 2 dan operator 3 yang keduanya merupakan operator batching plan memiliki persentase CVL sebesar 29,28% dan 28%. Kedua pekerja ini memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Tidak terjadi kelelahan pada pekerja”.
6.	Danaswara (2019)	<i>Cardiovascularload</i> dan NASA-TLX	Hasil pengukuran beban kerja fisik menggunakan <i>cardiovascularload</i> menunjukkan terdapat dua orang pekerja yang memiliki beban kerja melebihi batas beban kerja yang memerlukan perbaikan. Pekerja tersebut adalah warehouse feeder 2 dan warehouse feeder 6. Dua pekerja ini memiliki beban kerja fisik diatas 30%, sedangkan 8 pekerja lainnya memiliki persentase CVL dibawah 30%. Sedangkan hasil dari beban kerja mental menunjukkan hasil bahwa terdapat empat orang pekerja yang mengalami beban kerja mental tinggi yaitu warehouse feeder 2, warehouse feeder 3, warehouse feeder 5, dan warehouse feeder 6. Sedangkan enam orang pekerja lainnya mengalami beban kerja mental yang sangat tinggi yaitu admin, warehouse leader 1, warehouse leader 2, warehouse feeder 1, dan warehouse feeder 4.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini (Lanjutan)

No.	Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
7.	Penelitian Ini (2021)	<i>Cardiovascularload</i>	Hasil penelitian ini menghasilkan terdapat lima pekerja yang memiliki persentase CVL >30% yang artinya pekerja mengalami kelelahan dan dua pekerja lainnya memiliki persentase <30% yang artinya tidak terjadi kelelahan. Guna mengurangi kelelahan dan beban kerja pada pekerja, maka diberikan rekomendasi berupa pengaturan ulang jadwal kerja dan pemberian waktu istirahat, melakukan peregangan atau pelepasan, serta mengatur ulang alokasi pekerja berdasarkan umur dan beban kerja yang ada pada UD Sumber Sari.

2.2 Ergonomi

Dalam Bahasa Yunani ergonomi terdiri dari dua kata yaitu “ergon” dan “nomos”. “Ergon” memiliki arti kerja dan “nomos” memiliki arti hukum atau peraturan. Sehingga dapat didefinisikan bahwa ergonomi adalah penerapan faktor manusia, informasi untuk desain peralatan, mesin, sistem, tugas, pekerjaan, dan lingkungan untuk produktivitas, keamanan, kenyamanan dan efektivitas fungsi tubuh manusia (Manuaba, 2000). Sedangkan menurut pusat kesehatan kerja departemen kesehatan kerja RI, ergonomi adalah segala hal yang berkaitan dengan manusia dalam melakukan pekerjaan untuk penyesuaian tugas pekerjaan dengan kondisi tubuh manusia yang bertujuan untuk meminimalisir beban kerja maupun stress kerja yang ada. Menurut Tarwaka,dkk (2004), ergonomi secara umum memiliki beberapa tujuan sebagai berikut.

1. Meningkatkan kesejahteraan mental dan fisik pekerja melalui upaya pencegahan penyakit dan cedera akibat kerja, meminimalisir beban kerja mental dan fisik, kepuasan kerja para pekerja, dan upaya promosi.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kontak sosial, melakukan koordinasi kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama waktu produktif maupun setelah waktu tidak produktif pekerja.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antar berbagai aspek ekonomis, teknis, antropologis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang ada guna menciptakan kualitas kerja yang tinggi.

2.2.1 Ruang Lingkup Ergonomi

Menurut Sugiono,dkk (2018), secara garis besar ruang lingkup ergonomi dibagi menjadi empat berdasarkan sudut pandang objek penelitian yang dipelajari. Keempat ruang lingkup ergonomi tersebut antara lain adalah sebagai berikut.

1. Ergonomi fisik, merupakan segala kegiatan yang berkaitan dengan aktivitas fisik kerja manusia.
2. Ergonomi kognitif, merupakan ilmu yang terkait dengan segala aspek mental manusia.
3. Ergonomi organisasi, merupakan ilmu yang berkaitan dengan aspek sosioteknik yang ada dalam sistem kerja.
4. Ergonomi lingkungan, merupakan ilmu yang berkaitan dengan aspek yang ada disekitar manusia saat melakukan pekerjaan yang biasanya berupa lingkungan kerja fisik.

2.3 Beban Kerja

Beban kerja merupakan kemampuan tubuh pekerja dalam menerima dan melakukan pekerjaan (Manuaba, 2000). Sedangkan menurut Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor KEP/75/M.PAN/2004, beban kerja adalah sejumlah target pekerjaan atau target hasil yang harus dicapai dalam satu satuan waktu tertentu dalam keadaan normal. Menurut Suma'mur (1984) dalam Tarwaka,dkk (2004), bahwa kemampuan kerja antar pekerja sangat berbeda antara satu sama lain dan sangat bergantung pada tingkat keterampilan, kesehatan, jenis kelamin, usia, dan ukuran tubuh pekerja yang bersangkutan. Beban kerja yang diterima seseorang harus sesuai dengan kemampuan dan mental pekerja yang melakukan serta menerima beban kerja tersebut agar tidak terjadi kelelahan (Hart, 1990) dalam jurnal Rahadian, dkk (2014).

Setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan, dimana beban tersebut bisa berupa beban fisik maupun beban mental (Tarwaka, dkk: 2004). Menurut Manuaba (2000) dalam Tarwaka (2004), secara umum hubungan antara faktor kerja dengan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal.

1. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam diri pekerja yang bersangkutan sebagai respon dari faktor eksternal yang diterima. Secara ringkas, faktor internal sendiri meliputi:

- a. Faktor somatis, faktor ini berhubungan dengan kondisi fisik pekerja seperti jenis kelamin, umur, kesehatan, dan ukuran tubuh.
- b. Faktor psikis, faktor ini berhubungan dengan kondisi mental atau psikis para pekerja seperti keinginan, persepsi, kepuasan, kepercayaan, dll.

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah segala sesuatu yang berasal dari luar tubuh pekerja. Adapun faktor-faktor yang mencakup aspek beban kerja eksternal adalah sebagai berikut.

a. Tugas-tugas

Tugas-tugas yang dilakukan bisa bersifat fisik dan mental. Tugas yang bersifat fisik antara lain tata letak ruang kerja, alat dan sarana kerja, sikap kerja, kondisi kerja, dan alat bantu kerja. Sedangkan tugas yang bersifat mental antara lain kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan, dan tanggungjawab terhadap pekerjaan.

b. Organisasi kerja

Organisasi kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja adalah segala hal yang ada dan berjalan dalam organisasi tersebut antara lain seperti lama waktu kerja, waktu istirahat, sistem kerja, struktur organisasi, serta pelimpahan tugas dan wewenang.

c. Lingkungan kerja

Lingkungan kerja yang kurang baik dapat memberikan beban tambahan kepada pekerja. Lingkungan kerja tersebut antara lain seperti lingkungan kerja fisik (suhu, udara, kelembapan), lingkungan kerja kimiawi (debu, gas pencemar udara, uap), lingkungan kerja biologis (bakteri, virus, jamur, serangga), dan lingkungan kerja psikologis (hubungan antar pekerja, pekerja dengan atasan, pemilihan dan penempatan tenaga kerja).

2.4 Beban Kerja Fisik

Menurut Tarwaka, dkk (2004), energi otot manusia diperlukan sebagai sumber tenaga dalam melakukan kerja fisik. Sehingga konsumsi energi menjadi faktor utama untuk menentukan berat ringannya suatu pekerjaan. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan atau dikonsumsi selama melakukan pekerjaan. Kerja fisik sering juga disebut sebagai “*manual operation*” dimana performansi kerja sepenuhnya akan bergantung pada manusia baik yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) ataupun yang berfungsi sebagai pengendali kerja (*control*).

2.4.1. Perhitungan Beban Kerja Fisik

Menurut Astrand & Rodahl (1970 dalam Tarwaka, dkk (2004), penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian secara langsung dan metode penilaian secara tidak langsung.

1. Metode pengukuran langsung, yaitu metode yang dilakukan dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja.

Penggunaan metode dengan menggunakan asupan oksigen memang lebih akurat, tetapi hanya dapat digunakan untuk mengukur waktu kerja yang singkat dan membutuhkan biaya peralatan yang cukup mahal.

2. Metode pengukuran tidak langsung, yaitu metode yang dilakukan dengan menghitung denyut nadi selama bekerja. Menurut Kurniawan (1995) dalam Tarwaka (2010), denyut nadi memiliki kepekaan yang cukup tinggi terhadap perubahan beban kerja yang diterima oleh tubuh. Selain itu beban kerja fisik melibatkan otot dalam bekerja sehingga dapat meningkatkan denyut nadi.

Menurut Tarwaka, dkk (2004), pengukuran denyut jantung selama kerja merupakan suatu metode untuk menilai *carsiovascular train*. Terdapat beberapa cara untuk menghitung denyut nadi, salah satunya adalah dengan metode 10 denyut. Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja yang ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$D = \frac{10 \times \text{Denyut}}{\text{Waktu perhitungan}} \times 60 \dots \dots \dots (2-1)$$

Sumber: Tarwaka (2004)

Dimana:

D = Denyut Jantung (Denyut per Menit)

Menurut Kurniawan (1995) dalam Tarwaka, dkk (2004), denyut nadi akan berubah seiring dengan perubahan pembebanan yang didapat, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisika, maupun kimiawi. Grandjean (1993) dalam Tarwaka, dkk (2004), mendefinisikan denyut nadi untuk mengestimasi indeks beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis sebagai berikut.

1. Denyut nadi istirahat adalah rata-rata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut nadi kerja adalah rata-rata denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

2.5 Kelelahan

Menurut Derby & Walls (1998), kelelahan merupakan kondisi ketidakmampuan sementara, penurunan kemampuan, atau penurunan yang kuat terhadap respon situasi, karena aktivitas yang berlebihan baik dalam hal mental, emosional, maupun fisik. Kelelahan dapat mempengaruhi kemampuan seseorang dalam bekerja atau melakukan suatu kegiatan. Kelelahan dapat berupa gejala-gejala seperti nyeri otot, sulit konsentrasi, hingga sulit tidur. Biasanya, kelelahan disebabkan oleh pekerjaan yang berlebih atau karena perjalanan yang

jauh. Namun sekarang banyak ditemukan penyebab kelelahan seperti gangguan waktu tidur atau perubahan irama biologis tubuh.

Kelelahan dapat dikategorikan dalam kelelahan lokal, kelelahan akut, dan kelelahan kronik. Kelelahan akut adalah kelelahan akibat paparan kondisi tertentu, sedangkan kelelahan kronik biasanya ditimbulkan dari akumulasi paparan kondisi dalam jangka waktu panjang, namun intensitasnya lebih kecil dari penyebab kelelahan akut. Maka dari itu, kelelahan akut terakumulasi dengan lambat. Kelelahan juga dapat disebabkan oleh kondisi umum yang mengganggu seperti rasa haus, lapar, atau rasa lain yang umum.

Menurut Tarwaka (2010) salah satu penyebab kelelahan kerja adalah aktivitas kerja yang menyebabkan timbulnya beban kerja dari aktivitas yang dilakukan.

Menurut Derby & Walls (1998), berikut merupakan penyebab-penyebab kelelahan yang biasanya terjadi pada manusia.

1. Usaha Fisik

Usaha fisik dipertimbangkan dari lama seseorang mengeluarkan usaha, besarnya usaha yang dikeluarkan, dan seberapa sering usaha yang dikeluarkan (frekuensi).

2. Gangguan Waktu Tidur

Waktu tidur yang cukup serta kualitas tidur yang baik dibutuhkan manusia agar lebih waspada dan memiliki performa kerja yang baik. Ada tiga aspek dari jadwal kerja yang mengganggu waktu tidur, antara lain pemanjangan waktu kerja, jam kerja yang tidak teratur dan jadwal kerja yang mengharuskan pekerja harus bekerja saat umumnya manusia tidur.

3. Gangguan Irama Biologis Tubuh

Irama biologis tubuh merupakan program dari otak untuk mengontrol waktu aktif manusia. Bagian ini mengontrol tubuh kapan seharusnya manusia tidur saat malam hari, dan terjaga saat siang hari. Bagian ini juga mengkoordinasikan irama tubuh harian berkaitan kondisi fisik psikologis. Kualitas dan lama tidur dipengaruhi kapan waktu tidur terprogram dalam irama biologis tubuh.

2.6 Cardiovascular Load (CVL)

Menurut Wignjosoebroto (2003), denyut nadi merupakan suatu aktivitas dalam mengukur berat ringannya suatu pekerjaan yang dilakukan pekerja selama melakukan pekerjaan. Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Manuaba & Vanwonterghem (1996) dalam Tarwaka, dkk (2004) menentukan klasifikasi beban kerja

berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dinyatakan dalam beban CVL yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\%CVL = \frac{\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat}}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \times 100 \% \quad (2-2)$$

Sumber: Sugiono, 2018

Sedangkan untuk denyut nadi maksimum setiap orang berbeda-beda, bergantung pada kondisi fisik dan umur masing-masing orang yang bersangkutan. Denyut nadi maksimum dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Denyut nadi maksimum} = 208 - 0.7 \times \text{Usia} \quad (2-3)$$

Sumber: Tanaka (2001)

Setelah %CVL selesai dihitung, selanjutnya hasil yang telah didapat dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan yang dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2

Klasifikasi beban kerja berdasarkan %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 beraktivitas

Sumber: Manuaba, 1996

Berdasarkan ketentuan klasifikasi di atas, maka untuk beban kerja yang dirasa harus mendapatkan perbaikan adalah beban kerja yang setelah dihitung memiliki nilai *cardiovascularload* melebihi 30%. Hal tersebut dikarenakan apabila tidak segera mendapat perbaikan, dikhawatirkan akan lebih meningkatkan persentasi *cardiovascularload* di waktu yang akan datang dan memiliki dampak langsung terhadap pekerja. Kapasitas kerja fisik setiap orang berbeda-beda dan bergantung pada kapasitas energi pekerja itu sendiri.

2.7 Konsumsi Energi

Saat seseorang bekerja, energi yang ada akan dikonsumsi untuk digunakan dalam menyelesaikan pekerjaan. Fungsi tubuh manusia dapat dilihat dari keseimbangan ritme tubuh dengan membandingkan antara kebutuhan energi dengan penggantian kembali energi yang telah digunakan dengan beristirahat. Oleh karena itu pemberian waktu istirahat sangat diperlukan pekerja untuk menghindari maupun meminimalisir terjadinya kelelahan berlebih karena konsumsi energi yang terlalu tinggi dan tidak terkendali. Waktu istirahat kebutuhan

fisiologis yang harus ada untuk mempertahankan paerformansi kapasitas kerja. Menurut Sutalaksana (2006), terdapat empat tipe istirahat yaitu sebagai berikut.

1. Spontan

Istirahat spontan adalah istirahat yang diselipkan sendiri oleh pekerja disela-sela melakukan pekerjaan untuk mengisi kembali energi. Istirahat spontan biasanya tidak dilakukan dalam waktu yang lama, hanya dilakukan beberapa saat dan sering dilakukan saat melakukan pekerjaan yang berat.

2. Tersembunyi

Istirahat tersembunyi adalah istirahat yang dilakukan pekerja yang tidak ada di tugas yang sedang dikerjakan. Istirahat tersembunyi biasanya dilakukan di tempat yang memungkinkan untuk beristirahat seperti membenahi bangku kerja, membereskan meja kotor, dan lain-lain.

3. Kondisi pekerja

Istirahat kondisi pekerja adalah istirahat yang dilakukan pekerja ketika menyelesaikan pekerjaan yang harus menunggu datangnya suatu material.

4. Telah ditentukan

Istirahat telah ditentukan adalah waktu istirahat yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya berbentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut dengan sebuah persamaan regresi kuadratis sebagai berikut.

$$E=1,80411 - 0.0229038X+ 4,71733 \times 10^{-4}X^2 \dots\dots\dots(2-5)$$

Sumber: Lalan & Nurfajriah (2015)

Dimana:

E = Energi (KKal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

Setelah perhitungan diatas selesai dilakukan, selanjutnya dapat menghitung konsumsi energi dengan persamaan sebagai berikut.

$$K=Et-Ei \dots\dots\dots(2-6)$$

Sumber: Lalan & Nurfajriah (2015)

Dimana:

K = Konsumsi energi (Kkal/menit)

E_t = Pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (Kkal/menit)

E_i = Pengeluaran energi pada waktu sebelum bekerja (Kkal/menit)

KEPMENAKER No.51 Tahun 1999 menetapkan kategori beban kerja menurut kebutuhan kalori sebagai berikut.

1. Beban kerja ringan = 2,5 – 5 Kkal/menit
2. Beban kerja sedang = 5 – 7,5 Kkal/menit
3. Beban kerja berat = >7.5 Kkal/menit

Sedangkan menurut Groover (2012) dalam Sugiono dkk (2018), standar beban kerja untuk orang sehat bagi laki-laki adalah sebesar 5 Kkal/ menit dan sebesar 4 Kkal/menit untuk wanita. Rumusan waktu istirahat yang dibutuhkan akibat kerja fisik dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$R = \frac{T(\bar{K}-S)}{K-1.5} \text{ (menit)} \dots\dots\dots (2-7)$$

Sumber: Groover, 2012

Dimana:

R = Waktu istirahat yang diperlukan (menit)

T = Total waktu yang dipergunakan untuk kerja (menit)

\bar{K} = Rata-rata energi yang dikonsumsi untuk kerja (kkal/menit)

S = Standar beban kerja yang diaplikasikan



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini akan dibahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian, tempat, waktu penelitian, serta langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian agar proses penelitian dapat terarah, terstruktur, dan sistematis.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Menurut Sugiyono (2012) penelitian deskriptif adalah penelitian yang berfungsi untuk mendeskripsikan objek yang diteliti secara langsung melalui data atau sampel yang telah didapatkan serta digunakan untuk memberikan perbaikan terhadap suatu permasalahan yang terjadi.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan pada bagian unit 1 UKM Gula Merah UD Sumber Sari yang beralamat di Dusun Waringin, Desa Sambijajar, Kec Sumbergempol, Kab Tulungagung. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Juni 2020 sampai selesai.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian akan menjelaskan terkait tahapan yang dilakukan dalam penelitian, yang meliputi tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, rekomendasi perbaikan, serta kesimpulan dan saran.

3.3.1 Tahap Pendahuluan

Berikut akan dijelaskan terkait tahap-tahap dalam pendahuluan yang dilakukan dalam penelitian ini, yang meliputi studi lapangan, studi Pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, dan tujuan penelitian.

1. Studi Lapangan

Berikut hal-hal yang dilakukan dalam studi lapangan.

a. Wawancara, dilakukan kepada pemilik dan pekerja unit 1-UD Sumber Sari.

b. Observasi, metode yang dilakukan dengan cara mengamati segala kegiatan yang ada dan atau yang sedang berlangsung pada unit 1 UD Sumber Sari.

c. Dokumentasi, dokumentasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dari arsip UD Sumber Sari antara lain terkait data kehadiran pekerja selama periode bulan Juli, jadwal dan waktu kerja pekerja. Dokumentasi ini digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian.

2. Studi Pustaka

Sumber referensi ataupun literatur yang dilakukan dalam penelitian ini bersumber dari peraturan pemerintah, buku, jurnal ataupun artiker ilmiah, maupun sumber tulisan lainnya.

3. Identifikasi Masalah

Tahapan awal dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pemilik UD Sumber Sari terkait waktu kerja yang meliputi jam kerja per hari dan jumlah hari kerja dalam 1 minggu, serta wawancara kepada pekerja UD Sumber Sari terkait keluhan gejala kelelahan.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah didapatkan dari identifikasi permasalahan yang ada yang kemudian dikaji dengan menunjukkan tujuan dari identifikasi masalah tersebut.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian didapatkan dari perumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini bertujuan agar penelitian yang dilakukan dapat terarah dan memiliki langkah-langkah yang tepat dan terstruktur.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan selama proses penelitian berlangsung. Data yang dibutuhkan mencakup data primer yang diperoleh melalui observasi secara langsung dan data sekunder yang diperoleh melalui perusahaan berupa data historis maupun melalui literatur lainnya. Adapun data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Data primer

Data primer diperoleh melalui observasi secara langsung meliputi data yang dibutuhkan mencakup kebutuhan data *Cardiovascular Load* (CVL) yaitu berupa denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat yang digunakan untuk menentukan persentasi CVL agar memperoleh klasifikasi beban kerja fisik pekerja. Diperlukan pula wawancara dengan

pemilik UD Sumber Sari dan pekerja UD Sumber Sari untuk memperoleh informasi yang diperlukan selama proses penelitian, dan juga data keluhan pekerja UD Sumber Sari selama melakukan pekerjaan.

2. Data sekunder

Data sekunder diperoleh melalui data historis perusahaan yang meliputi profil perusahaan, jumlah karyawan dan masing-masing *workstation*, dan data kehadiran pekerja selama bulan Juli 2020.

3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan untuk mengolah data yang telah didapatkan sebelumnya menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)*. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut.

1. Melakukan rekapitulasi denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat pekerja UD Sumber Sari menggunakan alat *Mi-Band*.
2. Melakukan perhitungan rata-rata denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat.
3. Melakukan perhitungan persentase *cardiovascularload (CVL)*.
4. Melakukan klasifikasi untuk mengetahui kategori beban kerja yang dialami oleh pekerja dari hasil perhitungan CVL.
5. Melakukan perhitungan konsumsi energi menggunakan data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat.

3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan

Tahap analisis dan pembahasan didapatkan berdasarkan hasil analisis perhitungan beban kerja fisik pekerja UD Sumber Sari menggunakan metode *cardiovascularload (CVL)* berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi pekerja dan keadaan fisik pekerja UD Sumber Sari. Menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi hasil perhitungan CVL, dimana faktor yang memiliki nilai tinggi atau signifikan akan menjadi pedoman dalam memberikan rekomendasi perbaikan.

3.3.5 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan didasarkan pada hasil evaluasi klasifikasi *cardiovascularload (CVL)* beban kerja fisik pekerja UD Sumber Sari yang kemudian dilanjutkan dengan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap %CVL yang melebihi ketetapan guna meminimalisir tingginya beban kerja fisik dan tingkat kelelahan pekerja UD Sumber Sari.

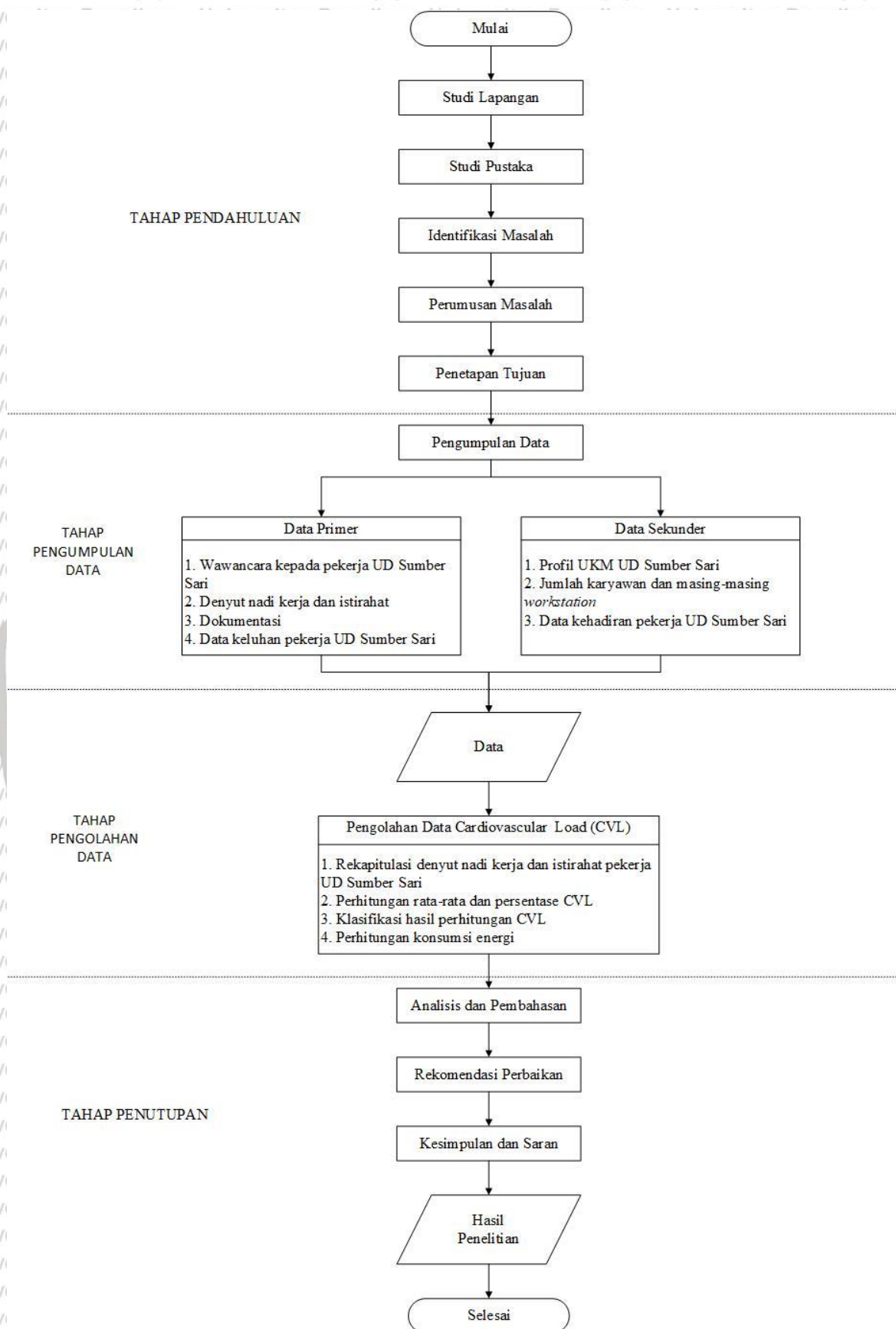
3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran diperoleh dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan dibuat dengan dasar menjawab tujuan penelitian yang telah dibuat yang merupakan hasil pemecahan masalah dalam penelitian. Sedangkan saran berisi tentang saran yang diberikan oleh penulis kepada perusahaan dan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian mulai dari tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, rekomendasi perbaikan sampai tahap penutup akan digambarkan secara sistematis dengan menggunakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai bagaimana hasil serta pembahasan dari penelitian yang dilakukan yaitu terkait gambaran umum perusahaan sebagai tempat penelitian, penyajiandan pengolahan data, serta analisis dan pembahasan yang menjawab dari rumusan dan tujuan penelitian yang telah dibuat sebelumnya.

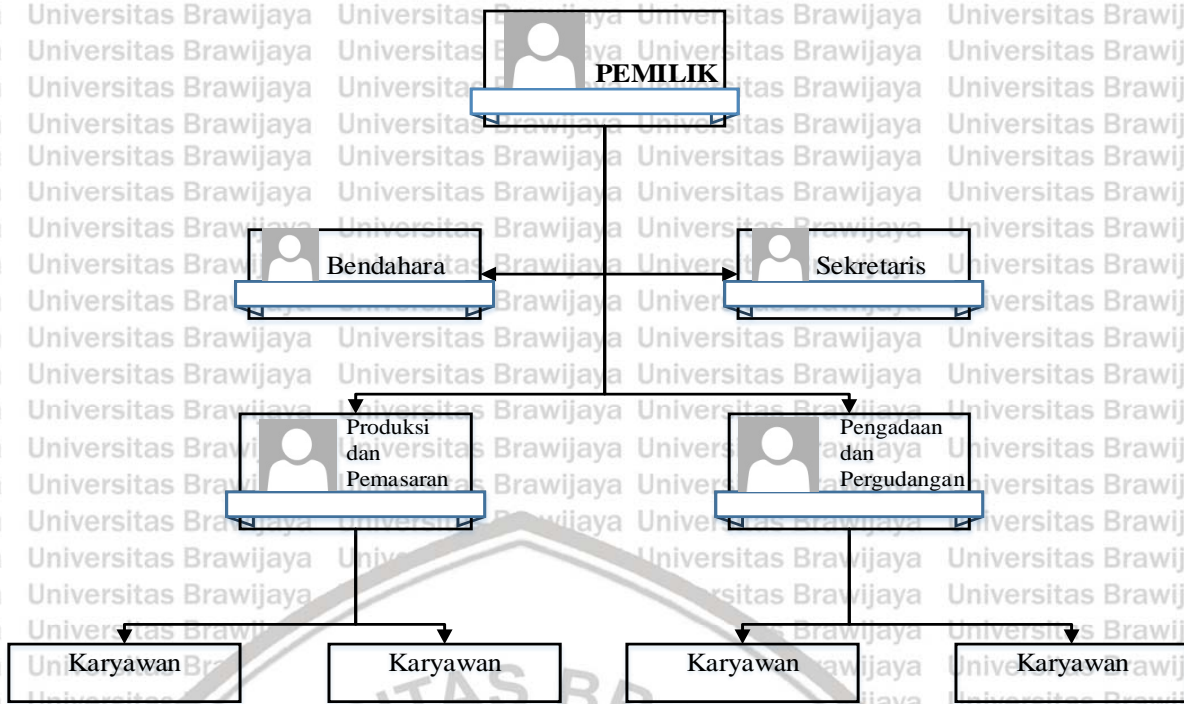
4.1 Gambaran Umum Perusahaan

UD Sumber Sari merupakan UMKM yang bergerak di bidang produksi serta perdagangan gula merah tebu. Usaha ini didirikan oleh Bapak H. M. Sahri pada tahun 2002 dan beralamat di RT 04/RW 03, Dusun Waringin, Desa Sambijajar, Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung. UD Sumber Sari memiliki dua unit produksi dengan kapasitas total mencapai 4 – 5 ton per hari. Selain sebagai produsen, UD Sumber Sari juga membawahi dan menerima gula dari sekitar 10 pengrajin gula di Kabupaten Tulungagung. UD Sumber Sari memiliki 7 karyawan pada masing-masing unit produksi dan 5 karyawan pada bagian gudang dan pengiriman.

Produk yang dihasilkan dan dipasarkan oleh UD Sumber Sari terdiri dari dua jenis yaitu gula semut dan gula cetak. Sebagian besar gula semut dipasarkan ke perusahaan-perusahaan kecap. Beberapa perusahaan kecap yang menjadi tujuan pengiriman gula semut antara lain PT BAS (Bumi Alam Segar) yang berlokasi di Bekasi dan PT KAS (Karunia Alam Segar) yang berlokasi di Gresik yang memproduksi kecap cap “Sedap”, PT. Heinz Indonesia (Kecap Black Gold) yang berlokasi di Pasuruan, dan PT Unilever Group (Kecap Bango) yang berlokasi di Subang. Pengiriman yang dilakukan ke perusahaan-perusahaan tersebut dapat mencapai kapasitas 300 ton per bulan.

4.1.1 Struktur Organisasi

Sebagai badan usaha yang lingkup usahanya masih kecil, UD Sumber Sari memiliki struktur organisasi yang cukup ramping dan telah didaftarkan dalam Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP). Berikut merupakan bagan struktur organisasi pada UD Sumber Sari



Gambar 4.1 Struktur Organisasi UD Sumber Sari

4.1.2 Deskripsi Produk

Terdapat dua produk utama yang diproduksi dan dipasarkan oleh UD Sumber Sari, yakni gula cetak dan gula semut. Namun, pada penelitian ini hanya berfokus pada produk gula merah semut. Saat ini, UD Sumber Sari juga lebih memprioritaskan untuk produksi gula merah semut karena permintaan yang cenderung stabil. Sedangkan gula cetak hanya diproduksi jika ada permintaan dari pasar tradisional dengan jumlah yang tidak banyak. Gula semut merupakan gula merah yang berbentuk butiran-butiran halus namun bukan berupa kristal. Pembentukan gula semut dilakukan dengan mengaduk gula yang telah matang sebelum mengeras. Proses pengadukan dilakukan secara terus-menerus sampai terbentuk butiran halus pada gula. Harga gula semut berada dalam kisaran antara Rp 9000,00 – Rp 10.000,00 per kilogram.

Tabel 4.1

Deskripsi Produk

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	Nama produk	Gula merah semut
2.	Bahan baku	Nira tebu
3.	Jenis kemasan	Plastik <i>polypropilane</i> yang dirangkap karung plastik dengan berat bersih 30 kg per kemasan
4.	Penyimpanan	Penyimpanan pada gudang dengan suhu ruangan
5.	Label produk	Tidak ada
6.	Masa kadaluarsa	Tidak tercantum
7.	Harga	Fluktuatif, berada di kisaran Rp 8.000,00 sampai Rp. 9.000,00 per kg
8.	Sistem produksi	<i>Make to Stock</i> , pesanan datang sepanjang tahun, namun hanya berproduksi antara bulan Maret sampai Desember (bergantung pada ketersediaan bahan baku tebu)

Tabel 4.1

Deskripsi Produk (Lanjutan)

No.	Deskripsi	Keterangan
9.	Distribusi	Proses distribusi menggunakan <i>long vehicle truck</i> dengan bak tertutup

Sumber: UD Sumber Sari

4.1.3 Proses Produksi

Proses produksi dilakukan untuk mengubah bahan baku menjadi barang jadi atau setengah jadi. UD Sumber Sari mengolah bahan baku berupa tebu menjadi produk jadi berupa gula merah. Berikut merupakan tahap-tahap pengolahan tebu menjadi gula merah semut.

1. Persiapan Alat

Tahap awal proses produksi adalah mempersiapkan alat yang menunjang proses produksi. Sebelum memulai proses produksi, peralatan harus dicuci hingga bersih untuk memastikan tidak ada cemaran baik berupa cemaran fisik, kimia, dan biologi. Peralatan produksi yang digunakan meliputi mesin giling bertenaga dinamo listrik, pompa dan pipa pengalir air nira, gayung pemindah air nira (inthung), wadah pengeringan, sekop pengaduk, srumbung, timbangan, saringan kotoran, tabung pendidihan (srumbung), dan beberapa peralatan penunjang lainnya. Berikut merupakan deskripsi peralatan yang digunakan pada proses produksi gula merah tebu.

a. Mesin Giling dan Pipa Penyalur Nira

Mesin giling bertenaga dinamo listrik digunakan untuk menggiling tebu sehingga keluar air nira yang akan diproses menjadi gula merah. Sedangkan pipa penyalur nira berfungsi untuk menyalurkan air nira dari bak penampungan dengan pipa ke wajan tempat perebusan. Penyedotan dilakukan dengan menggunakan mesin pompa listrik.



Gambar 4.2 Mesin Giling dan Pipa Penyalur Nira

b. Wajan Perebusan dan Inthung

Wajan perebusan berfungsi untuk memasak air nira tebu hingga menjadi gula merah yang siap dikeringkan. Sedangkan Inthung berfungsi untuk memindahkan air nira

yang telah direbus dari wajan satu ke wajan lainnya. Inthung terbuat dari bahan *stainless steel*.



Gambar 4.3 Wajan Perebusan dan Inthung

c. Srumbung dan Wadah Pengeringan

Srumbung digunakan untuk mencegah air rebusan nira tumpah pada saat mendidih sempurna. Srumbung juga berfungsi untuk mengangkat kotoran yang masih mengendap dibawah sehingga mudah disaring. Sedangkan wadah pengeringan digunakan sebagai tempat untuk meniriskan gula setelah matang. Wadah pengeringan terbuat dari kayu yang bertujuan untuk menyerap panas dan mempercepat proses pengeringan.



Gambar 4.4 Srumbung dan Wadah Pengeringan

d. Saringan Kotoran dan Sekop Pengaduk

Saringan kotoran digunakan untuk menyaring kotoran saat proses perebusan. Sedangkan sekop pengaduk digunakan untuk proses pengadukan gula yang telah matang pada wadah pengeringan. Pengadukan bertujuan untuk mencegah penggumpalan dan agar sodium bikarbonat dapat tercampur merata.



Gambar 4.5 Saringan Kotoran dan Sekop Pengaduk

e. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk mengukur berat gula dalam setiap kemasan.



Gambar 4.6 Timbangan

2. Penerimaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan gula merah adalah tebu. Tebu diperoleh dari *supplier* yang berasal dari beberapa daerah sekitaran Kabupaten Tulungagung, Blitar, dan Kediri. Pengiriman bahan baku menggunakan truk kapasitas sedang dengan berat rata-rata 8 ton setiap truk. Dalam sehari, rata-rata UD Sumber Sari membutuhkan 3 truk tebu untuk satu unit produksinya. Bahan baku sangat menentukan produk yang akan dihasilkan. Kualitas tebu sangat berpengaruh terhadap kualitas gula yang dihasilkan, terutama berkaitan dengan rendemen serta warna dan tekstur gula. Tebu yang diterima UD Sumber Sari harus melalui uji konsentrasi larutan menggunakan brixmeter untuk mengetahui kadar gula terlarut dalam batang tebu.

Ciri-ciri tebu yang bagus adalah bonggol batang yang besar, batang lurus dan panjang, serta tidak tercampur tebu muda (sogolan). Sebelum digiling, tebu harus dibersihkan lagi dari *trash* yang meliputi daun kering, akar yang masih lebat, tanah, tebu muda (sogolan) serta kotoran lainnya yang dapat merusak kualitas air nira tebu. Masa tunggu tebu untuk digiling tidak boleh lebih dari 2 hari sejak panen untuk menjaga kualitas air niranya. Bakteri *Leukonostoc* akan berkembang semakin cepat seiring waktu tunggu tebu yang lama. Bakteri *Leukonostoc* dapat merusak kualitas air nira sehingga air nira

bersifat asam serta merusak kandungan sakarosa dalam nira. Potensi lain yang dapat merusak kualitas air nira adalah adanya sisa pupuk atau pestisida yang masih menempel pada tebu. Namun, kondisi tersebut sangat jarang ditemukan karena sebagian besar petani melakukan pemupukan terakhir maksimal 2 bulan sebelum masa panen.



Gambar 4.7 Bahan Baku Pembuatan Gula Merah Tebu

3. Penggilingan Tebu

Tahap pertama dalam pemrosesan tebu adalah penggilingan. Tebu digiling untuk mendapatkan air nira. Proses penggilingan menggunakan mesin giling dengan penggerak dinamo listrik. Tebu yang digiling sebelumnya telah dilakukan pembersihan untuk meminimalisir kandungan *trash* atau kotoran bukan tebu. Tebu dialirkan menuju penggiling dengan *conveyor*. Nira tebu akan dialirkan menuju bak penampungan melalui pipa yang terdapat kain penyaring. Penyaringan bertujuan untuk memisahkan nira dengan sisa-sisa kotoran bukan nira yang terbawa saat proses penggilingan. Sedangkan ampas tebu akan dialirkan oleh *conveyor* ke tempat penyimpanan. Ampas tebu yang telah kering dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk perebusan dengan campuran sekam padi.



Gambar 4.8 Proses Penggilingan Tebu

4. Penampungan Nira Tebu

Nira tebu dari proses penggilingan selanjutnya dialirkan menggunakan pipa yang terdapat saringan untuk menyaring kotoran-kotoran yang terbawa saat proses penggilingan. Air nira ditampung di dalam kolam penampungan yang berada di dalam

ruang produksi untuk menunggu proses perebusan. Air dari bak penampungan sangat berisiko terkontaminasi kotoran fisik dan juga bakteri sanitasi seperti *E-coli* dan *Salmonella* karena kondisinya yang terbuka tanpa penutup. Selain itu, jika air nira tidak segera diproses akan meningkatkan perkembangan bakteri *Leukonostoc* yang dapat merusak kualitas air nira. Oleh karena itu, nira dalam tampungan harus dimasak sesegera mungkin untuk mengurangi kontaminan tersebut.



Gambar 4.9 Penampungan Nira Tebu

5. Perebusan Nira Tebu

Proses perebusan dilakukan untuk mengubah air nira hingga menjadi karamel gula. Proses perebusan menggunakan tungku dengan 10 wajan. Pusat perapian berada di salah satu ujung tungku dan di ujung tungku yang lain terdapat cerobong asap. Terdapat 3 tahap dalam perebusan sebagai berikut.

- a. Tahap awal perebusan air nira dilakukan pada 4 tungku yang berada paling jauh dari sumber perapian dan paling dekat dengan cerobong dengan tingkat panas yang lebih rendah. Perebusan tahap awal bertujuan untuk mengangkat dan menghilangkan kotoran yang masih bercampur dengan air nira serta bertujuan membunuh bakteri *Leukonostoc* dan bakteri sanitasi lainnya seperti *E-coli* dan *Salmonella* yang dapat merusak kualitas gula. Pada tahap ini ditambahkan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang secara spesifik berfungsi untuk mengatur pH air nira sampai pH netral sehingga bakteri *Leukonostoc* akan mati. Susu kapur juga berfungsi untuk menggumpalkan dan mengangkat kotoran ke permukaan sehingga mudah dibersihkan dengan saringan. Selain *Leukonostoc*, bakteri sanitasi lainnya seperti *E-coli* akan mati melalui proses perebusan hingga mendidih. Susu kapur ditambahkan sebanyak 200 gram dalam satu wajan. Perebusan tahap awal dilakukan sekitar 2 jam sampai berwarna sedikit kekuningan serta kotoran telah terangkat dan telah disaring hingga bersih.



Gambar 4.10 Perebusan Tahap Awal

- b. Tahap selanjutnya, air nira dipindah ke empat tungku yang berada diujung dekat tempat perapian untuk mendapatkan panas maksimal. Tahap ini bertujuan spesifik untuk pendidihan dan pematangan secara maksimal. Pemindahan air nira dilakukan melalui pipa yang disedot menggunakan pompa listrik. Air nira akan mendidih sempurna sehingga perlu ditambahkan tabung (srumbung) agar air nira tidak tumpah saat mendidih. Pada tahap ini masih dilakukan penyaringan kotoran yang masih tercampur dengan nira menggunakan saringan secara berkala. Perebusan tahap kedua dilakukan selama kurang lebih 2 jam hingga nira mulai berwarna kecoklatan dan sedikit mengental.



Gambar 4.11 Perebusan Tahap Kedua

- c. Tahap terakhir perebusan adalah dengan memindahkan nira yang mulai mengental ke dua wajan yang terletak pada bagian tengah tungku dengan menggunakan gayung pemindah nira (inthung). Pemindahan dimaksudkan untuk mengurangi panas dari tungku agar karamel gula yang mulai terbentuk tidak gosong. Pada tahap ini juga ditambahkan sedikit minyak goreng agar karamel tidak lengket dengan wajan sehingga setelah matang tidak ada sisa-sisa karamel gula yang menempel pada wajan. Penyaringan secara berkala juga masih dilakukan untuk menghilangkan sisa-

sisanya kotor. Setelah cairan karamel mengental, karamel siap untuk ditiriskan untuk proses pengeringan. Perebusan tahap akhir berlangsung selama kurang lebih 1 jam.

Total lama waktu perebusan dari tahap awal hingga terbentuk karamel yang siap ditiriskan memakan waktu kurang lebih selama 5 jam.



Gambar 4.12 Perebusan Tahap Akhir

6. Pengeringan

Pengeringan merupakan tahapan untuk mengubah karamel atau gulali yang berbentuk cairan kental menjadi butiran halus yang kering. Proses pengeringan berada dalam satu ruangan dengan tungku perebusan. Pengeringan dilakukan pada dua buah wadah yang berbentuk kotak terbuka dengan ukuran 3,5 m x 3,5 m yang terbuat dari kayu. Penggunaan bahan kayu karena dapat menyerap panas sehingga dapat mempercepat proses pengeringan. Berikut merupakan tahapan proses pengeringan.

a. Penuangan gulali dari wajan ke wadah pengeringan

Penuangan dilakukan ketika gulali telah matang sempurna, ditandai dengan warna yang coklat kemerahan dan mengental. Penuangan dilakukan dengan gayung (inthung). Penuangan harus cepat dilakukan agar tidak gulali tidak gosong.



Gambar 4.13 Penuangan Gulali ke Wadah Pengeringan

b. Karamel gula yang baru diangkat dari wajan perlu ditambahkan sodium bikarbonat atau soda kue untuk mempercepat pengeringan serta agar tidak terjadi penggumpalan dan pengerasan ketika proses pengeringan. Sodium bikarbonat

ditambahkan sebesar kurang lebih 750 gram dalam satu wadah pengeringan dengan asumsi berat gula dalam satu wadah pengeringan adalah 80 – 90 kg. Pengadukan dilakukan dengan sekop pengaduk.



Gambar 4.14 Pencampuran dengan Sodium Bikarbonat

- c. Melakukan proses pengadukan sampai sodium bikarbonat tercampur rata dan terbentuk butiran halus.



Gambar 4.15 Proses Pengadukan

- d. Setelah terbentuk butiran halus, gula didiamkan hingga kering dan dingin. Setelah dingin, selanjutnya gula siap untuk dikemas.



Gambar 4.16 Pengeringan

7. Pengemasan

Pengemasan dilakukan untuk melindungi produk dari kerusakan serta memudahkan pengangkutan. Pengemasan dilakukan setelah gula mengering dan dingin. Hal ini

bertujuan agar tidak terbentuk uap air dalam kemasan yang dapat merusak kualitas gula. Pengemasan gula merah semut menggunakan plastik *polypropilane* yang dirangkap dengan karung dan selanjutnya dijahit dengan rapat. Dalam satu karung berisi 25 kg gula.



Gambar 4.17 Pengemasan Produk Akhir

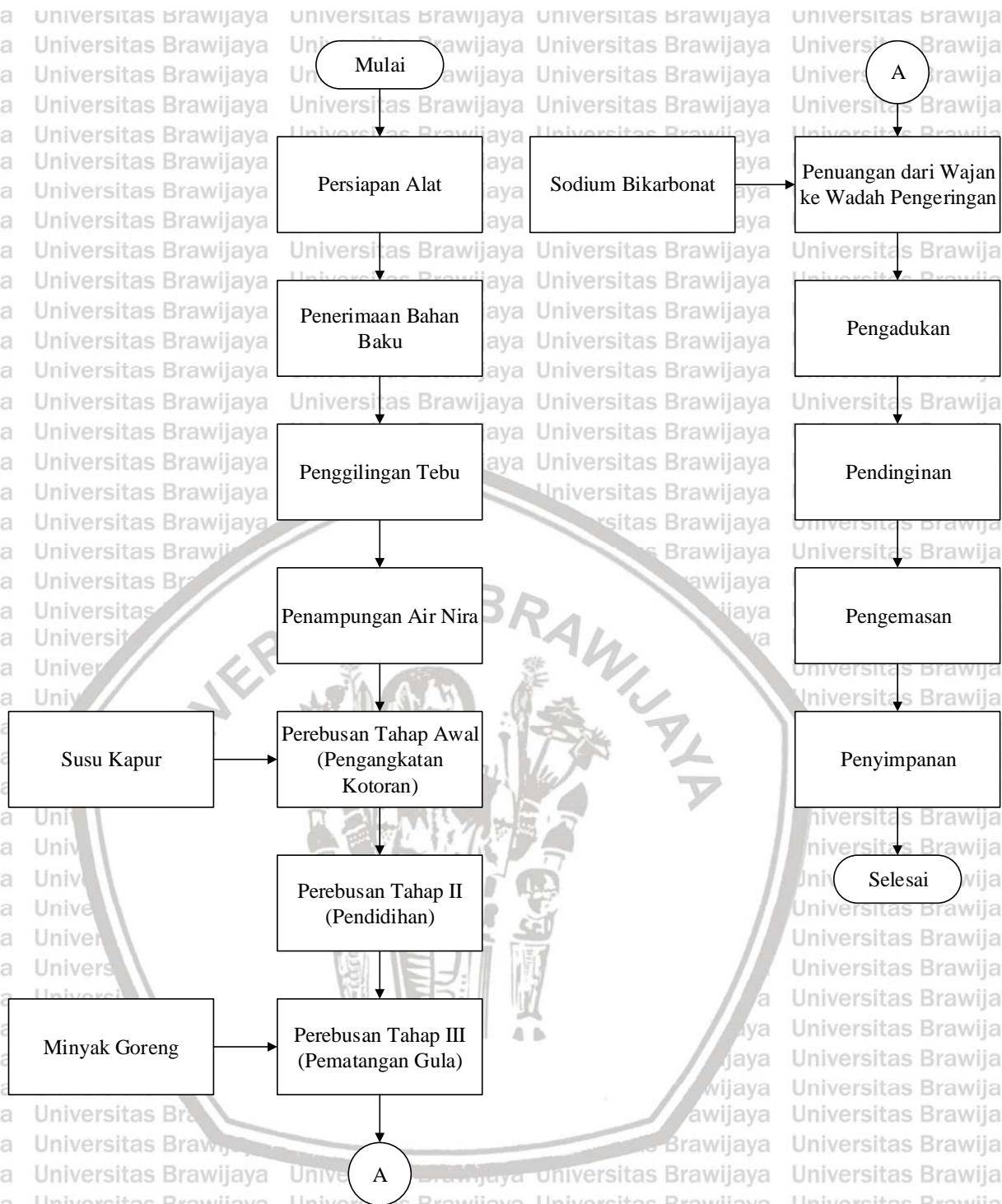
8. Penyimpanan

Penyimpanan sementara gula yang sudah dikemas dilakukan di unit produksi. Setelah terkumpul selanjutnya dipindahkan ke gudang penyimpanan untuk menunggu proses pengiriman. UD Sumber Sari memiliki gudang penyimpanan dengan kapasitas mencapai 100 ton. Besarnya kapasitas gudang dikarenakan UD Sumber Sari tidak hanya sebagai produsen, melainkan juga merupakan pengepul yang membawahi sekitar 10 pengrajin gula merah. Penyimpanan dilakukan hingga proses pengangkutan untuk pengiriman dilakukan.



Gambar 4.18 Gudang Penyimpanan UD Sumber Sari

Untuk memperjelas alur produksi UD Sumber Sari, maka dibuatlah diagram alir proses produksi gula merah mulai dari persiapan alat, penerimaan bahan baku, penggilingan tebu, penampungan air nira, perebusan, penuangan dari wajan ke wadah pengeringan, pengadukan, pendinginan, pengemasan, hingga penyimpanan seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.19 berikut.



Gambar 4.19 Diagram Alir Proses Produksi

4.2 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data akan dijelaskan mengenai data yang sudah diperoleh dari observasi langsung yang sudah dilakukan pada UKM Sumber Sari sebagai kebutuhan untuk perhitungan dari metode *cardiovascularload* (CVL). Data yang dibutuhkan untuk metode CVL adalah data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat para pekerja. Data denyut nadi diambil selama jam kerja regular yaitu pukul 06.00-16.00 dengan replikasi sebanyak 10 kali

setiap pekerja untuk denyut nadi kerja, dan 5 replikasi sebelum pekerja memulai pekerjaan dan 5 replikasi setelah pekerja selesai melakukan pekerjaan untuk denyut nadi istirahat. Replikasi dilakukan agar data yang diambil tidak bias dan dapat mewakili kondisi saat bekerja. Pengamatan denyut nadi dilakukan selama 3 hari kerja pada bulan November 2020 dengan menggunakan alat yang bernama Mi-Band yang digunakan untuk mengambil data denyut nadi kerja dan juga denyut nadi istirahat selama proses pekerjaan berlangsung. Cara penggunaan Mi-Band yaitu dengan memasang Mi-Band yang berbentuk seperti jam tangan pada tangan pekerja dimana di dalam Mi-Band tersebut telah di selipkan sensor HR. Selanjutnya, pengamat dapat memantau denyut nadi pekerja dari *handphone* yang telah disambungkan melalui fitur *bluetooth* dari *handphone* yang digunakan untuk mengamati ke alat Mi-Band tersebut. Tetapi untuk dapat mengamati denyut nadi tersebut, pengamat harus mendownload terlebih dahulu aplikasi pada *handphone* yang digunakan, dimana aplikasi yang dibutuhkan adalah Mi-Fit yang dapat di *download* melalui *App Store* dari setiap jenis *handphone* android. Gambar alat Mi-Band yang digunakan dalam pengambilan denyut nadi pekerja pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Alat Mi-Band

4.2.1 Data Jumlah Pekerja

Jumlah pekerja pada UKM Sumber Sari adalah sebanyak 7 orang yang berada pada masing-masing *workstation* yang berbeda. Dimana pada *workstation* penggilingan memiliki jumlah pekerja sebanyak dua orang, pada *workstation* perebusan memiliki jumlah pekerja sebanyak satu orang, pada *workstation* pembakaran memiliki jumlah pekerja sebanyak dua orang, dan pada *workstation* pengolahan gula jadi memiliki jumlah pekerja sebanyak dua orang. Jam kerja pada UD Sumber Sari beroperasi setiap hari tanpa hari libur mulai pukul 06:00 pagi sampai pukul 16:00 sore. Dalam penelitian ini, jumlah responden yang digunakan adalah seluruh pekerja pada UD Sumber Sari yaitu sebanyak 7 orang.

4.2.2 Profil Pekerja



Pada penelitian beban kerja ini, metode yang digunakan adalah metode *cardiovascularload* (CVL) sehingga diperlukan informasi tambahan terkait profil pekerja yang meliputi jumlah pekerja, umur, dan jenis kelamin dari masing-masing pekerja. Data profil pekerja dan deskripsi kerja yang dilakukan pekerja UD Sumber Sari dapat dilihat pada

Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Profil Pekerja UD Sumber Sari

Workstation	Kode Pekerja	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Deskripsi Kerja	Dokumentasi
Penggilingan	L1	Laki-laki	27	Pekerja melakukan aktivitas berupa mengontrol mesin giling agar dapat berjalan dengan baik dan mengambil serta mendekatkan tebu kepada pekerja 2 untuk dimasukkan ke mesin giling.	
	L2	Laki-laki	30	Pekerja melakukan aktivitas berupa memasukkan tebu kedalam mesin giling secara berkala dan memastikan tidak ada tebu yang tersangkut di dalam mesin selama proses penggilingan dilakukan.	
Perebusan	L3	Laki-laki	31	Pekerja melakukan aktivitas berupa merebus nira sampai menjadi gulali dan memastikan proses berjalan sesuai standard setiap tahapnya dengan 3 tahap perebusan dengan masing-masing waktu yang dibutuhkan setiap tahapnya adalah sekitar 2 jam. Setelah menjadi gulali maka pekerja memindahkan gulali tersebut ke dalam loyang secara manual untuk proses selanjutnya.	

Tabel 4.2
 Profil Pekerja UD Sumber Sari (Lanjutan)

Workstation	Kode Pekerja	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Deskripsi Kerja	Dokumentasi
Pengolahan Gula Jadi	L4	Laki-laki	25	Pekerja melakukan aktivitas berupa mengaduk gulali sampai menjadi gula jadi selama sekitar 2,5 jam pada loyang 1.	
	L5	Laki-laki	28	Pekerja melakukan aktivitas berupa mengaduk gulali sampai menjadi gula jadi selama sekitar 2,5 jam pada loyang 2.	
Pembakaran	L6	Laki-laki	34	Pekerja melakukan aktivitas kerja berupa menyiapkan bahan bakar dan mendekatkan bahan bakar tersebut kepada pekerja 2 untuk dimasukkan ke dalam tungku.	
	L7	Laki-laki	27	Pekerja melakukan aktivitas kerja berupa memasukkan bahan bakar ke dalam tungku dan memastikan api menyala sebagaimana mestinya secara berkala, karena workstation pembakaran harus terus berjalan selama proses produksi berlangsung.	

Sumber: UD Sumber Sari

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa rentang umur pekerja UD Sumber Sari berada pada umur 25-34 tahun. Informasi umur ini digunakan dalam perhitungan CVL pada pengolahan data, tepatnya dalam perhitungan denyut nadi maksimal (*heart rate max*).

Denyut nadi maksimal sendiri digunakan sebagai bahan perbandingan dengan denyut nadi kerja para pekerja selama melakukan pekerjaan, dimana denyut nadi maksimal seseorang akan bergantung pada umur seseorang itu sendiri.

4.2.3 Data Denyut Nadi

Pengukuran denyut nadi dilakukan menggunakan alat bernama Mi-Band pada seluruh pekerja UD Sumber Sari sebanyak 7 orang dengan rentang usia 25-34 tahun selama 3 hari kerja. Pengambilan data denyut nadi dilakukan untuk mengetahui beban kerja fisik berdasarkan analisis menggunakan metode *cardiovascularload* (CVL). Pengambilan data

denyut nadi kerja dilakukan selama pekerja melakukan pekerjaan dan dilakukan secara sistematis dan teratur dengan mengatur jeda waktu pengambilan data setiap 60 menit pada masing-masing operator. Jenis pekerjaan para pekerja UD Sumber Sari merupakan pekerjaan yang bersifat berulang atau repetitif, sehingga pengambilan data yang dilakukan sudah dapat mewakili kondisi pekerjaan para pekerja UD Sumber Sari dan juga berdasarkan pertimbangan pihak UKM dan pekerja agar pengambilan data tidak mengganggu proses kerja dan waktu kerja yang terlalu lama. Sehingga pengambilan data denyut nadi dilakukan selama 10 jam kerja pada pukul 06.00 – 16.00 WIB, maka jumlah data yang dibutuhkan sudah mencukupi dan bisa dilanjutkan pada proses analisis data.

Pengambilan data denyut nadi istirahat dilakukan 5 kali replikasi sebelum pekerja melakukan pekerjaan, dan 5 kali replikasi setelah pekerja selesai melakukan pekerjaan dengan durasi pengambilan data kurang lebih 10 menit untuk 5 kali replikasi tersebut. Pengambilan denyut nadi istirahat juga dilakukan selama 3 hari kerja agar data yang diperoleh tidak bias. Pengambilan data dilakukan dengan cara memantau alat bantu Mi-Band yang dihubungkan dengan teknologi *Bluetooth* pada *handphone* pengamat selama pengamatan berlangsung. Data denyut nadi kerja dan istirahat pekerja UD Sumber Sari dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3

Data Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari.

No.	Pekerja	Denyut Nadi saat Kerja (denyut/menit)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	104	101	103	105	106	110	107	108	106	107
2	L2	107	108	110	106	104	105	103	107	110	113
3	L3	116	118	121	117	119	122	118	119	117	119
4	L4	112	113	115	112	114	116	117	115	117	116
5	L5	115	117	116	118	120	119	117	116	120	122
6	L6	114	115	117	115	116	114	115	118	119	117
7	L7	109	107	108	111	112	109	107	110	113	109

Sumber: UD Sumber Sari.

Tabel 4.4

Data Denyut Nadi Istirahat Pekerja UD Sumber Sari.

No.	Pekerja	Denyut Nadi Istirahat (denyut/menit)									
		Sebelum Bekerja					Setelah Bekerja				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	75	77	76	70	74	77	79	76	80	78
2	L2	77	75	74	76	75	76	74	73	76	72
3	L3	74	71	70	76	77	79	74	73	70	71
4	L4	74	72	74	75	73	75	78	80	76	79
5	L5	76	77	75	76	74	72	76	77	73	71
6	L6	80	78	77	74	72	76	73	77	71	70
7	L7	78	75	71	70	76	72	74	71	70	73

Sumber: UD Sumber Sari.

Pengambilan data denyut nadi dilakukan kepada 7 responden atau seluruh pekerja UD Sumber Sari dengan beberapa replikasi dan jeda waktu yang telah dijelaskan sebelumnya, maka data denyut nadi yang telah diambil tersebut dianggap sudah cukup karena telah mewakili seluruh populasi dan tidak diperlukan pengambilan data lagi.

4.3 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data akan menjelaskan lebih rinci terkait data yang telah diperoleh sebelumnya. Data yang diperoleh berupa data denyut nadi kerja dan data denyut nadi istirahat. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *cardiovascularload* (CVL) agar dapat mengetahui klasifikasi beban kerja pekerja UD Sumber Sari.

4.3.1 Penentuan *Cardiovascularload* (CVL)

Data denyut nadi yang telah diperoleh pada tahap pengumpulan data kemudian diolah menjadi persentase *cardiovascularload*. Hasil pengolahan data akan dijadikan sebagai dasar untuk menentukan klasifikasi beban kerja pekerja UD Sumber Sari apakah termasuk kedalam kategori ringan, sedang, atau tinggi. Metode CVL memerlukan data denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, denyut nadi maksimal, dan usia dari pekerja yang dijadikan sebagai responden. Pertama dilakukan perhitungan rata-rata denyut nadi kerja dan rata-rata denyut nadi istirahat pekerja UD Sumber Sari yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.5

Rata-rata Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari.

No.	Pekerja	Denyut Nadi Kerja (denyut/menit)										Rata-rata (Denyut/menit)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	L1	104	101	103	105	106	110	107	108	106	107	106
2	L2	107	108	110	106	104	105	103	107	110	113	107
3	L3	116	118	121	117	119	122	118	119	117	119	119
4	L4	112	113	115	112	114	116	117	115	117	116	115
5	L5	115	117	116	118	120	119	117	116	120	122	118
6	L6	114	115	117	115	116	114	115	118	119	117	116
7	L7	109	107	108	111	112	109	107	110	113	109	110

Tabel 4.5 menunjukkan rata-rata denyut nadi kerja pekerja UD Sumber Sari berada diatas 100 denyut per menit. Rata-rata denyut nadi kerja berada pada rentang 106-119 denyut per menit. Selain rata-rata denyut nadi kerja, perhitungan rata-rata juga dilakukan pada data denyut nadi istirahat yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6
Rata-rata Denyut Nadi Istirahat Pekerja UD Sumber Sari.

No.	Pekerja	Denyut Nadi Istirahat (denyut/menit)										Rata-rata (Denyut/menit)
		Sebelum Bekerja					Setelah Bekerja					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	L1	75	77	76	70	74	77	79	76	80	78	76
2	L2	77	75	74	76	75	76	74	73	76	72	75
3	L3	74	71	70	76	77	79	74	73	70	71	73
4	L4	74	72	74	75	73	75	78	80	76	79	76
5	L5	76	77	75	76	74	72	76	77	73	71	75
6	L6	80	78	77	74	72	76	73	77	71	70	75
7	L7	78	75	71	70	76	72	74	71	70	73	73

Tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan rata-rata denyut nadi istirahat pekerja UD Sumber Sari yang berada pada rentang 73-76 denyut per menit, dimana denyut nadi para pekerja tersebut masih berada dalam batas normal denyut nadi orang dewasa antara 60 sampai 100 denyut per menit. Setelah melakukan perhitungan rata-rata denyut nadi kerja dan rata-rata denyut nadi istirahat, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase CVL dengan menentukan denyut nadi maksimal terlebih dahulu. Denyut nadi maksimal diperoleh dengan rumus (2-3). Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan perhitungan persentase CVL dengan rumus (2-2). Berikut adalah contoh perhitungan persentase CVL dengan sampel pada pekerja 1.

Rata-rata denyut nadi kerja = 106 denyut/menit

Rata-rata denyut nadi istirahat = 76 denyut/menit

Denyut nadi maksimal = $208 - (0,7 \times 27) = 189,1$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{106-76}{189,1-76} \times 100\%$$

$$\%CVL = 26,5\%$$

Persentase CVL untuk pekerja 1 adalah sebesar 26,5%. Perhitungan tersebut diaplikasikan untuk perolehan persentase pada semua pekerja UD Sumber Sari yang menjadi responden yaitu sebanyak 7 pekerja. Persentase CVL dihitung untuk melakukan pengklasifikasian tinggi atau rendahnya beban kerja fisik para pekerja UD Sumber Sari. Hasil perhitungan persentase CVL pekerja dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7
Hasil Perhitungan Persentase CVL (%CVL)

Nomor	Pekerja	DN _{maks} (Denyut/Menit)	Rata-rata DNK (Denyut/Menit)	Rata-rata DNI (Denyut/Menit)	Persentase CVL (%)
1.	L1	189,1	106	76	26,5%
2.	L2	187	107	75	28,6%
3.	L3	186,3	119	73	40,6%
4.	L4	190,5	115	76	34,6%
5.	L5	188,4	118	75	37,9%

Tabel 4.7

Hasil Perhitungan Persentase CVL (%CVL) (Lanjutan)

6. L6	184,9	116	75	37,3%
7. L7	189,1	110	73	31,8%

Tabel 4.7 merupakan hasil dari perhitungan persentase CVL dari masing-masing pekerja UD Sumber Sari. Dari tabel tersebut dapat dilihat terdapat lima pekerja yang memiliki persentase CVL lebih dari 30% yaitu pekerja 3 dengan persentase CVL sebesar 40,6%, pekerja 4 dengan persentase CVL sebesar 34,6%, pekerja 5 dengan persentase CVL sebesar 37,9%, pekerja 6 dengan persentase CVL sebesar 37,3%, dan pekerja 7 dengan persentase CVL sebesar 31,8%. Dua pekerja lainnya memiliki persentase CVL yang kurang dari 30% yaitu pekerja 1 dengan persentase CVL sebesar 26,5% dan pekerja 2 dengan persentase CVL sebesar 28,6%.

Setelah mengetahui persentase CVL dari masing-masing pekerja, selanjutnya yaitu memberikan klasifikasi beban kerja pada masing-masing pekerja berdasarkan nilai persentase CVL yang telah dihitung sebelumnya. Klasifikasi beban kerja berdasarkan persentase CVL pekerja UD Sumber Sari dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8

Klasifikasi Beban Kerja Fisik Berdasarkan Persentase CVL

Nomor	Pekerja	Persentase CVL (%)	Klasifikasi CVL
1.	L1	26,5%	Tidak terjadi kelelahan pada pekerja
2.	L2	28,6%	Tidak terjadi kelelahan pada pekerja
3.	L3	40,6%	Diperlukan perbaikan namun tidak mendesak
4.	L4	34,6%	Diperlukan perbaikan namun tidak mendesak
5.	L5	37,9%	Diperlukan perbaikan namun tidak mendesak
6.	L6	37,3%	Diperlukan perbaikan namun tidak mendesak
7.	L7	31,8%	Diperlukan perbaikan namun tidak mendesak

Dalam tabel 4.8 dapat diketahui terdapat dua pekerja yang memiliki beban kerja fisik pada klasifikasi tidak terjadi kelelahan karena persentase CVL menunjukkan kurang dari 30% dan terdapat lima pekerja yang memiliki beban kerja dengan klasifikasi memerlukan perbaikan karena persentase CVL menunjukkan lebih dari 30%. Dari hal tersebut dapat ditemukan dua permasalahan yaitu beban pekerja yang tidak merata dan terdapat beban kerja yang melebihi batas normal. Sehingga salah satu rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan adalah pengaturan ulang alokasi pekerja berdasarkan umur dan nilai persentase CVL. Setelah mengetahui klasifikasi beban kerja pada masing-masing pekerja UD Sumber Sari, selanjutnya dilakukan perhitungan konsumsi energi yang digunakan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan, dengan mengetahui konsumsi energi yang digunakan oleh

pekerja saat melakukan pekerjaan maka akan diperoleh analisis yang lebih mendalam mengenai beban kerja yang dirasakan dan ditanggung oleh pekerja UD Sumber Sari.

4.3.2 Konsumsi Energi

Data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat digunakan sebagai input dalam perhitungan konsumsi energi. Perhitungan konsumsi energi saat melakukan pekerjaan dan sebelum melakukan pekerjaan berbentuk persamaan regresi kuadratis dari hubungan antara energi dengan kecepatan denyut jantung. Berikut adalah contoh perhitungan pengeluaran energi pada saat pekerja 1 sedang melakukan pekerjaan.

$$X_t = 106 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 76 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(106) + 4,71733 \times 10^4 (106)^2$$

$$E_t = 5,30 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(76) + 4,71733 \times 10^4 (76)^2$$

$$E_i = 2,72 \text{ KKal/menit}$$

Energi yang dikeluarkan pekerja 1 saat sedang bekerja adalah sebesar 5,30 KKal/menit dan saat istirahat adalah sebesar 2,72 KKal/menit. Setelah mengetahui besarnya pengeluaran energi, selanjutnya adalah menghitung besarnya konsumsi energi.

$$E_t = 5,30 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 2,72 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 5,30 \text{ KKal/menit} - 2,72 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 2,58 \text{ KKal/menit}$$

Nilai K yang didapatkan menunjukkan nilai sebesar 2,58 KKal/menit < 5 KKal/menit (yaitu nilai standar energi yang dikeluarkan untuk laki-laki). Hasil perhitungan konsumsi energi dari keseluruhan pekerja dapat dilihat dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9
Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Pekerja UD Sumber Sari

No	Operator	Energi saat bekerja (Et) (Kkal/menit)	Energi saat istirahat (Ei) (Kkal/menit)	Konsumsi energi (K) (Kkal/menit)
1	L1	5,30	2,72	2,58
2	L2	5,40	2,65	2,75
3	L3	6,68	2,51	4,17
4	L4	6,23	2,72	3,51
5	L5	6,57	2,65	3,92
6	L6	6,35	2,65	3,7
7	L7	5,71	2,51	3,2

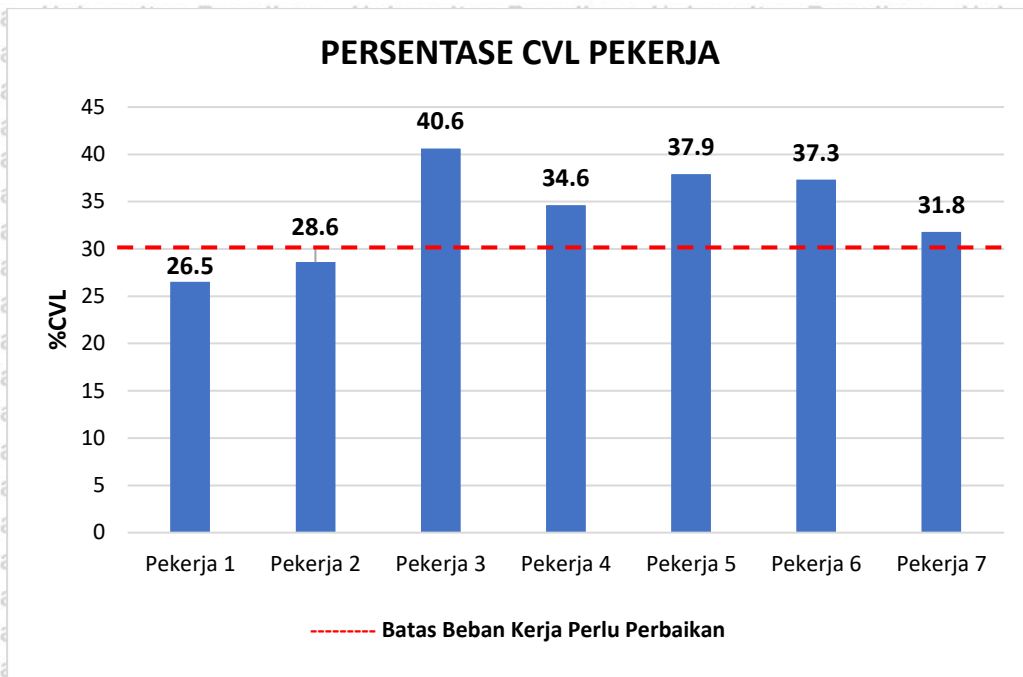
Berdasarkan tabel 4.9 dapat diketahui para pekerja UD Sumber Sari memiliki nilai $K < 5$ Kkal/menit yang dapat diartikan bahwa konsumsi energi pekerja masih tergolong cukup wajar dan masih berada pada standar kerja normal meskipun energi yang dikeluarkan saat bekerja menunjukkan nilai yang masuk kedalam kategori menengah yaitu pada rentang 5,3-6,7 Kkal/menit. Dikarenakan energi saat bekerja menunjukkan nilai yang masuk kedalam kategori sedang, maka perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai waktu istirahat yang optimal untuk mendukung pemulihan energi akibat aktivitas pekerjaan yang dilakukan.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap analisis dan pembahasan dalam penelitian ini dimulai dari tahap pengumpulan data hingga pengolahan data. Pengumpulan data yang sudah dilakukan antara lain adalah jumlah pekerja, profil pekerja yang dijadikan sebagai responden, data denyut nadi baik denyut nadi kerja dan juga denyut nadi istirahat. Sedangkan pada tahap pengolahan data, hal-hal yang dilakukan antara lain adalah melakukan penentuan klasifikasi CVL, pengklasifikasian beban kerja fisik, dan perhitungan konsumsi energi.

4.4.1 Analisis Beban Kerja Fisik dengan *Cardiovascularload* (CVL)

Pengukuran beban kerja fisik dilakukan dengan menggunakan metode *cardiovascularload* (CVL). Pengolahan data yang dilakukan yaitu pengolahan data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Pengambilan data denyut nadi dilakukan kepada 7 pekerja UD Sumber Sari yang diambil saat sebelum bekerja, sedang bekerja, dan setelah bekerja. Pengambilan data dilakukan pada jam kerja reguler yaitu pukul 06.00-16.00 WIB. Denyut nadi dapat mengukur beban kerja fisik karena denyut nadi sangat sensitif terhadap perubahan aktivitas dalam tubuh manusia. Beban kerja fisik yang berlebih dapat menimbulkan kelelahan fisik pada pekerja. Kelelahan yang dialami pekerja dapat memberikan dampak yang kurang baik bagi perusahaan dan pekerja itu sendiri karena kelelahan dapat membuat kesehatan dan stamina pekerja menurun sehingga menyebabkan pekerja kurang maksimal dalam menjalankan aktivitas pekerjaannya hingga izin untuk tidak masuk kerja. Sehingga hal tersebut juga dapat mempengaruhi sistem yang ada dalam perusahaan. Data hasil perhitungan persentase CVL para pekerja UD Sumber Sari dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Grafik Persentase Cardiovascularload

Gambar 4.21 menunjukkan bahwa terdapat lima pekerja yang memiliki persentase CVL lebih dari 30% yaitu pekerja 3 dengan persentase CVL sebesar 40,6%, pekerja 4 dengan persentase CVL sebesar 34,6%, pekerja 5 dengan persentase CVL sebesar 37,9%, pekerja 6 dengan persentase CVL sebesar 37,3%, dan pekerja 7 dengan persentase CVL sebesar 31,8%. Dua pekerja lainnya memiliki persentase CVL yang kurang dari 30% yaitu pekerja 1 dengan persentase CVL sebesar 26,5% dan pekerja 2 dengan persentase CVL sebesar 28,6% yang berklasifikasi tidak mengalami kelelahan dan tidak perlu adanya perbaikan.

Kelima pekerja yang memiliki persentase CVL lebih dari 30% adalah pekerja yang berada pada *workstation* perebusan, pengolahan gula jadi, dan pembakaran. Sedangkan dua pekerja yang memiliki persentase CVL kurang dari 30% adalah pekerja yang berada pada *workstation* penggilingan. Pekerja pada *workstation* perebusan dapat mengalami kelelahan saat bekerja dikarenakan terdapat tiga tahapan perebusan yang menuntut operator melakukan aktivitas memindahkan air nira secara manual menggunakan inthung kedalam wajan perebusan setiap 2 jam sekali serta memindahlan gula yang telah matang kedalam wadah pengeringan untuk diolah menjadi gula jadi. Pekerja pada *workstation* pengolahan gula jadi dapat mengalami kelelahan saat bekerja dikarenakan pekerja harus melakukan aktivitas pengadukan gula selama kurang lebih 2,5 jam sampai menjadi produk jadi dan siap dikemas. Pekerja pada *workstation* pembakaran dapat mengalami kelelahan saat bekerja dikarenakan pekerja harus tetap memastikan kondisi api tetap stabil selama proses produksi (proses

perebusan) berjalan setiap harinya dan juga secara rutin menyiapkan bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran.

Denyut nadi sangat sensitif terhadap perubahan aktivitas dalam tubuh manusia. Sehingga denyut nadi dapat dijadikan alat pengukur beban kerja fisik yang cukup valid. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pengukuran beban kerja fisik dengan menggunakan denyut nadi yaitu faktor internal yang meliputi usia pekerja, pengalaman kerja dan kondisi kesehatan pekerja, lalu terdapat faktor eksternal yang meliputi jumlah aktivitas fisik pekerjaan, aktivitas sebelum melakukan pekerjaan, dll. Hal-hal seperti itu dapat menyebabkan beban kerja fisik yang bervariasi pada operator dalam satu pekerjaan tertentu.

Berdasarkan hasil penelitian fisiologi kerja dapat diketahui bahwa energi yang dikeluarkan saat bekerja seirama dengan denyut nadi dan jumlah konsumsi oksigen. Hasil pengumpulan data denyut nadi kerja dalam penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata denyut nadi kerja berada pada rentang 106-119 denyut/menit, dimana berdasarkan literatur mengenai hubungan antara denyut nadi dengan beban kerja maka denyut nadi tersebut masuk kedalam klasifikasi beban kerja sedang. Sedangkan untuk energi *expenditure* saat pekerja sedang melakukan pekerjaan berada pada rentang 5,3-6,7 KKal/menit yang masuk kedalam klasifikasi beban kerja sedang.

Pada penelitian ini dapat dianalisa lebih lanjut bahwa beberapa faktor seperti usia dan aktivitas pekerjaan menjadi faktor yang mempengaruhi persentase *cardiovascularload*. Dari gambar 4.21 dapat dilihat usia operator yang lebih tua, memiliki tingkat persentase CVL yang cukup tinggi meskipun denyut nadi kerjanya memiliki rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan pekerja yang berusia lebih muda. Dikarenakan, “usia seseorang sangat mempengaruhi denyut nadi”. Hal ini disebabkan “berkurangnya massa otot, dan daya maksimum otot yang dicapai sangat berkurang”. Sementara aktivitas kerja juga mempengaruhi persentase *cardiovascularload* dimana ritme kerja setiap orang berbeda-beda.

4.4.2 Konsumsi Energi

Ketika seseorang sedang bekerja, tentunya tubuh menggunakan energi agar tubuh dapat bergerak dan dapat menyelesaikan pekerjaan dengan baik. Konsumsi energi dapat diukur dengan menggunakan data denyut nadi kerja dan data denyut nadi istirahat. Setelah data denyut nadi tersebut didapat, selanjutnya adalah melakukan konservasi data denyut nadi tersebut kedalam satuan energi dengan menggunakan persamaan regresi kuadratis. Batas

normal konsumsi energi laki-laki adalah sebesar 5 KKal/menit dan sebesar 4 KKal/menit untuk wanita. Para pekerja keseluruhan UD Sumber Sari adalah laki-laki maka menggunakan batas konsumsi energi sebesar 5 KKal/menit. Konsumsi energi yang kurang dari 5 KKal/menit tidak memerlukan penambahan waktu istirahat, sebaliknya apabila konsumsi energi yang lebih dari 5 KKal/menit maka memerlukan adanya penambahan waktu istirahat.

Konsumsi energi para pekerja UD Sumber Sari berada pada rentang 2,6-4,2 KKal/menit atau tidak ada yang melewati batas standar energi yang dikeluarkan untuk laki-laki yaitu sebesar 5 KKal/menit. Dapat disimpulkan bahwa konsumsi energi pekerja masih tergolong cukup wajar dan masih berada pada standar kerja normal meskipun energi yang dikeluarkan saat bekerja menunjukkan nilai yang masuk kedalam kategori menengah yaitu pada rentang 5,3-6,7 KKal/menit. Dikarenakan energi saat bekerja menunjukkan nilai yang masuk kedalam kategori sedang, maka perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai waktu istirahat yang optimal untuk mendukung pemulihan energi akibat aktivitas pekerjaan yang dilakukan.

4.5 Rekomendasi Perbaikan

Setelah dilakukan perhitungan dan mengetahui beban kerja fisik dan klasifikasi tingkat kelelahan menggunakan metode *cardiovascularload* (CVL) terhadap para pekerja UD Sumber Sari sebanyak 7 responden, diperoleh hasil bahwa terdapat beban kerja fisik yang masuk kedalam kategori diperlukan adanya perbaikan serta tingkat kelelahan yang masuk kedalam kategori menengah. Sehingga perlu diberikan beberapa rekomendasi perbaikan yang dapat meminimalisir beban kerja yang dirasakan dan ditanggung oleh pekerja. Berikut beberapa rekomendasi perbaikan yang diberikan.

1. Alokasi Pekerja

Melakukan pengalokasian pekerja dengan tepat dan sesuai akan memberikan dampak yang lebih baik bagi perusahaan dan juga bagi pekerja itu sendiri. Terdapat beberapa faktor yang dapat dipertimbangkan dalam melakukan alokasi pekerja salah satunya adalah berdasarkan umur pekerja. Menurut Arief Budiman (2016), “kinerja seseorang bergantung pada usia karena saat usia meningkat akan selaras dengan proses degenerasi dari organ sehingga dalam hal ini kemampuan organ akan menurun. Dengan adanya penurunan kemampuan organ, maka hal ini akan menyebabkan pekerja semakin mudah mengalami kelelahan”. Berdasarkan hasil perhitungan persentase CVL didapatkan hasil bahwa %CVL paling tinggi terdapat pada *workstation* perebusan dengan persentase 40,6%, kedua terdapat

pada *workstation* pengolahan gula jadi dengan persentase 34,6% dan 37,9%, ketiga terdapat pada *workstation* pembakaran dengan persentase 37,3% dan 31,8%, terakhir pada *workstation* penggilingan dengan persentase 26,5% dan 28,6%. Maka dapat dilakukan rotasi pekerja dengan pertimbangan usia dan beban kerja yang ada. Rotasi pekerja dapat dilakukan karena pekerjaan pada UD Sumber Sari tidak membutuhkan keahlian atau ketelitian yang khusus. Usulan alokasi pekerja UD Sumber Sari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11
Perbandingan Alokasi Pekerja Saat Ini dan Alokasi Pekerja Usulan

Alokasi Pekerja Saat Ini				Alokasi Pekerja Usulan		
Workstation	Pekerja	Umur	%CVL	Workstation	Pekerja	Umur
Penggilingan	L1	27 tahun	26,5%	Penggilingan	L1	34 tahun
	L2	30 tahun	28,6%		L2	25 tahun
Perebusan	L3	31 tahun	40,6%	Perebusan	L3	28 tahun
	L4	25 tahun	34,6%		L4	27 tahun
Pengolahan Gula Jadi	L5	28 tahun	37,9%	Pengolahan Gula Jadi	L5	27 tahun
	L6	34 tahun	37,3%		L6	30 tahun
Pembakaran	L7	27 tahun	31,8%	Pembakaran	L7	31 tahun

2. Pengaturan Jadwal Kerja dan Pemberian Waktu Istirahat

Berdasarkan pada hasil pengolahan data mengenai konsumsi energi didapatkan bahwa perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai waktu istirahat pekerja UD Sumber Sari. Hasil perhitungan menunjukkan energi saat bekerja memiliki nilai di atas standar energi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yaitu pada rentang 5,3-6,7 KKal/menit. Meskipun untuk hasil konsumsi energi menunjukkan hasil bahwa konsumsi energi yang digunakan oleh pekerja masih tergolong pada batas normal. Menurut Wignjosoebroto (2003), pada dasarnya pemberian waktu istirahat diperlukan agar dapat memulihkan kesegaran mental maupun fisik pekerja. Rata-rata jumlah total waktu yang dibutuhkan untuk istirahat sekitar 15% dari total waktu kerja, dengan pemberian waktu beberapa kali melakukan istirahat pendek selama $\pm 3-5$ menit akan memberikan hasil yang lebih baik ditinjau dari output yang dihasilkan maupun efek terhadap fisik tubuh, dibandingkan dengan pemberian waktu istirahat dalam jangka waktu panjang sekaligus. UD Sumber Sari memiliki waktu kerja selama 10 jam kerja, dimana waktu tersebut melebihi batas waktu normal untuk bekerja. Menurut Waktu kerja yang berlaku di UD Sumber Sari memiliki durasi 10 jam kerja tanpa waktu istirahat khusus. Para pekerja biasanya melakukan istirahat dan makan siang disela-sela menjalankan aktivitas kerjanya.

Menurut Undang-Undang No.13 tahun 2003 pasal 77 ayat 1 (UU No.13/2003) mewajibkan setiap pengusaha untuk melaksanakan ketentuan jam kerja dengan dua sistem, pertama 7 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 6 hari kerja dalam

1 minggu. Kedua 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu. Sedangkan jam kerja pada UD Sumber Sari yaitu 10 jam kerja dalam 1 hari atau 70 jam kerja dalam 1 minggu untuk 7 hari kerja dalam 1 minggu. Berdasarkan hal tersebut, jam kerja UD Sumber Sari bisa diusulkan untuk dipersingkat menjadi 8 jam kerja per harinya, sehingga usulan waktu istirahat yang dibutuhkan adalah $15\% \times 8$ jam yaitu selama 72 menit. Sehingga idealnya waktu istirahat yang dapat diberikan sebagai usulan untuk UD Sumber Sari adalah selama 72 menit dengan dua waktu istirahat yaitu istirahat panjang dan waktu istirahat pendek. Tetapi, berdasarkan kondisi dilapangan, memberikan usulan istirahat pendek dalam waktu yang sering sedikit kurang tepat karena terdapat pekerjaan yang tidak dapat sering diberhentikan salah satunya seperti proses pengadukan gula jadi selama 2,5 jam. Sehingga dari kondisi tersebut, dapat diusulkan penambahan waktu istirahat panjang selama bekerja dan beberapa istirahat pendek disela-sela waktu kerja. Usulan jadwal kerja dengan penambahan waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10
Perbandingan Jadwal Kerja Saat Ini dan Jadwal Kerja Usulan

Jadwal Kerja Saat Ini	Kegiatan	Jadwal Kerja Usulan	Kegiatan
06.00 – 16.00	Bekerja	07.00 – 09.30	Bekerja
		09.30 – 09.35	Istirahat pendek
		09.35 – 11.00	Bekerja
		11.00 – 12.00	Istirahat panjang
		12.00 – 14.00	Bekerja
		14.00 – 14.05	Istirahat pendek
		14.05 – 15.00	Bekerja

Menurut Wignjosoebroto (2003) Sebagai upaya proses pemulihan kondisi fisik yang lelah, selain dengan pemberian waktu istirahat, beberapa penelitian telah berhasil menunjukkan bahwa pengaturan waktu kerja yang diselingi dengan beberapa kali waktu istirahat dan juga perubahan lamanya periode waktu kerja bisa memberikan dampak perubahan terhadap efisiensi operator.

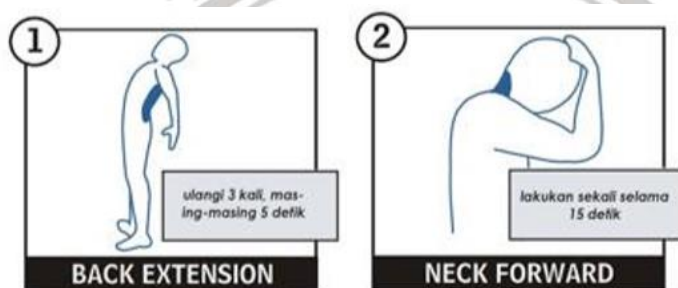
3. Melakukan Peregangan atau Pelelasan (Fleksibel)

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, kegiatan *personal needs* seperti buang air kecil dan pelepasan tubuh ketika merasa lelah sering dilakukan pekerja disela-sela melakukan pekerjaan. Setelah pemberian usulan jadwal kerja baru dan pemberian waktu istirahat pendek maupun panjang, diharapkan para pekerja dapat memanfaatkan waktu istirahat yang diberikan dengan maksimal. Salah satunya seperti pada jeda waktu istirahat pendek yang diberikan selama 5 menit, para pekerja dapat melakukan beberapa peregangan atau

pelemasan tubuh secara ringan agar otot pekerja tidak kaku. Pelemasan atau peregangan otot penting dilakukan untuk mengurangi kelelahan, mengurangi ketegangan otot saat bekerja dan mengurangi resiko cedera otot (kram). Berikut beberapa Gerakan-gerakan peregangan otot yang dapat dilakukan di tempat kerja.

a. *Back Extension and Shoulder Blade Pinch* dan *Neck Forward Stretch*

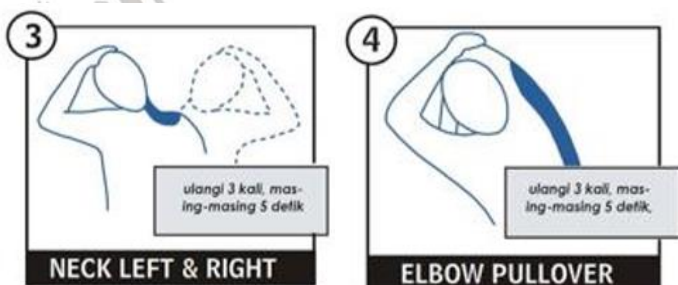
Untuk *Back Extension and Shoulder Blade Pinch* berdirilah dengan kaki terpisah dan dengan lembut condongkan tubuh ke belakang ke titik ketegangan ringan dengan kedua lengan juga mencapai ke belakang dan saling merapat. Kencangkan tulang belikat dan otot punggung bawah dan tahan selama lima detik. Lakukan tiga kali. Sedangkan untuk *Neck Forward Stretch* Miringkan kepala ke depan dan turunkan dagu ke arah dada, letakkan tangan di belakang kepala untuk menambah regangan. Tahan selama 15 detik.



Gambar 4.22 Gerakan *Back Extension* dan Gerakan *Neck Forward*

b. *Neck Left And Right* dan *Elbow Pullover (Lateral Torso Stretch)*

Untuk *Neck Left And Right* miringkan kepala ke arah bahu tanpa memutar leher – gerakkan telinga langsung ke bahu. Lakukan peregangan ini sekali selama 15 detik di setiap sisi. Sedangkan untuk *Elbow Pullover* Angkat satu tangan di atas kepala, pegang siku dengan tangan lain, dan condongkan tubuh ke samping dari pinggang, rentangkan sisi bagasi. Tahan selama 5 detik, bergantiganti 3 kali di setiap sisi.

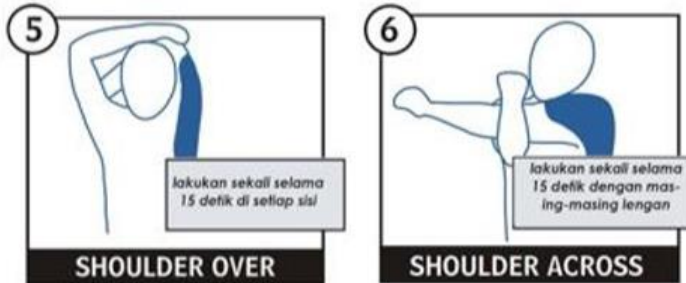


Gambar 4.23 Gerakan *Neck Left and Right* dan Gerakan *Elbow Pullover*

c. *Shoulder Over (Lateral Shoulder Stretch)* dan *Shoulder Across (Posterior Shoulder Stretch)*

Untuk *Shoulder Over* angkat satu tangan di atas kepala, pegang siku dengan tangan lain, dan condongkan tubuh ke samping dari pinggang, rentangkan sisi bagasi. Tahan selama

5 detik, bergantiganti 3 kali di setiap sisi. Sedangkan untuk *Shoulder Across* Pegang satu lengan lurus di atas dada dan dengan lembut tarik sikunya lebih dekat dan lebih jauh. Tahan selama 15 detik untuk meregangkan bagian belakang bahu itu. Ulangi untuk bahu lainnya.

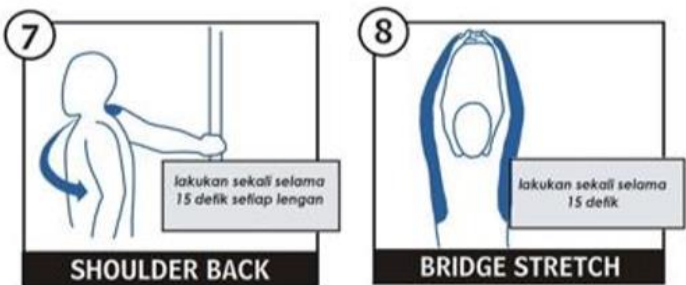


Gambar 4.24 Gerakan *Shoulder Over* dan Gerakan *Shoulder Across*

- d. *Shoulder Back (Anterior Shoulder And Chest Stretch)* dan *Bridge Stretch For Arms And Upper Torso*

Untuk *Shoulder Back* berdirilah dengan benda setinggi bahu yang stabil langsung ke samping Anda. Rentangkan lengan di sisi itu untuk menyentuh objek dengan ujung jari dengan lengan lurus. Putar perlahan seluruh tubuh Anda ke depan dan menjauh dari objek sambil menjaga ujung jari tetap pada objek, regangkan sisi depan bahu tersebut.

Tahan selama 15 detik dan ulangi, menghadap ke arah yang berlawanan untuk meregangkan bahu lainnya. Sedangkan untuk *Bridge Stretch* Jalin jari-jari dengan telapak tangan mengarah ke langit, luruskan siku dan raih ke atas sejauh mungkin dengan kedua tangan. Tahan selama 15 detik.



Gambar 4.25 Gerakan *Shoulder Back* dan Gerakan *Bridge Stretch*

- e. *Forearm And Wrist Stretches* dan *Hamstring Stretch*

Untuk *Forearm And Wrist* rentangkan satu lengan ke depan tanpa menekuk siku. Tekuk pergelangan tangan ke atas, dan gunakan tangan lainnya untuk dengan lembut menarik jari kembali ke arah Anda, regangkan otot dan jaringan lunak di bagian bawah lengan dan pergelangan tangan. Tahan selama 15 detik. Kemudian lepaskan dan tekuk pergelangan tangan yang sama ke bawah, tarik perlahan ke bawah dan ke arah Anda dengan tangan lainnya. Tahan selama 15 detik dan ulangi kedua peregangan dengan

lengan lainnya. Sedangkan untuk *Hamstring Stretch* Regangkan paha belakang dengan berdiri dengan kaki menyilang dan dengan lembut menekuk ke depan di pinggul dan pinggang ke titik ketegangan ringan. Tahan selama 15 detik dan ulangi dengan kaki lainnya.



Gambar 4.26 Gerakan *Forearm and Wrist* dan Gerakan *Hamstring Stretch*

f. *Calf Stretch* dan *Quad And Flexor Stretch*

Untuk *Calf Stretch* berdiri setinggi lengan di depan permukaan yang stabil tinggi seperti dinding atau pohon. Letakkan kedua tangan di permukaan setinggi dada, dan gerakkan satu kaki ke belakang sejauh bahu Anda lebar. Dorong tumit belakang hingga ke lantai atau tanah, dan condongkan tubuh ke depan ke arah tangan untuk meregangkan otot dan tendon betis pada kaki itu. Tahan selama 15 detik dan ulangi untuk kaki lainnya. Sedangkan untuk *Quad And Flexor Stretch* Letakkan satu tangan di atas permukaan yang stabil untuk penyangga. Tekuk satu lutut untuk mengangkat kaki ke belakang. Tekuk ke depan dan pegang pergelangan kaki itu dengan tangan di sisi yang berlawanan, dan perlahan-lahan bangkitlah kembali, tarik kaki dengan lembut ke atas di belakang untuk meregangkan paha depan dan area paha atas. Tahan selama 15 detik dan ulangi dengan kaki dan tangan yang berlawanan.



Gambar 4.27 Gerakan *Calf Stretch* dan Gerakan *Flexor Stretch*



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB V PENUTUP

Bab penutup ini akan menjelaskan terkait kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan. Selain itu juga terdapat saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang serupa.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

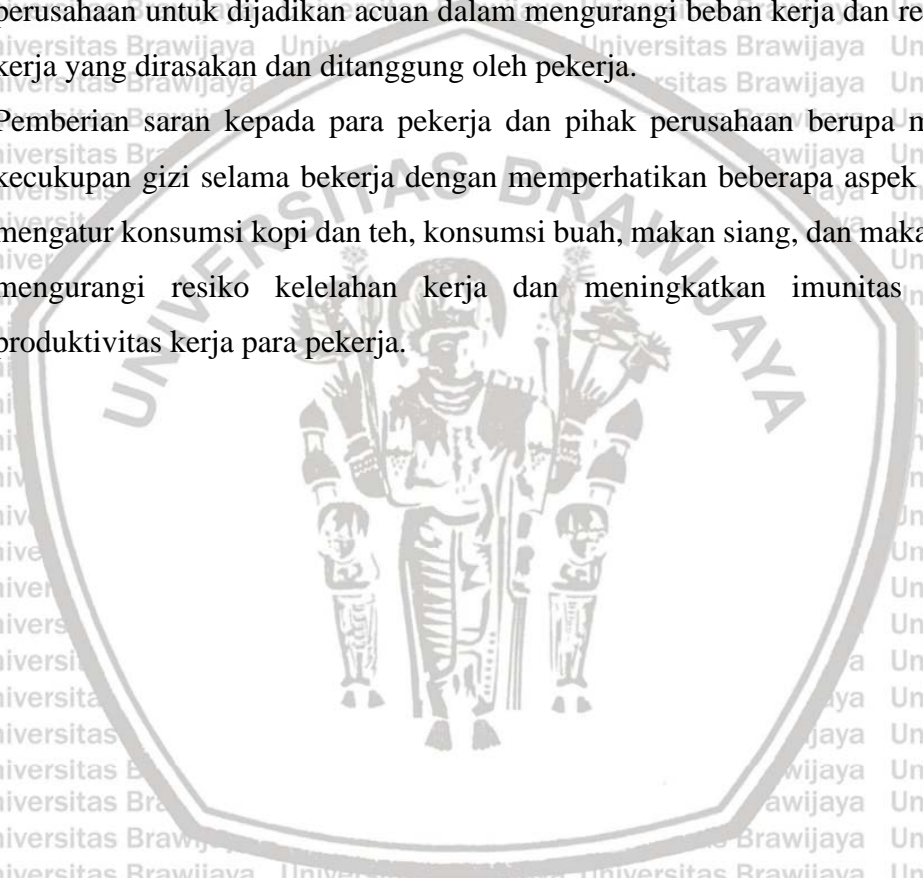
1. Beban kerja fisik yang dirasakan dan ditanggung oleh pekerja UD Sumber Sari telah diukur dengan pengukuran denyut nadi dan diolah dengan menggunakan metode *cardiovascularload* (CVL). Pekerja yang memiliki klasifikasi beban kerja perlu dilakukan perbaikan adalah pada pekerja 3 yang bekerja pada *workstation* perebusan dengan persentase CVL sebesar 40,6%, pekerja 4 dan 5 yang bekerja pada *workstation* pengolahan gula jadi dengan masing-masing persentase CVL sebesar 34,6% dan 37,9%, dan pekerja 6 dan 7 yang bekerja pada *workstation* pembakaran dengan masing-masing persentase CVL sebesar 37,3% dan 31,8%. Kelima pekerja tersebut memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan Perbaikan”. Pekerja 1 dan pekerja 2 yang keduanya adalah pekerja yang bekerja pada *workstation* penggilingan memiliki masing-masing persentase CVL sebesar 26,5% dan 28,6%. Kedua pekerja tersebut memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Tidak terjadi kelelahan pada pekerja”.
2. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi beban kerja fisik yang dirasakan dan ditanggung oleh pekerja UD Sumber Sari antara lain adalah dengan mengatur ulang jadwal kerja serta pemberian waktu istirahat baik istirahat pendek maupun istirahat panjang agar UD Sumber Sari memiliki jam kerja yang normal sesuai standard dan istirahat yang dilakukan dapat digunakan untuk memulihkan tenaga. Rekomendasi kedua yang diberikan adalah dengan melakukan peregangan atau pelepasan ringan untuk mengurangi kelelahan, ketegangan otot saat bekerja dan mengurangi resiko cedera otot (kram). Rekomendasi terakhir yang diberikan adalah dengan mengatur ulang alokasi pekerja dengan mempertimbangkan usia dan tingginya

beban kerja yang ada. Hal ini diharapkan mampu menghasilkan beban kerja yang lebih merata pada pekerja UD Sumber Sari.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang sesuai adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan melakukan perhitungan beban kerja mental menggunakan metode yang sesuai.
2. Rekomendasi perbaikan yang diberikan diharapkan dapat menjadi pertimbangan pihak perusahaan untuk dijadikan acuan dalam mengurangi beban kerja dan resiko kelelahan kerja yang dirasakan dan ditanggung oleh pekerja.
3. Pemberian saran kepada para pekerja dan pihak perusahaan berupa memperhatikan kecukupan gizi selama bekerja dengan memperhatikan beberapa aspek yaitu sarapan, mengatur konsumsi kopi dan teh, konsumsi buah, makan siang, dan makan malam guna mengurangi resiko kelelahan kerja dan meningkatkan imunitas pekerja serta produktivitas kerja para pekerja.



DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, Arief. 2016. *Hubungan Antara Umur dan Indeks Beban Kerja dengan Kelelahan pada Pekerja di PT. Karias Tabing Kencana*. Jurnal Berkala Kesehatan. Vol. 1 No. 2: 121-129.
- Danaswara, Arya. 2019. *Analisis Beban Kerja pada Pekerja Gudang Bagian Cold Storage dengan Metode Cardiovascular Load dan NASA-TLX (Studi Kasus: Perusahaan Pengolahan Susu, Malang)*. Skripsi : Universitas Brawijaya.
- Denovita, Intan. 2020. *Analisis Beban Kerja Operator Mesin Blowing dengan Menggunakan Cardiovascular (CVL) dan Swedish Occupational Fatigue Inventory (Studi Kasus: CV.Kiki, Malang)*. Skripsi : Universitas Brawijaya.
- Derby, F., & Walls, C. 1998. *Stress and Fatigue*. Wellington: Occupational Safety and Health Service of the Department of Labour.
- Hancock & Meshakti. 1988. *Humant Mental Workload*. England: North Holland.
- Kementrian Tenaga Kerja Republik Indonesia. 1999. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Di Tempat Kerja (KEP.51/Men/1999)*. Jakarta.
- Lalan&Nurfajriah. 2015. *Analisis Beban Kerja Fisiologi dan Psikologi Karyawan Pembuatan Baju di PT Jaba Garmino Majalengka*. Bina Teknika. Vol. 11 No. 2: 114123.
- Manuaba. 2000. *Hubungan Beban Kerja dan Kapasitas Kerja*. Jakarta: Rinek Cipta.
- Marseti, Dwi Ayu. 2015. *Analisis Beban Kerja Fisik Operator Pengangkat Unit Pendingin Gek dengan Pendekatan Ergonomi*. Skripsi : Universitas Brawijaya.
- Oesman, T. I., & dkk. 2011. *Hubungan Faktor Internal dan Eksternal terhadap Kelelahan Kerja melalui Subjective Self*. Yogyakarta: AKPRIND.
- Rahadian, Ishardita, Remba. 2014. *Analisa Beban Kerja dengan Menggunakan Work Sampling dan NASA-TLX untuk Menentukan Jumlah Operator (Studi Kasus: PT XYZ)*. Jurnal. Universitas Brawijaya.
- Sugiono, Putro, W. W., & Sari, S. I. 2018. *Ergonomi untuk pemula*. Malang: UB Press.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sutalaksana, Iftikar Z. 2006. *Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi*. Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.

Tanaka, H., D. M., Kevin, & al, e. 2001. *Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited*. Journal of the American College of Cardiology, Vol.37, h.153.

Tarwaka. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS.

Tarwaka. 2010. *Ergonomi Industri*. Surakarta: Harapan Press.

Undang-Undang Ketenagakerjaan Republik Indonesia Pasal 77 ayat 1. 2003. *Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur* (UU No.13/2003). Jakarta.

Wignjoesebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: GunaWidya.



Lampiran 1 Sampel Data Kehadiran Pekerja UD Sumber Sari (Periode Juli 2020)

Tanggal	Kehadiran Pekerja							Total Pekerja Izin Tidak Masuk Kerja
	1	2	3	4	5	6	7	
1 juli 2020	v	x	x	v	v	v	v	2 orang
2 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
3 juli 2020	v	v	v	v	x	v	v	1 orang
4 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
5 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
6 juli 2020	v	v	v	v	v	v	x	1 orang
7 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
8 juli 2020	v	v	x	v	v	x	v	2 orang
9 juli 2020	v	x	v	x	v	v	x	3 orang
10 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
11 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
12 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
13 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
14 juli 2020	x	x	v	v	x	v	v	3 orang
15 juli 2020	x	v	x	v	v	v	x	3 orang
16 juli 2020	v	v	v	x	x	v	v	2 orang
17 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
18 juli 2020	v	v	v	v	v	x	v	1 orang
19 juli 2020	v	v	v	v	v	x	v	1 orang
20 juli 2020	v	x	v	v	v	x	v	2 orang
21 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
22 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
23 juli 2020	x	v	x	v	v	v	v	2 orang
24 juli 2020	v	v	x	v	v	v	v	1 orang
25 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
26 juli 2020	v	v	v	v	x	v	v	1 orang
27 juli 2020	v	v	v	v	v	v	v	-
28 juli 2020	v	v	v	v	v	x	v	1 orang
29 juli 2020	x	x	v	v	v	v	v	2 orang
30 juli 2020	Libur Hari Raya Idul Adha							
31 juli 2020	Libur Hari Raya Idul Adha							

Sumber: UD Sumber Sari

Keterangan:

v = Hadir

x = Tidak Hadir

Lampiran 2 Data Denyut Nadi Kerja Pekerja UD Sumber Sari

1. Data Denyut Nadi Kerja Hari Pertama

No.	Pekerja	Denyut Nadi saat Kerja (denyut/menit)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	105	101	102	103	105	111	108	109	107	109
2	L2	106	107	110	107	105	106	104	107	111	113
3	L3	117	119	122	119	121	122	119	118	116	120
4	L4	113	115	117	113	115	116	119	114	116	118
5	L5	117	118	115	117	120	118	117	115	121	121
6	L6	113	115	116	118	115	113	116	119	120	118
7	L7	108	109	107	110	113	108	110	111	112	108

2. Data Denyut Nadi Kerja Hari Kedua

No.	Pekerja	Denyut Nadi saat Kerja (denyut/menit)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	103	102	104	105	106	109	106	107	105	107
2	L2	105	106	109	106	104	106	103	106	109	111
3	L3	115	117	122	116	118	120	117	118	115	116
4	L4	111	114	115	113	115	116	119	114	116	115
5	L5	116	119	115	117	121	116	115	113	123	120
6	L6	115	116	119	115	117	113	116	118	120	116
7	L7	107	108	106	112	114	109	111	112	113	110

3. Data Denyut Nadi Kerja Hari Ketiga

No.	Pekerja	Denyut Nadi saat Kerja (denyut/menit)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	104	102	101	104	105	109	105	106	105	106
2	L2	107	108	109	107	106	107	104	108	110	114
3	L3	114	116	119	115	120	121	116	117	119	120
4	L4	110	112	117	114	116	118	120	114	117	117
5	L5	115	116	113	119	122	117	113	112	119	120
6	L6	116	117	120	116	118	113	117	120	121	117
7	L7	108	110	105	107	110	110	112	113	115	109

Lampiran 3 Data Denyut Nadi Istirahat Pekerja UD Sumber Sari

1. Data Denyut Nadi Istirahat Hari Pertama

No.	Pekerja	Denyut Nadi Istirahat (denyut/menit)									
		Sebelum Bekerja					Setelah Bekerja				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	74	76	75	70	73	77	78	76	81	79
2	L2	75	74	75	73	74	77	76	78	77	80
3	L3	73	72	70	75	77	78	79	76	73	73
4	L4	74	71	73	74	72	76	78	80	78	80
5	L5	74	76	73	74	73	74	75	74	75	73
6	L6	80	76	75	76	73	77	74	78	73	73
7	L7	76	74	73	72	74	73	75	72	72	71

2. Data Denyut Nadi Istirahat Hari Kedua

No.	Pekerja	Denyut Nadi Istirahat (denyut/menit)									
		Sebelum Bekerja					Setelah Bekerja				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	75	76	74	72	71	76	77	75	79	78
2	L2	76	73	73	75	72	75	76	74	77	75
3	L3	75	72	70	74	75	78	75	74	72	72
4	L4	72	73	72	74	72	74	76	80	79	78
5	L5	75	76	74	75	73	73	75	77	75	72
6	L6	79	77	77	75	73	76	74	77	73	73
7	L7	76	75	72	70	74	73	75	73	73	71

3. Data Denyut Nadi Istirahat Hari Ketiga

No.	Pekerja	Denyut Nadi Istirahat (denyut/menit)									
		Sebelum Bekerja					Setelah Bekerja				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L1	76	74	75	70	73	77	78	76	80	77
2	L2	75	73	74	75	74	76	75	73	77	73
3	L3	73	71	72	74	73	79	76	75	75	74
4	L4	71	72	73	75	74	76	77	79	77	77
5	L5	74	75	73	74	75	74	75	77	74	73
6	L6	78	76	75	73	71	75	73	76	71	71
7	L7	75	74	72	71	75	74	76	74	73	72

Lampiran 4 Perhitungan Persentase *Cardiovascularload* (CVL)

1. Pekerja 1

Rata-rata DNK = 106 denyut/menit

Rata-rata DNI = 76 denyut/menit

 $DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 189,1$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{106-76}{189,1-76} \times 100\%$$

$$\%CVL = 26,5\%$$

2. Pekerja 2

Rata-rata DNK = 107 denyut/menit

Rata-rata DNI = 77 denyut/menit

 $DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 187$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{107-75}{187-75} \times 100\%$$

$$\%CVL = 28,6\%$$

3. Pekerja 3

Rata-rata DNK = 119 denyut/menit

Rata-rata DNI = 73 denyut/menit

 $DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 186,3$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{119-73}{186,3-73} \times 100\%$$

$$\%CVL = 40,6\%$$

4. Pekerja 4

Rata-rata DNK = 115 denyut/menit

Rata-rata DNI = 76 denyut/menit

 $DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 190,5$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{115-76}{190,5-76} \times 100\%$$

$$\%CVL = 34,6\%$$

5. Pekerja 5

Rata-rata DNK = 118 denyut/menit

Rata-rata DNI = 75 denyut/menit

 $DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 188,4$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{118-75}{188,4-75} \times 100\%$$

$$\%CVL = 37,9\%$$

6. Pekerja 6

Rata-rata DNK = 116 denyut/menit

Rata-rata DNI = 75 denyut/menit

$DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 184,9$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{116-75}{184,9-75} \times 100\%$$

$$\%CVL = 37,3\%$$

7. Pekerja 7

Rata-rata DNK = 110 denyut/menit

Rata-rata DNI = 73 denyut/menit

$DN_{maks} = 208 - (0,7 \times 27) = 189,1$ denyut/menit

$$\%CVL = \frac{110-73}{189,1-73} \times 100\%$$

$$\%CVL = 31,8\%$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 5 Perhitungan Konsumsi Energi

1. Pekerja 1

$$X_t = 106 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 76 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(106) + 4,71733 \times 10^4 (106)^2$$

$$E_t = 5,30 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(76) + 4,71733 \times 10^4 (76)^2$$

$$E_i = 2,72 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 5,30 \text{ KKal/menit} - 2,72 \text{ KKal/menit} = 2,58 \text{ KKal/menit}$$

2. Pekerja 2

$$X_t = 107 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 75 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(107) + 4,71733 \times 10^4 (107)^2$$

$$E_t = 5,40 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(75) + 4,71733 \times 10^4 (75)^2$$

$$E_i = 2,65 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 5,40 \text{ KKal/menit} - 2,65 \text{ KKal/menit} = 2,75 \text{ KKal/menit}$$

3. Pekerja 3

$$X_t = 119 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 73 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(119) + 4,71733 \times 10^4 (119)^2$$

$$E_t = 6,68 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(73) + 4,71733 \times 10^4 (73)^2$$

$$E_i = 2,51 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 6,68 \text{ KKal/menit} - 2,51 \text{ KKal/menit} = 4,17 \text{ KKal/menit}$$

4. Pekerja 4

$$X_t = 115 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 76 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(115) + 4,71733 \times 10^4 (115)^2$$

$$E_t = 6,23 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(76) + 4,71733 \times 10^4 (76)^2$$

$$E_i = 2,72 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 6,23 \text{ KKal/menit} - 2,72 \text{ KKal/menit} = 3,51 \text{ KKal/menit}$$

5. Pekerja 5

$$X_t = 118 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 75 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(118) + 4,71733 \times 10^4 (118)^2$$

$$E_t = 6,57 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(75) + 4,71733 \times 10^4 (75)^2$$

$$E_i = 2,65 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 6,57 \text{ KKal/menit} - 2,65 \text{ KKal/menit} = 3,92 \text{ KKal/menit}$$

6. Pekerja 6

$$X_t = 116 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 75 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(116) + 4,71733 \times 10^4 (116)^2$$

$$E_t = 6,35 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(75) + 4,71733 \times 10^4 (75)^2$$

$$E_i = 2,65 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 6,35 \text{ KKal/menit} - 2,65 \text{ KKal/menit} = 3,7 \text{ KKal/menit}$$

7. Pekerja 7

$$X_t = 110 \text{ denyut/menit}$$

$$X_i = 73 \text{ denyut/menit}$$

$$E_t = 1,80411 - 0,0229038(110) + 4,71733 \times 10^4 (110)^2$$

$$E_t = 5,71 \text{ KKal/menit}$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038(73) + 4,71733 \times 10^4 (73)^2$$

$$E_i = 2,51 \text{ KKal/menit}$$

$$K = 5,71 \text{ KKal/menit} - 2,51 \text{ KKal/menit} = 3,2 \text{ KKal/menit}$$



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)