

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. BIYU IYAS MALELA (BIM) TANJUNG KASAU

DISUSUN OLEH :

BERKAT ADI PUTRA HOMBING

228150022



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 26/6/25

Access From (repository.uma.ac.id)26/6/25

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN
LAPORAN KERJA PRAKTEK DI PABRIK PENGOLAHAN KELAPA
SAWIT

PT. BIYU IYAS MALELA (BIM)

Disetujui Oleh :

Asisten Laboratorium


Eviyanti Panjaitan

Asisten Proses


Suwarto

Diketahui oleh :

PT. Biyu Iyas Malela

Operasional PKS Biyu Iyas Malela

Manajer


Bona Aritonang

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN KERJA PRAKTEK DI PABRIK KELAPA SAWIT
PT. BIYU IYAS MALELA

Oleh :

Berkat Adi Putra Hombing
228150022

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing :

Reakha Zulvatricia, ST, M.Sc
NIDN : 0129119601

Mengetahui :

Koordinator Kerja Praktek

Nukhe Andri Silviana, ST, M.T
NIDN : 0127038802

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN 2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 26/6/25

Access From (repository.uma.ac.id)26/6/25

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek di PT. Biyu iyas malela yang berlokasi di dusun IV, desa tanjung kasau, kecamatan laut tador, kabupaten batu bara, sumatra utara. Penulisan laporan kerja praktek ini adalah salah satu syarat untuk mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.

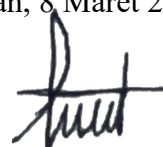
Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng, Supriatno, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ibu Nukhe Andri Silviana, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area
3. Ibu Reakha Zulvatricia, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing
4. Bapak Bona Aritonang, selaku Manager PT. Biyu Iyas Malela yang telah memberikan kesempatan melaksanakan Kerja Praktek.
5. Bapak Suwanto selaku Asisten Proses sekaligus pembimbing Kerja Praktek di PT. Biyu Iyas Malela
6. Seluruh Mandor dan Karyawan di PT. Biyu Iyas Malela yang telah membantu dalam mengamati dan membimbing selama Kerja Praktek berlangsung.
7. Seluruh staf Teknik Universitas Medan Area, yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.
8. Kepada Orang tua yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam segala hal.

Penulis mengharapkan didalam menyusun laporan ini kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang

telah diberikan kepada penulis. Semoga laporan kerja praktek ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca yang memerlukannya.

Medan, 8 Maret 2025



Berkat Adi Putra Sihombing



DAFTAR ISI

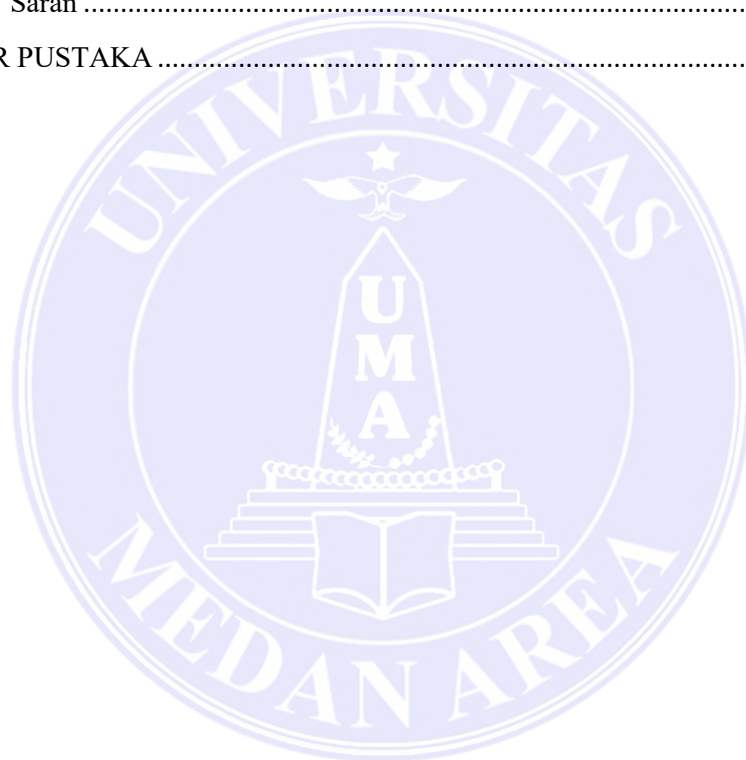
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Kerja Praktek	1
1.2 Tujuan Kerja Praktek	2
1.3 Manfaat Kerja Praktek	2
1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek.....	3
1.5 Metodologi Kerja Praktek.....	3
1.6 Metode Pengumpulan Data	4
1.7 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	5
1.8 Sistematika Penulisan	5
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	6
2.1 Sejarah Singkat PT. BIYU IYAS MALELA	6
2.2 Profil Perusahaan	6
2.3 Visi Dan Misi Perusahaan.....	7
2.4 Struktur Organisasi	7
BAB III PROSES PRODUKSI.....	8
3.1. BAHAN PEMBANTU	9
3.2. TAHAPAN PROSES PRODUKSI.....	9
3.3. STASIUN PENERIMAAN TBS (<i>FFB RECEPTION STATION</i>)	9
3.3.1 Jembatan Timbang.....	9
3.3.2 Grading Tandan Buah Segar (TBS).....	12
3.3.3 <i>Loading Ramp</i>	13
3.4. STASIUN PEREBUSAN	14
3.4.1 Adapun tujuan dari dilakukanya perebusan TBS.....	15
3.4.2 Sistem perebusan.....	16
3.4.3 Pengawasan titik kritis	16
3.4.4 Siklus rebusan	16
3.4.5 Aspek perebusan	17
3.4.6 <i>Scraper Fresh Fruit Bunch</i> (SFFB)	18

3.4.7.	Bejana sterilizer.....	19
3.4.8.	<i>Sterilized Fruit Bunch Conveyor</i>	19
3.5.	STASIUN PEMIPILAN	19
3.5.1.	Thresher	19
3.5.2.	Empty Bunch Conveyor.....	20
3.5.3.	Under Thresher Conveyor.....	20
3.5.4.	Fruit Elevator	21
3.5.5.	Empty Bunch Conveyor.....	21
3.5.6.	Distributing Conveyor.....	21
3.6.	STASIUN KEMPA (PRESAN).....	21
3.6.1.	Digester	22
3.6.2.	Screw Press	23
3.6.3.	Crude Oil Gutter.....	24
3.6.4.	Sand Trap Tank.....	25
3.6.5.	Vibrating Screen	26
3.6.6.	<i>Crude Oil Tank (COT)</i>	26
3.7.	STASIUN PEMURNIAN MINYAK (KLARIFIKASI).....	27
3.7.1.	Continuous Settling Tank.....	27
3.7.2.	Sludge Tank	30
3.7.3.	Buffer Tank.....	31
3.7.4.	Decanter	31
3.7.5.	Light Phase Tank	33
3.7.6.	Oil Tank	33
3.7.7.	Float Tank	34
3.7.8.	Vacum Dryer.....	34
3.7.9.	Fat Pit.....	35
3.7.10.	Recovery Tank	36
3.7.11.	Storage Tank	36
3.8.	STASIUN KERNEL (KERNEL STATION).....	37
3.8.1	<i>Cake Breaker Conveyor (CBC)</i>	38
3.8.2	Depericarper.....	38
3.8.3	Nut Polishing Drum	39
3.8.4	Destoner	40

3.8.5	Nut Silo	40
3.8.6	Ripple Mill	41
3.8.7	Cracked Mixture Conveyor.....	43
3.8.8	Cracked Mixture Elevator.....	44
3.8.9	LTDS I (<i>Light Tenera Dust Separator</i>)	44
3.8.10	LTDS II (<i>Light Tenera Dust Separator</i>)	45
3.8.11	Claybath	46
3.8.12	Kernel Silo	47
3.9.13	Kernel Bunker.....	48
3.9.	Stasiun Pengolahan Air (<i>Water Treatment</i>)	49
3.9.1.	Sistem Pengolahan Air.....	51
3.9.2.	Waduk I & II	51
3.9.3.	Water Tank I	52
3.9.4.	Reservoir Pump.....	52
3.9.5.	Clarifier Tank.....	53
3.9.6.	Water Basin.....	53
3.9.7.	Sand Filter.....	54
3.9.8.	Water Tank II	54
3.9.9.	Carbon Filter	54
3.9.10.	Softener Tank.....	55
3.9.11.	<i>Reverse Osmosis</i> (RO).....	55
3.9.12.	Feed Water Tank.....	56
3.9.13.	Dearator Tank	56
3.10.	Stasiun Boiler.....	57
3.10.1.	Boiler.....	57
3.11.	Stasiun Kamar mesin (<i>Engine Room</i>)	63
3.11.1	Turbin.....	63
3.11.2	Genset (<i>Generator Set</i>)	64
3.11.3	<i>Back Pressure Vessel</i> (BPV).....	66
3.12.	Laboratorium.....	67
3.12.1.	Quality Palm CPO & Kernel.....	67
3.12.2.	Analisa Kadar Minyak Pada Sample.....	71
3.12.3.	Analisa Kadar Minyak Pada Centrifuge	73

3.13.	Pengolahan Limbah Cair.....	74
3.13.1.	Cooling Pond (Kolam 1).....	75
3.13.2.	Acid Pond (Kolam 2)	75
3.13.3.	Netralizing Pond	76
3.13.4.	Anaerobic Pond (Kolam 4-5).....	76
3.13.5.	Fakultatif Pond.....	77
3.13.6.	Aerobic Pond (Kolam 6-8).....	77
3.13.7.	Final Pond (Kolam 10).....	78
BAB IV TUGAS KHUSUS.....		79
4.1	Pendahuluan.....	79
4.1.1	Latar Belakang Masalah.....	79
4.1.2	Perumusan masalah.....	80
4.1.3	Batasan Masalah	81
4.1.4	Asumsi-asumsi yang digunakan.....	81
4.1.5	Tujuan Penelitian	81
4.1.6	Manfaat Penelitian	81
4.2	Landasan Teori.....	82
4.2.1	Defenisi Ergonomi	82
4.2.2	Prinsip-Prinsip Ergonomi.....	83
4.2.3	Postur	84
4.2.4	REBA (<i>Rapid Entire Body Assessment</i>)	85
4.2.5	Pengembangan dari percobaan metode REBA adalah	86
4.2.6	Tujuan Pengembangan REBA.....	86
4.2.7	Keuntungan Penggunaan REBA	87
4.2.8	Keterbatasan Penggunaan REBA.....	88
4.2.9	RULA.....	89
4.2.10	Manfaat RULA:.....	89
4.2.11	Tujuan Metode RULA	89
4.2.12	Keterbatasan RULA:.....	90
4.3	Pengolahan Data	90
4.3.1	Penilaian postur REBA	90
4.3.2	Penilaian Postur Tubuh REBA Grup A.....	91
4.3.3	Penilaian Postur Tubuh REBA Grup B	95

4.3.4	Penilaian Postur RULA.....	97
4.3.5	Analisis Postur Kerja Dengan Pendekatan Metode Reba.....	99
4.3.6	Analisi postur kerja dengan pendekatan RULA.....	101
4.3.7	Perbandingan Postur Kerja Dengan Pendekatan REBA Dan RULA.....	103
4.3.8	Perbaikan Postur Oprator Pengangkut TBS menggunakan REBA	104
4.3.9	Perbaikan postur Oprator Pengangkut TBS menggunakan RULA	105
4.3.10	Analisi dan pembahasan.....	106
BAB V PENUTUP		107
5.1	Kesimpulan	107
5.2	Saran	107
DAFTAR PUSTAKA		108



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Jembatan Timbang	11
Gambar 3. 2 Loading Ramp	14
Gambar 3. 3 Sterilizer	15
Gambar 3. 4 Thresher	20
Gambar 3. 5 Fruit Elevator.....	21
Gambar 3. 6 Stasiun Kempa.....	22
Gambar 3. 7 Screw Press	23
Gambar 3. 8 Oil Gutter.....	25
Gambar 3. 9 Sand Trap Tank	26
Gambar 3. 10 Vibrating Screen.....	26
Gambar 3. 11 Crude Oil Tank.....	27
Gambar 3. 12 Continuous Setting Tank	27
Gambar 3. 13 Sludge Tank.....	31
Gambar 3. 14 Buffer Tank	31
Gambar 3. 15 Decanter	33
Gambar 3. 16 Light Phase Tank.....	33
Gambar 3. 17 Oil Tank.....	34
Gambar 3. 18 Float Tank	34
Gambar 3. 19 Vacum Dryer	35
Gambar 3. 20 Fat Pit	36
Gambar 3. 21 Recovery Tank	36
Gambar 3. 22 Storage Tank	37
Gambar 3. 23 Cake Breaker Conveyor	38
Gambar 3. 24 Depericarper	39
Gambar 3. 25 Nut Polishing Drum	40
Gambar 3. 26 Nut Silo	40
Gambar 3. 27 Ripple Mill	43
Gambar 3. 28 Lids I & II	46
Gambar 3. 29 Claybath	47
Gambar 3. 30 Kernel Silo.....	48
Gambar 3. 31 . Kernel Bunker	49
Gambar 3. 32 Sekema Pengolahan Air	51
Gambar 3. 33 Waduk	52
Gambar 3. 34 Water Tank 1 & 2.....	52
Gambar 3. 35 Reservoir Pump	53
Gambar 3. 36 Clarifier Tank	53
Gambar 3. 37 Water Basin	54
Gambar 3. 38 Sand Filter	54
Gambar 3. 39 Carbon Filter	55
Gambar 3. 40 Softener Tank	55
Gambar 3. 41 Reverse Osmosis	56

Gambar 3. 42 Feed Water Tank	56
Gambar 3. 43 Dearator	57
Gambar 3. 44 Boiler	57
Gambar 3. 45 Turbin	64
Gambar 3. 46 Genset	65
Gambar 3. 47 Skema Bpv	66
Gambar 3. 48 Back Pressure Vessel	67
Gambar 3. 49 Moisture Analyzer Cpo	69
Gambar 3. 50 Metode Soxhlet	73
Gambar 3. 51 Centrifuge	74
Gambar 3. 52 Denah Kolam Limbah	74
Gambar 3. 53 Cooling Pond	75
Gambar 3. 54 Acid Pond	76
Gambar 3. 55 Netralizing Pond	76
Gambar 3. 56 Anaerobic Pond	77
Gambar 3. 57 Falkutatif Pond	77
Gambar 3. 58 . Aerobic Pond	78
Gambar 3. 59 Final Pond	78
<u>Gambar 4. 1 Postur Tubuh Saat Mengangkat Beban</u>	<u>85</u>
<u>Gambar 4. 2 Postur Tubuh Bagian Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)</u>	<u>91</u>
<u>Gambar 4. 3 Postur Tubuh Bagian Leher (<i>Nec</i>)</u>	<u>92</u>
<u>Gambar 4. 4 Postur Tubuh Bagian Kaki (<i>Legs</i>)</u>	<u>93</u>
<u>Gambar 4. 5 Postur Tubuh Bagian Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)</u>	<u>95</u>
<u>Gambar 4. 6 Postur Pergelangan Tangan</u>	<u>95</u>
<u>Gambar 4. 7 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)</u>	<u>96</u>
<u>Gambar 4. 8 Lembar Penilaian Reba</u>	<u>97</u>

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Grading Tbs.....	12
Tabel 3. 2 Kode Sistem Perebusan.....	16
Tabel 4. 1 Nilai Risiko Metode Reba.....	91
Tabel 4. 2 Sekor Bagian Batang Tubuh (<i>Trunk</i>).....	92
Tabel 4. 3 Skor Bagian Kaki (<i>Legs</i>).....	92
Tabel 4. 4 Skor Bagian Kaki (<i>Legs</i>).....	93
Tabel 4. 5 Skor Grup A Reba.....	94
Tabel 4. 6 Skor Batang Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>).....	95
Tabel 4. 7 Skor Bagian Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>).....	96
Tabel 4. 8 Skor Grup B Reba.....	96
Tabel 4. 9 Interp Retasi Skor Rula.....	98



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktek

Dalam industri perkebunan kelapa sawit, efisiensi dan keselamatan kerja menjadi faktor utama yang menentukan produktivitas tenaga kerja. Salah satu disiplin ilmu yang berperan dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja adalah Teknik Industri, yang berfokus pada optimalisasi sistem kerja manusia, mesin, dan lingkungan kerja. Dalam proses produksi, aktivitas pengangkutan buah sawit merupakan salah satu tahap penting yang banyak melibatkan tenaga manusia, seperti mengangkat, memindahkan, dan mengangkut tandan buah segar (TBS). Aktivitas ini sering kali dilakukan dalam kondisi kerja yang menuntut postur tubuh yang tidak ergonomis, yang dapat berisiko menyebabkan gangguan muskuloskeletal.

PT Biyu Iyas Malela sebagai salah satu perusahaan di sektor pengolahan kelapa sawit memiliki operator pengangkutan buah yang berperan penting dalam kelancaran produksi. Namun, beban kerja fisik yang tinggi dapat berdampak pada kesehatan dan kenyamanan pekerja. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap postur kerja para operator guna mengidentifikasi potensi risiko ergonomi yang dapat menyebabkan cedera atau gangguan kesehatan jangka panjang.

Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* merupakan metode yang umum digunakan dalam evaluasi postur kerja untuk menilai tingkat risiko ergonomi pada pekerja. Dengan metode ini, dapat dilakukan identifikasi postur tubuh yang berisiko serta rekomendasi perbaikan guna meningkatkan kenyamanan dan efisiensi kerja.

Berdasarkan hal tersebut, kerja praktek ini dilakukan untuk menganalisis postur kerja operator pengangkutan buah di PT Biyu Iyas Malela dengan menggunakan metode RULA dan REBA. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan postur kerja yang lebih ergonomis, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan pekerja dan efisiensi operasional perusahaan.

1.2 Tujuan Kerja Praktek

Dalam pelaksanaan Kerja Praktek pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area memiliki tujuan:

1. Menerapkan pengetahuan mata kuliah ke dalam pengalaman nyata.
2. Mengetahui perbedaan antara penerapan teori dan pengalaman kerja nyata yang sesungguhnya.
3. Menyelesaikan salah satu tugas pada kurikulum yang ada pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Mengenal dan memahami keadaan di lapangan secara langsung, khususnya dibagian produksi.
5. Sebagai dasar penyusunan laporan kerja praktek.

1.3 Manfaat Kerja Praktek

Adapun manfaat kerja praktek adalah :

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Dapat mengaplikasikan teori-teori yang diperoleh pada saat perkuliahan dengan praktek di lapangan.
 - b. Memperoleh kesempatan untuk melatih keterampilan dalam melakukan pekerjaan dan pengaturan di lapangan.
2. Bagi Universitas
 - a. Menjalin kerja sama antara perusahaan dengan Universitas Medan Area.
 - b. Memperluas pengenalan Program Studi Teknik Industri sebagai ilmu terapan yang sangat bermanfaat bagi perusahaan.
3. Bagi Perusahaan
 - a. Hasil kerja praktek dapat dijadikan sebagai bahan masukan dalam meninjau kembali cara melakukan kerja yang ada di PT. Biyu Iyas Malela (BIM).
 - b. Dapat mengetahui perkembangan ilmu pengetahuan yang ada di Perguruan Tinggi khususnya Program Studi Teknik Industri sehingga menjadi tolak ukur bagi perusahaan untuk pengembangan kedepannya.
 - c. Sebagai wadah bagi perusahaan untuk menciptakan citra yang positif bagi masyarakat.

1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek

Adapun ruang lingkup kerja praktek sebagai berikut:

1. Setiap mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan harus melakukan kerja praktek pada perusahaan, pemerintahan atau swasta.
2. Kerja praktek dilakukan pada PT. Biyu Iyas Malela (BIM). yang bergerak dalam bidang industri ekstraksi minyak kelapa sawit.
3. Kerja praktek ini meliputi bidang-bidang yang berkaitan dengan disiplin ilmu Teknik Industri, antara lain:
 - a. Organisasi dan manajemen.
 - b. Teknologi
 - c. Proses produksi.
 - d. Analisa postur kerja oprator pengangkut buah
4. Kerja praktek ini harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut:
 - a. Latihan kerja yang bertanggung jawab terhadap pekerjaan, serta dengan para pekerja dalam perusahaan yang bersangkutan.
 - b. Mengajukan usulan-usulan perbaikan seperlunya dari sistem kerja atau proses yang selanjutnya dimuat dalam berupa laporan.

1.5 Metodologi Kerja Praktek

Prosedur yang dilaksanakan dalam kerja praktek meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan
Mempersiapkan hal-hal yang penting untuk kegiatan penelitian antara lain:
 - a. Pemilihan perusahaan tempat kerja praktek.
 - b. Pengenalan perusahaan baik melalui secara langsung ke tempat perusahaan ataupun melalui internet.
 - c. Permohonan kerja praktek kepada Progran Studi Teknik Industri dan perusahaan.
 - d. Konsultasi dengan koordinator kerja praktek dan dosen pembimbing.
 - e. Penyusunan laporan.
 - f. Pengajuan laporan kepada ketua program studi Teknik Industri dan Perusahaan

2. Studi Literatur

Mempelajari buku-buku karya ilmiah, jurnal, dan referensi lainnya yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi perusahaan.

3. Peninjauan Lapangan

Melakukan pemeriksaan langsung di lokasi untuk mengumpulkan data dan mendapatkan informasi secara langsung dengan melakukan pengamatan, wawancara, dan pengukuran langsung untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang suatu masalah yang akan diteliti.

4. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data yang ada di lapangan untuk digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian.

5. Analisis Dan Evaluasi

Melakukan pengkajian data yang telah dikumpulkan dengan metode yang telah ditetapkan.

6. Membuat Draft Laporan Kerja Praktek

Menulis draft kerja praktek yang berhubungan dengan data yang diperoleh dari perusahaan.

7. Asistensi

Laporan yang telah dibuat dilakukan asistensi kepada dosen pembimbing.

8. Penulisan Laporan Kerja Praktek

Laporan yang telah dibuat dan diasistensi oleh dosen pembimbing diketik rapi dan dijilid.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian kerja praktek dibutuhkan data dan informasi untuk kepentingan berjalannya kerja praktek tersebut. Untuk itu pemilihan metode bergantung pada tujuan penelitian, jenis data yang dibutuhkan, dan sumber informasi yang tersedia. Berikut beberapa cara yang dapat dilakukan dalam pengumpulan data dan informasi di perusahaan:

1. Melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian.
2. Melihat laporan administrasi serta catatan-catatan perusahaan yang berhubungan dengan data-data yang dibutuhkan.

3. Melakukan wawancara untuk mendapatkan informasi secara mendalam, memahami dan mengetahui pandangan, pengalaman, serta pengetahuan mereka terkait topik penelitian yang dilakukan di perusahaan tersebut.

1.7 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan Kerja Praktek dilaksanakan pada tanggal 03 Februari 2025 sampai dengan 03 Maret 2025.
2. Tempat Penelitian dilaksanakan di PT Biyu Iyas Malela yang berlokasi di Perkebunan Tj.Kasau, Kec Sei Suka, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara.

1.8 Sistematika Penulisan

Laporan kerja praktek ini dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, tujuan kerja praktek, manfaat kerja praktek, batasan masalah, tahapan kerja praktek, waktu dan tempat pelaksanaan serta sistematika penulisan.

BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Menguraikan secara singkat gambaran perusahaan secara umum meliputi sejarah perusahaan, Profil Perusahaan, Visi dan Misi Perusahaan, lokasi perusahaan, struktur organisasi dan manajemen.

BAB III PROSES PRODUKSI

Menguraikan tentang uraian proses produksi dan teknologi yang digunakan untuk proses produksi dari awal sampai akhir proses produksi coklat di PT.Biyu Iyas Malela.

BAB IV TUGAS KHUSUS

Fokus kajian adalah “Analisis postur kerja oprator pengangkut buah di PT Biyu Iyas Malela dengan metode Rula Reba”.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan tentang kesimpulan dari pembahasan laporan kerja praktek di PT. PT Biyu Iyas Malela.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Singkat PT. BIYU IYAS MALELA

PT. Biyu Iyas Malela (BIM) merupakan badan usaha yang bergerak di bidang usaha Perdagangan, Industri, Pertanian, Jasa dan Angkutan, berdasarkan akte No. 197 tanggal 20 September 2012. Saat ini PT. Biyu Iyas Malela telah mendirikan Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) dengan kapasitas 20 ton TBS/jam yang berlokasi di desa Tanjung Kasau, Kecamatan Laut Tador, Kabupaten Batu Bara, Provinsi Sumatera Utara.

Bahan baku kelapa sawit diperoleh dari perkebunan rakyat setempat dan bekerjasama dengan supplier/pengepul TBS (Tandan Buah Segar) yang ada di daerah Kabupaten Batu Bara dan sekitarnya.

Pabrik telah beroperasi sejak tanggal 21 November 2019, dalam pengoperasian pabrik didukung oleh tenaga kerja yang direkrut dari masyarakat daerah setempat dengan diberikan pelatihan terlebih dahulu. Pelatihan-pelatihan kerja pada karyawan juga dilaksanakan dengan mengirimkan karyawan ke instansi-instansi terkait guna meningkatkan potensi dan kualitas kerja karyawan. Produk yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit PT. Biyu Iyas Malela yaitu *Cruide Palm Oil* (CPO), *Palm Kernel* (PK) yang pemasarannya meliputi provinsi Sumatera Utara.

PT. Biyu Iyas Malela terletak di Jl. Lintas Sei Langge dusun IV desa Tanjung Kasau, kecamatan Laut Tador, kabupaten Batu Bara, Sumatra Utara dengan letak geografis Latitude 3°16'49,66" dan Longitude 99°17'20,13".

2.2 Profil Perusahaan

Nama Perusahaan	: PT. Biyu Iyas Malela
Alamat Perusahaan	: Jl. Lintas Sei Langge Tanjung Kasau
No Telepon/Fax	:
Nama Unit Usaha	: Biyu Iyas Malela (BIM)
Alamat Unit Usaha	: jln Lintas Sei Langge, Dusun IV Tanjung Kasau, Kec Laut Tador, Kabupaten Batubara, Provinsi Sumatera Utara.
No Telepon	:
SK AMDAL disetujui	: 503/002/IPLCDPM-PPTSP/V/2020

Penanggung Jawab :
Izin AMDAL : Izin pembuangan limbah cair

2.3 Visi Dan Misi Perusahaan

a. Visi

Menjadi Perusahaan professional dan menciptakan industri ramah lingkungan dimasa depan

b. Misi

Memperoleh keuntungan maksimal melalui pengembangan industri minyak sawit yang ramah lingkungan bersama dengan masyarakat sekitar.

2.4 Struktur Organisasi

Sebuah perusahaan tidak akan terlepas dari struktur organisasi, karena struktur organisasi merupakan induk dari system kerja sebuah perusahaan. Dengan adanya struktur organisasi yang jelas maka pengembangan suatu usaha akan lebih terarah dan optimal. Dengan struktur organisasi yang baik, maka pembagian tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan akan terlaksana dengan baik.

BAB III

PROSES PRODUKSI

Klaspasawit pada dasarnya menghasilkan dua jenis minyak, yaitu minyak inti sawit yang dikenal sebagai PKO, dan minyak CPO yang berasal dari daging buah klaspasawit. Minyak sawit mentah atau CPO merupakan bahan yang multifungsi yang dapat diproses menjadi beragam produk melalui langkah-langkah tertentu.

Dalam industri makanan, CPO diolah menjadi minyak goreng atau dipisahkan melalui fraksinasi menjadi palm olein cair untuk minyak goreng berkualitas tinggi dan palm stearin padat untuk margarin, shortening, atau bahan roti dan kue. CPO juga diubah menjadi lemak padat untuk digunakan dalam produk seperti cokelat, es krim, atau krim non-susu, serta sebagai bahan makanan sehat tanpa lemak trans. Di luar sektor makanan, minyak kelapa sawit digunakan sebagai biodiesel dengan proses transesterifikasi, diubah menjadi bahan kimia nabati seperti asam lemak dan gliserin yang digunakan dalam pembuatan sabun, deterjen, kosmetik, serta ester metil untuk pelumas dan lilin. Selain itu, produk turunan khusus seperti pengganti mentega kakao dan lemak untuk formula susu bayi juga berasal dari CPO.

Limbah pengolahannya juga tidak disia-siakan, misalnya bungkil inti sawit yang digunakan sebagai pakan ternak, biomassa untuk energi, atau biogas dari limbah cair POME. Langkah utama dalam pengolahan termasuk pemurnian, fraksinasi, hidrogenasi, dan transesterifikasi. Meskipun memiliki manfaat yang luas, industri CPO sering kali mendapat kritik karena dampak lingkungan seperti deforestasi, sehingga sertifikasi berkelanjutan semakin didorong untuk menjamin produksi yang ramah ekosistem.

Bahan baku untuk mendapatkan CPO adalah buah kelapa sawit yang di hasilkan dari pohon klaspasawit (*Elaeis guineensi*). Buah ini tumbuh dalam bentuk tandan buah segar (TBS). Setiap tandan terdiri dari ratusan buah kecil berwarna merah-oranye ketika matang. Bagian buah kelapa sawit yang menjadi sumber CPO adalah *mesokarp* (daging buah) yang mengandung minyak mentah tinggi (45-50% minyak).

3.1. BAHAN PEMBANTU

1. AIR

Memiliki peran penting dalam proses produksi yang mana air akan di gunakan menjadi uap yang akan di alirkan ke proses yang membutuhkan uap

2. Steam (Uap)

Steam memegang peranan sangat penting dalam pabrik kelapa sawit. Karena sebagian dari proses produksi menggunakan tenaga steam. Steam disupply dari boiler lalu didistribusikan ke stasiun yang membutuhkan steam.

3.2. TAHAPAN PROSES PRODUKSI

Proses produksi berlangsung secara bertahap melalui delapan stasiun yang berbeda, antara lain stasiun penerimaan TBS, stasiun perebusan, stasiun pemipilan, stasiun penpengepresan, stasiun pemurnian minyak, stasiun kernel, stasiun pengolahan air, stasiun boiler, stasiun kamar mesin, dan laboratorium.

3.3. STASIUN PENERIMAAN TBS (*FFB RECEPTION STATION*)

Stasiun penerimaan buah membutuhkan pemantauan yang intensif karena merupakan titik awal dalam pemilihan bahan baku yang akan diolah, yang akan berpengaruh pada potensi minyak yang dihasilkan dari bahan baku tersebut, dengan mempertimbangkan tingkat kematangan fraksi dan kondisi fisik buah, serta berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara TBS sebelum proses perebusan.

3.3.1 Jembatan Timbang

Jembatan timbang merupakan alat yang sangat penting dalam operasional Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Alat ini berperan sebagai bagian terdepan dalam pencatatan data kuantitas, baik untuk bahan baku yang masuk maupun produk yang dihasilkan dan keluar dari pabrik.

Fungsi utama jembatan timbang adalah menimbang truk guna mengetahui tonase Tandan Buah Segar (TBS) yang masuk ke pabrik, serta tonase *Crude Palm Oil* (CPO), kernel, dan janjang kosong yang dibawa keluar.

Di PKS PT. BIM, terdapat satu unit jembatan timbang dengan kapasitas maksimal 50 ton. Adapun fungsi utama jembatan timbang adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui jumlah berat TBS yang masuk.
- b. Mengetahui jumlah hasil olah TBS dan hasil produksi (CPO dan Kernel) yang keluar PKS.
- c. Menimbang barang barang yang masuk dan keluar dari pabrik.

Prosedur Operasi :

1. Pengaturan Antrian

Petugas keamanan akan mengecek urutan supplier yang masuk dengan mendata nomor plat dari kendaraan tersebut secara urut.

2. Administrasi

Memeriksa nomor kendaraan, mengisi surat registrasi asal buah dan mengisi tanda tangan supir sebagai surat pengantar TBS yang Dimana sebagai bon faktur tonase buah yang akan ditotalkan pada hasil akhir truk kosong.

3. Pengoperasian Jembatan Timbang Pada pengoperasian jembatan timbang perlu diperhatikan beberapa hal yang akan berpengaruh pada hasil penimbangan yaitu :

- a. Kondisi ruangan dan lingkungan jembatan timbang harus bersih.
- b. Mengecek kondisi computer dan indicator tonase.
- c. Indikator menunjukkan angka “0” pada beban kosong.
- d. Mobil diparkirkan pada posisi center pada bagian timbangan untuk melakukan penimbangan.
- e. Mencatat dengan teliti angka hasil penimbangan.

4. Administrasi Penimbangan

- a. Sebelum proses penimbangan sopir harus mengantri urutan penimbangan sesuai urutan kedatangan truk yang diatur petugas keamanan.
- b. Petugas timbangan menimbang truk beserta muatan untuk mengetahui berat brutto. Selanjutnya truk menuju ke loading ramp dengan

membawa SP TBS untuk melakukan pembongkaran dan penyortiran TBS.

- c. Setelah selesai pembongkaran TBS supir truk akan mendapatkan slip grading, kemudian truk menuju ke timbangan untuk melakukan proses penimbangan kedua agar diperoleh berat netto.
- d. Setelah sampai di timbangan supir truk menyerahkan slip grading dan SP TBS kepada petugas timbangan. Petugas timbangan akan menghitung berat netto dikurangi dengan potongan yang terdapat pada slip grading.
- e. Petugas timbangan setelah melakukan proses penimbangan membuat print out 2 (dua) rangkap dan menyerahkan kembali ke supir.

Untuk setiap mobil yang masuk ke timbangan dilakukan pencatatan dalam buku jurnal laporan. Setelah timbangan di tutup petugas timbangan mem-print out keseluruhan hasil penimbangan TBS yang masuk dan dibuat rekapitulasinya sesuai sumber asal TBS dan dilaporkan Manager Pabrik. Berikut pengendalian proses atau perawatan yang harus dilakukan yaitu.

- a. Brondolan atau jangjang yang jatuh pada platform dan sekitarnya harus dibersihkan.
- b. Setiap pagi platform harus dibersihkan dari benda asing dan kotoran yang ada
- c. Kalibrasi timbangan secara rutin agar memastikan performa timbangan berfungsi dengan baik tanpa kendala



Gambar 3. 1 Jembatan Timbang

3.3.2. Grading Tandan Buah Segar (TBS)

Grading Tandan Buah Segar (TBS) adalah proses penentuan kualitas TBS yang masuk ke Pabrik Kelapa Sawit. Tujuan utama dari grading adalah untuk mengevaluasi kondisi buah sebelum diolah, sehingga dapat memperkirakan kualitas hasil produksi, menentukan metode perebusan yang tepat, serta menyortir buah yang tidak memenuhi kriteria. Proses grading biasanya dilakukan di area avron, yaitu tempat di mana truk diparkir untuk menumpahkan TBS ke dalam kompartemen loading ramp.

Grading dilakukan oleh petugas grading atau sortasi dengan memperhatikan hal hal sebagai berikut :

- a. Areal loading ramp dibersihkan dari segala sampah-sampah setiap hari. dan buanglah sampah pada tempat yang telah ditentukan.
- b. Brondolan dan janjangan yang berserakan dilantai loading ramp dikutip dan dimasukkan pada lantai miring atau feron.
- c. Tandan Buah Segar yang sudah disortir segera dimasukkan kedalam feron agar segera diproses.

Kriteria grading yang diinginkan yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Grading TBS

No	Uraian	Kriteria	Keterangan
1.	Buah masak	Membrondol >10	Diterima
2.	Buah mentah	Membrondol <10	Tidak diterima
3.	Tangkai panjang	Cangkang kodok	Diterima
4.	Tandan kosong	Tandan membrondol >75%	Tidak diterima
5.	Tandan kecil tapi masak sesuai kriteria poin 1	Berat tandannya < 5 kg Berat tandan > 6 kg	Tidak diterima Diterima

Hasil rekap grading digunakan sebagai acuan untuk membandingkan kualitas produk yang diperoleh. Sebagai contoh, jika rendemen CPO menurun, salah satu kemungkinan penyebabnya adalah banyaknya buah mentah yang diolah,

sebagaimana teridentifikasi dalam proses grading. Selain itu, data ini juga berfungsi sebagai umpan balik bagi pemasok mengenai mutu buah yang mereka kirimkan serta sebagai catatan persentase buah dura dan tenera.

3.3.3. Loading Ramp

Setelah disortasi, Tandan Buah Segar (TBS) dibawa ke loading ramp dan dituangkan ke lantai veron, yang memiliki kemiringan 37°. Kemiringan ini mempermudah pengisian setiap pintu loading ramp, dengan bantuan wheel loader sebagai pendorong TBS.

TBS yang akan diolah dimasukkan ke dalam *Fresh Fruit Bunch* (FFB) dengan membuka pintu loading ramp, yang dikendalikan oleh sistem hidrolik. Pintu loading ramp dirancang miring agar TBS dapat masuk ke dalam FFB dengan lebih mudah.

PT. Biyu Iyas Malela memiliki 2 veron loading ramp dengan jumlah pintu hydraulic sebanyak 14 pintu. Loading ramp memiliki beberapa fungsi, yaitu:

- a. Sebagai tempat penampungan sementara TBS sebelum diolah.
- b. Untuk mempermudah proses pengisian TBS ke FFB.
- c. Untuk menjamin kontinuitas pengolahan dengan sistem FIFO.

Prosedur operasi:

1. Administrasi loading ramp

Sesampainya di loading ramp supir truk melaporkan dan menyerahkan SP TBS ke petugas sortasi untuk dilakukan pencatatan.

2. Sortasi

Sortasi dilakukan oleh petugas sortasi yang berpengalaman dan diawasi oleh pengawas sortasi. Pelaksanaan sortasi dilakukan dengan menurunkan TBS dari truk ke lantai avron.. Adapun tujuan dari sortasi adalah untuk mensortir buah yang akan diolah sehingga dapat diperkirakan kualitas hasil yang akan didapat, proses perebusan bagaimana yang akan dilakukan, dan menyortir buah yang diluar kriteria

Pengendalian Proses:

Untuk menghindari adanya brondolan maupun janjangan yang tergilas oleh kendaraan maka sebelum truk melakukan pembongkaran seluruh lantai loading ramp harus dibersihkan dari brondolan ataupun janjangan. Sortasi buah dilakukan dekat ramp hopper agar saat disorong dengan loader tidak banyak yang tergilas dan memar. Berikut beberapa pengendalian Proses yang dilakukan yaitu :

- a. Loading Ramp harus dibersihkan atas dan bawah, termasuk saluran dari sampah dan brondolan.
- b. Diperiksa seluruh pintu hidrolik apakah bekerja dengan baik atau tidak.
- c. Pengisian dilakukan agar secara berurutan dari satu compartment ke compartment berikutnya agar sistem FIFO dapat diterapkan
- d. Kutip janjangan dan brondolan yang jatuh kebawah lantai scrapper.
- e. Pada saat pengisian pastikan umpan yang masuk terkontrol atau tidak terlalu banyak, agar tidak terjadi kesalahan yang tidak diinginkan dikarenakan umpan yang dikirim terlalu banyak sehingga menyebabkan buah yang tersangkut, chain yang patah, dan juga electromotor yang bekerja melebihi standar beban.
- f. Pastikan setelah pengisian atau veron telah kosong pintu hidrolik ditutup kembali dengan rapat agar saat pengisian kembali tidak keluar.



Gambar 3. 2 Loading Ramp

3.4. STASIUN PEREBUSAN

Perebusan dilakukan dengan bejana sterilizer pada kondisi dan cycle tertentu sehingga dapat berlangsung sempurna dan efisien. Pada dasarnya dalam satu cycle proses perebusan terdiri dari empat tahapberikut:

1. Tahap deaerasi.
2. Tahap kenaikan steam.
3. Tahap penahanan steam.
4. Tahap pembuangan steam dan condensate



Gambar 3. 3 Sterilizer

3.4.1. Adapun tujuan dari dilakukanya perebusan TBS

1. Menonaktifkan enzim lipase yang bertindak sebagai katalisator dalam pembentukan asam lemak bebas (FFA) dan enzim oksidase yang berperan dalam pembentukan peroksida. Kemudian, berubah menjadi gugus aldehid dan keton di mana bila senyawa tersebut teroksidasi akan terbentuk asam lemak bebas. Enzim ini hancur di daging buah, pada temperatur 530°C karena pada temperatur ini Enzim tidak aktif.
2. Memudahkan buah lepas dari tandannya sehingga jumlah brondolan yang diperoleh pada proses pemipilan maksimal
3. Melunakkan daging buah sehingga nut mudah dipisahkan dari serat pericarp selama pengadukan di digester. Selanjutnya, dipisahkan dengan sempurna di depericarper coloump
4. Membantu proses pelepasan inti dari cangkang di stasiun inti. Perebusan yang sempurna akan menurunkan kadar air biji hingga 19-20% sehingga inti menyusut, sedangkan cangkang tetap, inti akan mudah lepas dari cangkang.

3.4.2. Sistem perebusan

Sistem perebusan yang lajim digunakan di pabrik kelapa sawit adalah single peak, double peak, dan tripple peak. Pemilihan sitem perebusan di sesuaikan dengan kapasitas boiler yang tersedia agar tujuan perebusan dapat tercapai.

Tabel 3. 2 Kode Sistem Perebusan

No	KODE	KETERANGAN	MENIT	TEKANAN Kg/Cm3
1	A	Pemanasan kembali TBS restan hari sebelumnya yang telah dimasukan	10-15	1-1.5
2	B	Buka / tutup pintu	20-25	0
3	C	Puncak tekanan pertama	15	1.3-1.5
4	E	Rata-rata punvak tekana ketiga	55	2.8-3.0
5	X	Interval waktu antar siklus	10-15	0

3.4.3. Pengawasan titik kritis

Pengawasan titik kritis dalam proses perebusan ialah sebagai berikut:

1. Tekanan steam perebusan pada puncak kedua minimal 2,5Kg/cm².
2. Saat beroperasi pintu harus tertutup minimal 75% dari lock ring.
3. Saluran pembuangan condensate harus lancar.
4. Bila dalam keadaan darurat kerangan inlet dan outlet harus dapat dioprasikan.

3.4.4. Siklus rebusan

1. waktu pengisian rebusan adalah ± 25 menit.
 2. Waktu rebusan adalah maximum ± 85 menit
 3. Waktu pengeluaran TBS maximum ± 40 menit
- Total waktu ± 150 menit

Dengan demikian diharapkan kapasitas bisa mencapai target dengan tersebut adalah

$$\frac{3 \text{ Rebusan} \times 20 \text{ ton}}{150 \text{ menit}} \times 60 \text{ menit} \\ = 24 \text{ ton/jam}$$

3.4.5. Aspek perebusan

Beberapa aspek yang mempengaruhi efektifitas perebusanvsebagai berikut:

1. Tekanan uap

Dalam satu siklus perebusan, bila tekanan uap dapat mencapai 3 Kg/cm² dan bertahan dalam waktu 30 menit pada peak kedua dan tiga akan memberikan hasil yang memuaskan

2. Pembuangan udara dari sterilizer

Udara merupakan penghantar panas yang lambat sehingga akan menurunkan tekanan di dalam perebusan. Udara yang ada di dalam bejana sterilizer harus dibuang dengan cara pengusiran oleh uap. Cara tersebut disebut deaerasi. Deaerasi dilakukan selain untuk pembuangan udara di dalam sterilize, juga untuk pengusiran udara yang berada didalam TBS melalui penetrasi panas steam ke dalam jaringan buah atau difusi. Deaerasi dilaksanakan saat dimulainya perebusan TBS dengan cara memasukan uap dari bagian atas bejana rebusan dan melanjutkan dari dasar bejana. Steam dimasukan dari bagian atas rebusan melalui pipa pemasukan yang dilengkapi dengan steam distributor dengan maksud agar penyebaran tekanan steam merata ke semua bagian

3. Pembuangan condensate

Pada proses perebusan, steam yang digunakan akan terkondensasi menjadi condensate yang terkumpul di bagian dasar sterilizer dan di buang melalui bagian bawah bejana.

Condensate ini harus dibuang karena hal berikut :

- a. Air condensate yang tidak dibuang dapat menggenangi buah yang direbus sehingga minyak akan terikut dalam air condensate.

- b. Air condensate berifat korosif sehingga akan mempercepat keausan pada liner, dish end, dan bagian pintu sterilizer.
- c. Air yang terakumulasi akan mengabsorpsi panas dari steam sehingga panas dari steam akan berkurang.

4. Waktu perebusan

Perebusan membutuhkan waktu penetrasi steam hingga atas dan yang paling dalam. Penetrasi panas kedalam tandan buah akan semakin cepat bila tekanan uap semakin tinggi, pada sistem perebusan tripple peak, pengusiran udara dari sela tandan buah terjadi pada puncak pertama dengan tekanan sekitar 1,5 kg/cm² yang diturunkan cepat. selanjutnya, buah didalam rebusan memasuki puncak kedua dengan tekanan 2,5kg/cm² dan puncak ketiga dalam waktu 35 menit tergantung kebutuhan. Hubungan waktu perebusan dengan efisiensi ekstraksi minyak sawit sebagai berikut :

- a. Semakin lama waktu perebusan jumlah buah yang terpipil semakin tinggi
- b. Semakin lama perebusan, kehilangan minyak di condensate dan di tandan kosong semakin tinggi
- c. Semakin lama perebusan, mutu minyak sawit akan semakin menurun karena akan menjadi penurunan nilai DOBI.

3.4.6. Scraper Fresh Fruit Bunch (SFFB)

SFFB merupakan suatu alat yang digunakan di PT. Biyu Iyas Malela yang berfungsi untuk memindahkan atau menyalurkan TBS menuju ke sterilizer. Bagian-bagian dari scraper fresh fruit bunch adalah sebagai berikut :

a. *Conveying Chain* (Rantai Conveyor)

Pada *conveying chain* dipasang scraper yang berfungsi untuk mendorong material di sepanjang conveyor. Scraper dapat berupa plat besi ataupun pipa.

b. *Conveyor Casing*

Conveyor casing adalah tempat penampungan material yang akan didorong oleh scraper yang terpasang di rantai conveyor. Pada alur conveyor di pasang plat pelapis (*wearing strip*) yang dapat diganti untuk

melindungi alur tersebut dari gesekan roller rantai. Conveyor tersebut dapat dibuat dengan ukuran lebar dan Panjang sesuai dengan kebutuhan.

Pengendalian proses yang dilakukan yaitu :

- a. Input atau TBS diatur tidak boleh terlalu banyak.
- b. Perhatikan Rel sebagai tempat rantai apakah berfungsi dengan baik.
- c. Selalu kosongkan rel setelah selesai pengisian.
- d. Pelumasan teratur dilakukan pada electromotor penggerak chain.
- e. Perhatikan panel penggerak apakah berfungsi dengan baik.

3.4.7. Bejana sterilizer

Bejana sterilizer merupakan sebuah bejana bertekana dengan tipe vertikal dilengkapi dengan dua unit pintu. Bodi terbuat dari plat baja dengan ketebalan 16 mm yang dilengkapi liner dari SF setebal 6 mm

3.4.8. Sterilized Fruit Bunch Conveyor

Scraper bunch conveyor merupakan alat yang berfungsi untuk membawa TBS menuju thresher, pada scrapper terdapat rantai yang terhubung dengan electromotor sebagai penggerakannya. Umpan yang diberikan kepada scrapper tidak boleh terlalu berat atau banyak agar tidak tersangkut maupun rusak. Pengendalian proses yang dilakukan yaitu:

- a. Input atau TBS diatur tidak boleh terlalu banyak.
- b. Perhatikan Rel sebagai tempat rantai apakah berfungsi dengan baik.
- c. Selalu kosongkan rel setelah selesai pengisian.
- d. Pelumasan teratur dilakukan pada electromotor penggerak chain.
- e. Perhatikan panel penggerak apakah berfungsi dengan baik.

3.5. STASIUN PEMIPILAN

3.5.1. Thresher

Thresher merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan brondolan dari janjangannya dengan cara memutar dan membanting serta mendorong janjang kosong ke empty bunch conveyor dan brondolan akan jatuh melalui lubang-lubang ke under thresher conveyor. PT. Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit thresher dengan

kapasitas 22 ton/jam dengan memiliki diameter drum 1,9 meter dan Panjang 4,6 meter.

Cara kerja thresher adalah dengan membanting Tandan Buah Rebus (TBR) pada tromol yang berputar (dibantu siku penahan) akibat gaya sentrifugal sehingga pada ketinggian maksimal TBR akan jatuh ke as thresher dengan kecepatan thresher yaitu 22-23 rpm. Apabila kecepatan putaran terlalu tinggi, maka TBR akan mengikuti putaran tromol dan tidak jatuh ke as sehingga pemisahan brondolan tidak maksimal. Sebaliknya apabila kecepatan putarannya terlalu rendah maka TBR akan jatuh sebelum ketinggian maksimal atau TBR hanya akan menggelinding sehingga pemisahan brondolan juga tidak akan maksimal.



Gambar 3. 4 Thesher

3.5.2. Empty Bunch Conveyor

Janjangan kosong akan terdorong keluar dari Thresher dan masuk ke empty bunch conveyor, empty bunch conveyor berbentuk scrapper yang digunakan untuk membawa janjangan kosong ke tempat penumpukan janjangan kosong dan akan dikumpulkan pada truk yang selanjutnya janjangan kosong akan dijual.

3.5.3. Under Thresher Conveyor

Under Thresher Conveyor adalah alat angkut bahan berbentuk screw yang berputar dan berfungsi untuk menampung juga membawa brondolan yang terpipil dari thresher dan kemudian brondolan dibawa ke bottom cross conveyor. Brondolan yang ada dalam conveyor ini dibawa dengan sistem screw yang berputar, dimana memiliki kapasitas tertentu sesuai dengan kapasitas electromotor dan operator yang mengoperasikannya. Banyak atau sedikitnya feeding brondolan ke dalam conveyor ini tergantung umpan TBS yang sudah direbus kedalam thresher.

3.5.4. Fruit Elevator

Fruit Elevator adalah alat angkut bahan yang dilengkapi dengan bucketbucket yang dihubungkan dengan chain yang berfungsi untuk membawa dan mengangkut brondolan menuju distributing conveyor, di PT Biyu Iyas Malela fruit elevator dapat dilihat dibawah ini.

3.5.5. Empty Bunch Conveyor

Janjangan kosong akan terdorong keluar dari Thresher dan masuk ke *empty bunch conveyor*, empty bunch conveyor berbentuk scrapper yang digunakan untuk membawa janjangan kosong ke tempat penumpukan janjangan kosong dan akan dikumpulkan pada truk yang selanjutnya janjangan kosong akan dijual.



Gambar 3. 5 Fruit Elevator

3.5.6. Distributing Conveyor

Distributing Conveyor adalah alat angkut bahan berbentuk screw yang berputar dan berfungsi membawa brondolan dari fruit elevator untuk didistribusikan ke masing-masing digester. Pengisian digester dilakukan dengan membuka tutup sliding door yang ada di digester feed conveyor, jika umpan terlalu banyak brondolan akan otoamtis keluar melalui overflow digester.

3.6. STASIUN KEMPA (PRESAN)

Stasiun Kempa merupakan stasiun pemisahan daging buah dari biji yang mempermudah ekstraksi atau pengeluaran minyak dari brondolan dengan cara pengecilan ukuran, homogenisasi, dan pengepressan. Melalui proses pengadukan dan pengampaan diharapkan dapat memperoleh minyak dan daging buah (*mesocarp*) secara maksimal dengan *oil losses* serendah mungkin dan *Broken Nut*

yang minimum. setandar total kehilangan minyak (*Oil losses*) dan nut pecah (*Broken nut*) di proses pengampaan sebagai berikut

1. Kehilangan minyak di fiber press : < on NOS
2. Broken nut to total nut : < 10%



Gambar 3. 6 Stasiun Kempa

3.6.1. Digester

Digester adalah alat untuk melumatkan brondolan, sehingga daging buah terpisah dari biji. Digester terdiri dari tabung silinder yang berdiri tegak yang terbuat dari baja yang bagian dalamnya dilapisi dengan liner atau plat aus, Digester juga dilengkapi dengan 6 pasang pisau yang teridiri dari 4 pasang pisau pengaduk atau digest arm, 1 pasang pisau pengaduk atau stiring arm dan satu pasang pisau pelempar atau *expeller arm* yang berada dibagian bawah. Pisau-pisau dikaitkan pada poros atau as dan digerakkan oleh motor listrik. Lima tingkat pisau (*Digest arms*) bagian atas digunakan untuk mengaduk juga melumat dan pisau bagian bawah (*expeller blade*) digunakan untuk mengeluarkan output hasil menuju pressan disamping itu pengaduk juga dipakai untuk mendorong massa keluar dari digester. Di PT Biyu Iyas Malela ada tiga buah digester dengan kapasitas 3500 liter/3,5m³ . Untuk memudahkan proses pelumatan diperlukan panas 90-95oC dengan cara menginjeksikan uap langsung ataupun pemanasan ketel. Jarak pisau dengan dinding digester maksimal 15mm. Pada empat sisi dinding digester bagian dalam (terletak diantara pisau-pisau digester) dipasang siku penahan agar proses pengadukan lebih sempurna.

Pada digeseter juag terdapat Bottom plate yang berfungsi sebagai penampung minyak dan air yang diperoleh pada saat pelumatan berlangsung, dan dialirkan menuju oil gutter, jika terjadi penyumbatan maka akan terjadi penumpukan cairan pada bagian bawah digester yang biasanya menyebabkan fiber basah setelah dipress, minyak yang keluar pada bottom plate biasanya disebut virgin oil atau minyak yang keluar sendiri tanpa adanya paksaan atau perlakuan yang digunakan.

Adapun fungsi degester sebagai berikut :

1. Untuk melepaskan daging buah dari nut.
2. Untuk melumatkan buah agar efisiensi dalam proses pengempaannya.
3. Untuk menaikkan temperatur buah.
4. Untuk melepaskan sel-sel minyak dari sel daging buah.
5. Untuk mengalirkan sebagian minyak yang terbentuk di digester sehingga mengurangi volume pengempaan.

3.6.2. Screw Press

Screw Press adalah alat yang digunakan untuk memisahkan minyak kasar dari daging buah dan biji. Alat ini berupa sebuah tabung berlubang-lubang yang di dalamnya terdapat dua buah screw yang ujungnya terdapat konus yang dapat majumundur secara hidrolik.



Gambar 3. 7 Screw Press

Di PT Biyu Iyas Malela terdapat 3 unit Screw Press dengan kapasitas olahnya 15 ton/jam dan tekanan press-nya 35-40 bar. Screw Press berfungsi untuk mengeluarkan minyak dari mesokarp dengan cara di-press. Di-press dengan menggunakan tekanan yang dihasilkan oleh Hydrolic Cone dengan besar tekanan 35- 40 bar. Oleh tekanan Screw yang ditahan oleh Cone, daging buah diperas

sehingga melalui lubang-lubang Seicher minyak dipisahkan dari serabut dan biji. Tekanan pada Press harus dijaga agar tidak terjadi losses.

Di dalam press dilakukan penambahan air dengan suhu 90-95°C. Air ini berfungsi untuk memperlancar proses dari digester menuju press juga mempermudah proses press-an dan untuk memudahkan minyak keluar saat dipress.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja press :

- a. Kondisi worm *Screw Press*.
- b. Tekanan dan kualitas mutu buah (Perebusan).
- c. Kebersihan Press.
- d. Tekanan Cone.
- e. Air dillution dilakukan sebanyak 18-25% terhadap TBS yang diolah. dicek menggunakan mesin centrifuge pada lab untuk menentukan kadar air pada *Crude oil*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- a. Ampas kempa (*Press Cake*) harus keluar merata disekitar konus.
- b. Tekanan hydraulic pada akumulator 50-60 bar.
- c. Bila *Screw Press* harus berhenti lama, *Screw Press* harus dikosongkan. Prosedur yang harus dilaksanakan dalam pengoperasiannya.
- d. Sebelum proses Nut Polishing Drum dan CBC harus dihidupkan terlebih dahulu.

3.6.3. Crude Oil Gutter

Merupakan saluran crude oil dari screw press ke sand trap tank, dan untuk menampung minyak kasar yang hasil pengempaan di mesin press dan sebagai tempat pencampuran minyak kasar dengan dilution. Dilution ini dimaksudkan sebagai pengencer yang akan membantu dalam proses klarifikasi. Gambar oil gutter dapat di lihat di bawah ini.



Gambar 3. 8 Oil Gutter

3.6.4. Sand Trap Tank

Sand trap tank adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan pasir yang terbawa dalam minyak kasar. Prinsip kerja sand trap tank adalah dengan cara pengendapan. PT Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit sand trap tank dengan kapasitas 10.000 liter/10 m³. Pasir harus dibuang setiap hari dengan membuka katup drain di ujung dasar bawah, minimal setiap 2 jam selama 3 detik. Alat ini dilengkapi dengan sistem pemanasan dengan temperatur 90 - 95°C. Pada saat blowdown, *non oil solid* (NOS) yang di blowdown akan mengandung minyak dan akan dialirkan ke tangki Drain Tank. Drain dilakukan setiap 2 jam sekali selama 3 detik. Faktor yang mempengaruhi efisiensi *Sand Trap Tank*:

a. Temperature

Temperature pada sand trap harus mencapai 90-95°C, karena kalau terlalu dingin pada saat dilakukan blowdown, maka akan terlihat NOS (*Non Oil Solid*) yang dikeluarkan tersebut sangat kental dan masih mengandung minyak.

b. Drain

Dilakukan minimal 2 jam sekali dan pada saat blowdown harus diperhatikan jangan sampai minyak terikut bersama NOS dengan seefektif mungkin. Didalam sand trap terdapat sekat/baffle yang fungsinya mengarahkan pasir yang terdapat pada minyak kasar yang mengendap.



Gambar 3. 9 Sand Trap Tank

3.6.5. Vibrating Screen

Vibrating screen adalah penyaring bergetar untuk memisahkan fiber dan kotoran yang terikut pada minyak kasar. Fiber dan kotoran yang terpisah akan dibawa langsung ke bottom cross conveyor, sedangkan minyak yang telah tersaring langsung menuju ke crude oil tank. Jumlah vibrating screen di PT Biyu Iyas Malela sebanyak 2 unit, dimana ukuran frame saringan berdiameter sekitar 1,5 m dan lubang saringan pada dek pertama 20 mesh dan 40 mesh pada dek kedua. Pada saat dioperasikan selalu periksa apakah ada saringan yang sobek atau pegas yang patah, karena nantinya akan berpengaruh pada kualitas minyak yang dihasilkan, dan bila pegas patah maka getaran tidak optimal sehingga banyak kotoran yang menyumbat lubang saringan yang berakibat minyak akan luber.



Gambar 3. 10 Vibrating Screen

3.6.6. Crude Oil Tank (COT)

Crude Oil Tank berfungsi sebagai penurunan kadar NOS pada minyak. Di tangki ini minyak diendapkan. Pada bagian bawah akan terdapat NOS yang akan dibuang. Pada bagian atas adalah minyak akan dipompakan menuju continuous

settling tank. Bagian dalam dari crude oil tank harus dilengkapi sistem pemanasan dan sebaiknya menggunakan steam coil sedangkan start awal menggunakan Steam Injection. Suhu crude oil tank sebaiknya 95oC. COT ini memiliki kapasitas 500 liter/0,5 m3. Pembersihan pada tangki ini dilakukan dengan cara drain 6 jam sekali atau ketika suhu pada tank tidak stabil.



Gambar 3. 11 Crude Oil Tank

3.7. STASIUN PEMURNIAN MINYAK (KLARIFIKASI)

3.7.1. Continuous Settling Tank

CST merupakan tempat pemisahan pertama antara minyak dengan sludge dengan metode pengendapan. Agar pengendapan dapat berlangsung sempurna, maka diberi pengaduk dengan kecepatan 2,5 rpm, dan suhu harus dijaga 95-100oC. PKS Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit CST dengan kapasitas 69.000 liter/69 m3 dengan retention time 4-5 jam.



Gambar 3. 12 Continuous setting Tank

Hal yang perlu diperhatikan pada saat pengoprasian CST adalah:

- a. Pastikan stirrer atau agitator berputar dengan kecepatan 2,5 putaran per menit. Periksa dengan menggunakan stop watch, jumlah putaran shaft dalam 1 menit. Operasikan stirrer 24 jam cek secara visual shaft stirrer di bawah gear box. Bila shaft berputar, pastikan stirrer juga ikut berputar dengan memasukkan bambu yang panjangnya mencapai stirrer. Stirrer berputar bila bambu ikut bergerak ketika disentuh stirrer. Stirrer tidak berputar bila tidak ada sentuhan pada bambu.
- b. Buka valve live steam coil (injection steam) selama ± 15 menit (lihat kondisi) atau suhu mencapai $95-100^{\circ}\text{C}$.
- c. Pastikan valve by pass steam trap close steam coil terbuka dan valve steam trap tertutup.
- d. Buka valve close steam coil hingga steam keluar dari pipa by pass steam trap dengan lancar.
- e. Tutup valve by pass dan buka valve steam trap pipa close steam coil. Pastikan tetesan air condensate yang keluar dan bukan steam.
- f. Cek ketebalan minyak melalui sight glass pada dinding tangka atau oil skimmer. Pertahankan ketebalan lapisan minyak pada 45-60 cm.
- g. Dilarang mengurangi ketebalan minyak pada saat stop proses. Kecuali jika unit berhenti cukup lama atau unit akan di cuci dan di-repair.
- h. Bersihkan CST 4 bulan sekali atau jika nampak CST tidak lagi berfungsi efisien misalnya temperatur berfluktuasi, pemisahan minyak kurang sempurna atau kelihatan gumpalan kotoran dalam underflow.
- i. Lakukan pemeriksaan kekentalan dan kandungan minyak setiap jam untuk mengontrol kandungan minyak di CST underflow dan overflow.

Kualitas Sludge Underflow yang baik dapat dicapai dengan pemakaian Dilution yang tepat. Berikut beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengontrolan kualitas sludge underflow:

- a. Ambil sample crude oil, sebelum vibrating screen. Ambil sample sebanyak 1000 ml, dan periksa lamanya pembentukan minyak dan ketebalan minyak yang terbentuk.

- b. Melakukan setting dilution dengan mendapatkan waktu tercepat dan pembentukan minyak yang lebih tebal ($\pm 50\%$ dari sample).
- c. Aliran kecepatan dilution dengan pemisahan yang paling baik yaitu waktu ± 1 menit telah terpisah minyak $\pm 50\%$ dari sample.
- d. Lakukan beberapa kali pemeriksaan dilution dengan level dilution yang berbeda, sampai diperoleh level yang paling cepat menghasilkan pemisahan minyak.
- e. Stirrer berputar pada 2,5 rpm.
- f. Temperatur CST 90-95°C.
- g. Aliran sludge underflow lancar.
- h. Buka Drain Valve ± 1 menit atau yang keluar sudah berupa encer dan berwarna kuning.
- i. Buka valve steam open dan closed coil.
- j. Setting level skimmer sludge.
- k. Temperatur CST mencapai 90-95°C, dan dipertahankan pada 90-95°C.
- l. Lakukan spot check kekentalan dan kandungan minyak setiap jam untuk mengontrol kandungan minyak di clarifier underflow. Dengan melakukan pemutaran pada kecepatan tinggi/sentrifugal.

Sasaran penting pada proses pemisahan minyak di CST adalah:

- a. Menghasilkan losses oil decanter $<1.0\%$.
- b. Menghasilkan oil content underflow CST $<6\%$ kadar air 85%
- c. Pengutipan minyak dengan ketebalan 45-60 cm.

Trouble Shooting yang sering terjadi selama proses di CST:

1. Underflow Tinggi yang disebabkan dilution tidak tepat.
Tindakan perbaikan: Setelah spot cek dilution dilakukan, set level pada dilution box, volume dilution di tambah bila dari pemeriksaan sentrifuge air pada sample turun. Catatan: Perhatikan jumlah press yang beroperasi.
2. Temperatur (90 -95°C) tidak tercapai.
Tindakan perbaikan: Tambah bukaan valve steam coil closed, cek steam trap, apakah tidak terjadi pengaliran condensate lewat sight glass. Drain

lewat by pass valve jika steam trap sumbat. Tutup valve inlet steam closed. Tutup valve sebelum dan sesudah steam trap, lalu buka strainer/saringan steam trap, piringan steam trap. Bersihkan saringan dan piringan steam trap. Buka valve sebelum dan sesudah steam trap. Buka valve steam closed. Catatan: Ukur temperatur pada skimmer oil sebagai perbandingan dengan temperatur gauge, untuk mengecek apakah temperatur gauge masih berfungsi dengan baik. Cek lama operasi CST setelah dibersihkan, apakah steam coil sudah sumbat. Jadwalkan pembersihan steam coil.

3. Underflow tinggi, Stirrer tidak normal atau macet

tindakan perbaikan: Cek secara visual shaft stirrer dan shaft gearbox. Bila shaft gearbox berputar, cek apakah stirrer juga ikut berputar. Lakukan pemeriksaan dengan memasukkan bambu yang panjangnya mencapai stirrer, sehingga dapat diketahui apakah stirrer juga turut berputar atau tidak. Bila tidak berputar jadwalkan dan lakukan perbaikan.

4. Ketebalan minyak >60 cm

Tindakan perbaikan: pengutipan minyak pada level di atas 60 cm. Turunkan ke level 45-60 cm.

3.7.2. Sludge Tank

Sludge tank berfungsi untuk menampung sludge hasil pemisahan dari proses pemurnian (klarifikasi) yang masih mengandung minyak, di dalamnya terdapat injector steam untuk memanaskan sludge agar tingkat kekentalan sludge dapat menurun sehingga lebih mempermudah pemisahan sludge dan minyak. Suhu cairan di dalam tangki dipertahankan sekitar 90-95°C. Pada sludge tank perlu dilakukan pengecekan suhu harus stabil dan juga lakukan drain pada bagian bawah sludge tank setiap pagi atau setiap overshift.



Gambar 3. 13 Sludge Tank

3.7.3. Buffer Tank

Tangki ini berfungsi untuk menampung sementara sludge dari sludge tank yang kemudian dialirkan ke balancing tank. Selain tempat penampungan sementara buffer tank juga berfungsi sebagai penyeimbang pemasukan umpan ke dalam sludge separator/decanter/centrifuge agar kapasitas stabil.



Gambar 3. 14 Buffer Tank

3.7.4. Decanter

Decanter adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan minyak dengan cara sentrifugal high speed dengan menghasilkan 3 out put yaitu minyak, emulsi dan solid. Terdapat juga serat halus yang berasal dari serat atau ampas yang terputus putus pada waktu pengepresan. jadi tujuan utama pengoprasian decanter adalah untuk memisahkan sludge menjadi light phase, heavy phase dan solid. PT. BIM memiliki 2 buah Decanter dengan kapasitas masing masing 6 ton / jam.

Pada penggunaannya decanter dipabrik kelapa sawit hal yang harus diperhatikan yaitu:

- a. Komposisi umpan yang akan diolah, karna rasio antara minyak,air dan lumpur mempengaruhi terhadap daya pisah alat tersebut.
- b. Jumlah umpan yang diolah tidak boleh melewati kapasitas olah dikarenakan pemisahan yang tidak maksimal.
- c. Fungsi alat decanter tersebut.
- d. Perimbangan kapasitas alat dan jumlah sludge yang diolah
- e. Kebersihan alat decanter.
- f. Lakukan pispot atau pelicinan rutin sesuai jadwal.
- g. Perhatikan keluaran atau output hasil olah decanter apakah sesuai standar.
- h. Lakukan pencucian dengan air panas setiap pagi sebelum start olah.

Pada pengaplikasiannya dipabrik kelapa sawit ada dua jenis decanter yang umumnya digunakan berdasarkan atas keluarannya:

1. Two Phase Decanter

Alat ini berkerja dengan menghasilkan dua jenis phase yaitu memisahkan minyak dari fraksi air dan fraksi sludge. Penempatan alat ini biasanya dapat diletakkan sebelum CST, dimana digunakan untuk memisahkan minyak dan sludge serta mengurangi beban padatan pada sludge.

2. Three Phase Decanter Alat ini berkerja dengan prinsip yang sama dengan two phase decanter tapi ada perbedaan dari fase fraksinya. Pada alat ini dihasilkan 3 (tiga) fraksi yaitu: fraksi minyak, fraksi air (cair), dan fraksi padat (sludge). keuntungan menggunakan decanter adalah air panas atau (dilution water) dapat dikurangi menjadi 60% juga penggunaannya yang efektif dalam proses nya



Gambar 3. 15 Decanter

3.7.5. Light Phase Tank

Pada bak ini terbuat dari batu yang didalamnya terdapat steam coil yang berfungsi memanaskan minyak yang terdapat didalamnya, bak ini berfungsi sebagai tempat penampungan light phase hasil keluaran dari decanter, dan juga hasil drain underflow oil tank yang dimana pada oil tank aka terjadi sedimentasi berupa lumpur yang ditampung dibak ini dan akan dikirim lagi ke CST. Perlakuan yang harus diperhatikan yaitu kosongkan bak setelah over shift dan juga perhatikan level atau volume minyak yang terdapat didalamnya agar tidak tumpah, juga pastikan suhu minyak yang terdapat didalamnya karena berfungsi menstabilkan suhu sebelum dikirim ke CST.



Gambar 3. 16 Light Phase Tank

3.7.6. Oil Tank

Fungsi dari Oil tank adalah sebagai tempat penampungan sementara minyak sekaligus mengendapkan kotoran yang masih terikut pada minyak. Pada Oil tank suhu harus di jaga pada suhu 950C. Agar kotoran yang dapat mempengaruhi

kemurnian minyak tidak menumpuk, maka dilakukan blowdown secara rutin dan hasil drain akan dicampur kedalam Light Phase Tank.

Fungsi dari Oil tank adalah sebagai tempat penampungan sementara minyak sekaligus mengendapkan kotoran yang masih terikut pada minyak. Pada Oil tank suhu harus di jaga pada suhu 950C. Agar kotoran yang dapat mempengaruhi kemurnian minyak tidak menumpuk, maka dilakukan blowdown secara rutin dan hasil drain akan dicampur kedalam Light Phase Tank.



Gambar 3. 17 Oil Tank

3.7.7. Float Tank

Float tank adalah alat yang berguna untuk mencegah udara masuk ke pipa vacuum dryer. Jika tangki telah berisi minyak maka pelampung akan terangkat dan pipa di dasar tangki akan terbuka dan minyak akan mengalir ke vacuum dryer.



Gambar 3. 18 Float Tank

3.7.8. Vacum Dryer

Vacum dryer adalah alat untuk mengurangi kadar air di dalam minyak dengan cara menyemprotkan minyak dan airnya dihisap dalam kondisi vacuum.

Vacuum dryer terdiri dari tabung hampa udara dan di dalamnya ada 8 buah nozzle injektor. Tekanan di dalam vacuum dryer sangat rendah. Pada tekanan yang rendah fluida akan lebih cepat menguap meskipun belum mencapai titik didihnya. Minyak dan air memiliki titik didih yang berbeda, minyak memiliki titik didih lebih tinggi dari air. Pada saat minyak terhisap ke tabung, minyak akan dikabutkan melalui nozzle sehingga air didalam minyak akan mudah menguap dan terhisap oleh pompa vacuum, sedangkan minyak tidak menguap dan jatuh ke bawah dihisap oleh oil transfer pump yang kemudian mengalir ke storage tank. Yang perlu diperhatikan adalah suhu pemisahan diusahakan 90-95oC, dan kevakuman di dalam bejana harus $\{-0,6\}-(0,7) \text{ mHg}$, karena bila tekanan terlalu kecil maka minyak akan terlalu basah sedangkan.



Gambar 3. 19 Vacum Dryer

3.7.9. Fat Pit

Fat Pit merupakan baka tau kolam tempat penampungan seluruh buangan, air kondensat, dan juga air hasil pemakaian pabrik yang masih mengandung minyak, yang kemudia dipanaskan dengan steam inject untuk mempermudah proses pemisahan minyak dengan kotoran menggunakan cara pengendapan atau sedimentasi. Pada proses ini minyak akan naik keatas permukaan dan akan dikutip menggunakan skimmer yang dapat diatur ketinggiannya, lalu minyak yang dikutip akan ditampung dan dialirkan kembali menuju CST. Prosedur perawatan bak ini yaitu lakukan drain setiap overshift atau ketika level permukaan sudah tinggi.



Gambar 3. 20 Fat Pit

3.7.10. Recovery Tank

Recovery Tank adalah bak yang berfungsi sebagai bak pengutip minyak yang diambil dari kolam limbah atau cooling pond 1, yang dimana pada cooling pond terjadi sedimentasi yang alami tanpa bantuan steam inject, minyak yang timbul pada permukaan berupa buih akan ditarik menggunakan tali dan bambu kemudian akan dikutip menggunakan skimmer dan dipompakan menuju recovery tank. Pada recovery tank memiliki bak bertingkat dan diberikan steam agar proses pemisahan terjadi dengan baik, lalu pada bak ujung dipasang skimmer mengutip bagian permukaan yang berupa minyak lalu disimpan pada bak penampungan sementara sebelum dikirim kembali ke CST.



Gambar 3. 21 Recovery Tank

3.7.11. Storage Tank

Storage Tank berfungsi untuk tempat penyimpanan sementara minyak produksi yang dihasilkan sebelum dikirim. PKS Biyu memiliki 2 tangki timbun

dengan kapasitas 80&120ton. Faktor faktor yang harus diperhatikan pada storage tank adalah

- a. Kebersihan tangki, storage tank harus dibersihkan secara rutin karena kebersihan tangki mempengaruhi kenaikan kadar ALB dan kotoran.
- b. Kondisi steam coil, kondisinya harus diperiksa rutin, karena kebocoran steam coil dapat mengakibatkan naiknya kadar air pada CPO.
- c. Temperatur (40-50°C).



Gambar 3. 22 Storage Tank

3.8. STASIUN KERNEL (KERNEL STATION)

Stasiun Kernel merupakan stasiun yang berfungsi mengolah kernel menjadi siap jual dan juga berfungsi sebagai pemberi bahan bakar ke boiler. Kernel recovery meliputi aspek kegiatan pemecahan biji, pemisahan kernel dari cangkang, pengeringan, serta penyimpanan kernel. Yang diharapkan dari proses ini adalah :

1. Melalui proses pemecahan biji diharapkan diperoleh efisiensi pemecahan yang tinggi dan kernel pecah yang rendah.
2. Pemisahan kernel dengan cangkang duharapkan diproleh kernel dengan kualitas sesua standar dan kehilangan kernel minimal.
3. Dengan pengeringan diharapkan kadar air kernel produksi sesuai standar sehingga lebih tahan disimpan. Adapun standar kualitas yang ditetapkan ialah sebagai berikut :
 - a) Kadar air kernel : maksimal 8,00 % terhadap sampel.
 - b) Kadar kotoran (Dirt) : maksimal 8,00 % terhadap sampel.
 - c) Kernel pecah (broken kernel) : maksimal 5,00 % terhadap sampel.

Total kehilangan kernel (kernel losses) di stasiun pemisahan kernel maksimal ialah sebagai berikut :

- 1) Kernel losses di dry self : 2,0 %terhadap sampel.
- 2) Kernel losses di wet shell : 2 % terhadap sampel.

3.8.1 Cake Breaker Conveyor (CBC)

Cake breaker conveyor berfungsi untuk membawa serabut dan biji (cake) serta untuk mencacah gumpalan cake dari press-an menuju ke depericarper. Di PT Biyu Iyas Malela memiliki CBC dengan kapasitas 30 ton/jam. Conveyor ini dilengkapi dengan ulir pembawa yang di desain berbentuk pedal-pedal yang berfungsi sebagai pencacah gumpalan cake. Selain dari itu conveyor ini juga dilengkapi dengan steam jacket yang gunanya untuk memberi uap panas pada proses pencacahan sehingga kadar air pada cake berkurang dan memudahkan proses pemisahan di depericarper.



Gambar 3. 23 Cake Breaker Conveyor

3.8.2 Depericarper

Depricarper adalah alat yang digunakan untuk menghisap fiber yang telah terpisah dari nut untuk dibawa ke fiber cyclone sebagai bahan bakar boiler. Losses yang mungkin terjadi adalah adanya nut dan kernel yang ikut terhisap oleh fan fibre cyclone dan adanya fibre yang ikut masuk ke nut polishing drum. Losses ini dikontrol dengan mengatur bukaan dumper pada fan fiber cyclone. Standart losses kernel pada fiber cyclone adalah :

- a. Proses yang tidak sempurna di sterilizer dan pelumatan di digester.

- b. Pencacahan di CBC tidak sempurna sehingga ampas press tidak cukup kering.
- c. Pengisian umpan yang melebihi kapasitas.
- d. Kecepatan hisapan udara yang berkurang karena kebocoran ducting, ducting tersumbat dan belt depericarper fan longgar.
- e. Adanya kebocoran udara di air lock.
- f. Ampas fiber basah yang menyebabkan penyumbatan di airlock.



Gambar 3. 24 Depericarper

3.8.3 Nut Polishing Drum

Sebelum melewati nut polishing drum, First Depericarper Column berfungsi untuk memisahkan antar fiber dan nut, fiber yang ringan akan terhisap keatas oleh fan fiber cyclone, sedangkan nut yang lebih berat akan jatuh kebawah dan masuk kedalam nut polishing drum. Nut polishing drum berfungsi untuk membersihkan biji dari kotoran dan serabut yang masih terikut. Polishing drum berputar 23 rpm.

Nut polishing drum terdiri dari sebuah drum yang diputar oleh sebuah rantai dan sisi di ujung drum berlubang-lubang sesuai ukuran nut. Di dalam polishing drum terdapat sudu-sudu yang besudut 200 ini digunakan untuk membawa biji berjalan ke ujung dari polishing drum dan juga sebagai sekat 44 agar terjadi proses terpisahnya antara serabut dengan biji. Di ujung polishing drum terdapat lubanglubang yang berfungsi sebagai tempat masuknya biji yang sudah dipisahkan dengan kotoran dan ampas. Bila pemisahan pada nut polishing drum tidak sempurna maka akan menyebabkan terjadinya hal berikut:

- a. Efisiensi pemecahan nut di ripple mill berkurang.

- b. Kadar kotoran kernel meningkat dan menyebabkan penurunan mutu produksi.



Gambar 3. 25 Nut Polishing Drum

3.8.4 Destoner

Destoner berfungsi untuk memisahkan batu, besi, kotoran lainya yang lebih berat dari biji dengan bantuan hisapan udara dari blower fan dan membawa biji ke nut grading drum.

3.8.5 Nut Silo

Nut Silo berfungsi sebagai tempat penampungan sementara dari biji sebelum proses pemecahan biji di ripple mill dan sebagai tempat pengaturan biji untuk masuk ke ripple mill. Di PT. Biyu Iyas Malela memiliki 2 unit nut silo dengan kapasitas 30-35 ton. Kebersihan Chute pada nut silo harus diperhatikan karena mempengaruhi terhadap out put nut hopper. Agar biji atau nut terolah sesuai dengan aturan maka proses di nut silo digunakan system first in first out (FIFO).



Gambar 3. 26 Nut Silo

3.8.6 Ripple Mill

Ripple Mill berfungsi untuk memecah biji dengan cara menggiling. Biji dari nut hopper akan masuk ke ripple mill dan akan langsung diputar dan di tahan dengan sudu-sudu. Kapasitas kerja ripple mill 6.000 kg/jam. PKS Biyu memiliki 2 unit ripple mill. Efisiensi kerja ripple mill yang baik sekitar 95%. Sebelum ripple mill beroperasi harus diperhatikan hal-hal berikut ini:

- a. Pastikan secara visual rotor bar, ripple plate, inner dan outer disk belum banyak keausan. Pertanda keausan dini yaitu jika terdapat keausan pada permukaan sisi benturan rotor bar sebanyak 6 mm (1/4 inchi).
- b. Periksa rotor bar. Diameter luar rotor bar baru berukuran 19 mm (3/4 inchi). Selalu sediakan rotor bar pengganti sebagai cadangan sebanyak 10 buah untuk setiap ripple mill.
- c. Periksa bagian dalam ripple mill. Untuk mencegah beban mendadak, ripple mill setiap saat akan digunakan harus dalam keadaan kosong.
- d. Pastikan magnetic trap (magnetic vibrating feeder) sudah bersih. Buka magnetic trap dengan memakai alat dan sarung tangan bersihkan logam yang sangkut, dan buang pada tempat yang telah disediakan.
- e. Pastikan airlock feeder berputar. Hitung putaran airlock. (bagi yang menggunakan airlock feeder).
- f. Periksa dan lakukan pelumasan pada bearing.
- g. Periksa ketegangan belting dan kondisi pulley. Ukur jarak belting dari pulley industry ke pulley ripple mill. Lenturan V-belt yang diizinkan tiap rentangan 1,6 mm tiap 100 mm rentangan
- h. Belt yang baru dipasang harus ditegangkan kembali setelah dipakai selama 250 jam kerja
- i. Jalankan terlebih dahulu CM elevator dan CM conveyor.
- j. Catat hour meter awal ripple mill.
- k. Hidupkan ripple mill. Pastikan tidak ada getaran berlebihan dan bunyi abnormal. Getaran yang makin keras dapat menjadi pertanda bahwa piringan rotor telah aus. Jika terdapat getaran berlebihan, hentikan ripple mill.

Faktor factor yang mempengaruhi efisiensi pemecahan ripple mill :

1. Kualitas dan kuantitas umpan masuk.
2. Jarak antara ripple plate dan rotor bar.
3. Jarak atau clearance antara cover dengan rotor.
4. Rpm rotor bar.
5. Tingkat kekeringan biji.

Pada saat proses hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Hidupkan Nut silo conveyor dan pastikan silo terisi oleh nut. Pastikan umpan ke ripple mill continue dan tidak overload. Cek nut hopper, isi nut hooper minimal 1/3 volume hopper. Jalankan vibrating feeder atau rotary feeder. Posisi feeder dapat di set kembali setelah diperoleh kondisi cracked mixture dari ripple mill pada CM conveyor, dan CM elevator.
- b. Cek efisiensi ripple mill 1 jam sekali.
- c. Setting ripple mill bila efisiensi menunjukkan trend $< 95\%$.

Ciri nut yang baik yang diolah ripple mill

- a. Permukaan Nut licin
- b. Perbedaan diameter nut tidak terlalu besar.
- c. Feeding konstan.

Berikut parameter yang harus diperhatikan pada ripple mill :

- a. Efisiensi standar $\geq 95\%$

Komponen : Free Shell/ Cangkang, whole nut/nut utuh, broken nut/nut pecah

Akibat : Terlalu rendah, kadar kotoran tinggi

Penanganan : Pengaturan feeding dan cek/adjust ripple mill, ganti rotor

- b. Broken kernel/kernel Pecah maksimal 15 %

Komponen : Kernel pecah

Akibat : Terlalu tinggi, losses di LTDS I & II

Penanganan : Pengaturan di Stasiun Press, Broken Nut

Kualitas kernel yang baik dapat dicapai dengan pengolahan nut yang baik pada ripple mill sehingga tercapai efisiensi ripple mill $\geq 95\%$, dan broken kernel $\leq 15\%$, agar dapat tercapai wajib dipantau yaitu :

- a) operasi normal, tidak bergetar.
- b) kondisi rotor bar dan stator masih cukup bagus dan jarak stator ke rotor pada settingan yang tepat.
- c) Kecepatan putaran mencukupi dan tidak melebihi 1200 rpm. Ripple Mill dapat lebih lama beroperasi dengan perawatan sebagai berikut:
- d) . Setiap pagi, sebelum proses buang potongan-potongan besi yang tertangkap di magnetic trap.
- e) Cek feeding agar konstan, tidak overload, fluktuatif.
- f) Cek setiap jam efisiensi ripple mill, dan lakukan setting/adjusting bila efisiensi ripple mill $< 95\%$.

$$\% \text{Efisiensi Ripple Mill} = \frac{100\% - (\text{Berat nut utuh} + \text{nut pecah})}{\text{berat sampel}} \times 100$$



Gambar 3. 27 Ripple Mill

3.8.7 Cracked Mixture Conveyor

Cracked Mixture (CM) Conveyor merupakan alat angkut bahan yang berbentuk srew dan berfungsi untuk menampung dan mengangkut hasil dari proses ripple mill menuju cracked mixture elevator.

3.8.8 Cracked Mixture Elevator

Cracked Mixture Elevator merupakan alat angkut bahan yang terdiri dari bucket-bucket yang dihubungkan oleh chain yang berfungsi untuk mengangkut dari cracked mixture conveyor menuju LTDS

3.8.9 LTDS I (*Light Tenera Dust Separator*)

LTDS berfungsi untuk memisahkan kernel dengan cangkang halus dan debu dengan hisapan fan. Biji hasil pemecahan dari ripple mill berupa cracked mixture yang masuk ke separating column, karena adanya hisapan udara sehingga cangkang halus dan debu akan terhisap ke shell cylone dan keluar melalui air lock kemudian diangkut menggunakan fuel conveyor untuk bahan bakar boiler, sedangkan kernel utuh dan biji utuh akan jatuh ke bawah melewati vibrating through. Vibrating through berfungsi untuk memisahkan kernel dengan biji yang berbeda ukuran, kernel akan diangkut ke kernel dryer menggunakan kernel conveyor dan kernel elevator. Kernel pecah dan cangkang yang tidak terhisap akan keluar melalui air lock dan jatuh ke kernel grading drum kemudian masuk ke LTDS I&II memisahkan kernel utuh, kernel pecah+cangkang, cangkang halus.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemisahan di LTDS yaitu:

- a. Hisapan (Dumper airlock dan fan).
- b. Kebocoran ducting.
- c. Kualitas dan kuantitas umpan.
- d. Desain dari LTDS itu sendiri.
- e. Adjustment dumper column

Kualitas kernel dan losses kernel di LTDS-I Parameter kernel LTDS-I

1. Dirt (Kotoran)

- a. Komponen : Nut utuh dan nut pecah.
- b. Limit : 4 %
- c. Akibat : Terlalu tinggi, dirt produksi tinggi
- d. Penanganan : Pengaturan feeding Ripple Mill, dijaga efisiensi Ripple Mill $\geq 95\%$, setting dumper fan LTDS-I (buka) bila cangkang banyak turun sebagai penyumbang kotoran

2. Losses

- a. Komponen : Kernel pecah.
- b. Limit : <2%
- c. Akibat : Terlalu tinggi, rendemen kernel turun.
- d. Penanganan : Kurangi broken kernel dari Ripple Mill, setting dumper LTDS-I Fan, dan kurangi hisapan.

3.8.10 LTDS II (Light Tenera Dust Separator)

Cara kerja LTDS-II sama dengan LTDS-I. Kernel dan cangkang dari kernel grading masuk ke LTDS-II. Kernel utuh yang merupakan fraksi berat akan jatuh ke bawah masuk ke conveyor selanjutnya masuk ke kernel drye, cangkang halus akan terhisap ke shell cyclone kemudian diangkut oleh fuel conveyor untuk bahan bakar boiler. Sedangkan cangkang kasar/besar dan kernel pecah/kecil yang memiliki berat sama akan keluar melalui chute dan air lock menuju claybath untuk proses pemisahan dengan sistem basah. Untuk menentukan cara pengolahan kernel agar kernel losses <5% dari LTDS-II, yang perlu di perhatikan adalah:

1. Kernel pecah tinggi akibat kernel pecah eks cracked mixture polishing drum tinggi, yang bersumber dari kernel pecah eks ripple mill yang sudah tinggi.
2. Kernel pecah banyak terhisap sampai ke cyclone LTDS-II akibat isapan fan terlalu kuat, bukaan dumper terlalu besar atau setting separating coloumn terlalu kecil.
3. Losses kernel berlangsung lebih dari 1 jam tidak melakukan spot check losses 1 jam sekali.

Perhitungan mencari persentase losses kernel eks LTDS-I atau LTDS-II

$$\text{Persentase losses kernel} = \frac{\text{berat losses kernel}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Alat LTDS I & II di PT. Biyu Iyas Malela dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3. 28 LTDS I & II

3.8.11 Claybath

Claybath adalah alat pemisah dengan menggunakan media cair yang di campur dengan zat lain, yang berfungsi untuk memisahkan antara inti dengan cangkang. Prinsip yang digunakan pada pemisahan basah ini adalah memisahkan 2 material yang berbeda dengan perbedaan berat jenis (BJ) dari material yang di pisahkan. Di PT. Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit claybath dengan kapasitas 1000 liter

Pada proses ini inti sawit memiliki berat jenis 1,07 sedangkan cangkang memiliki berat jenis 1,15. Maka untuk memisahkan antara inti dengan cangkang di buat berat jenis larutan claybath 1,1 sehingga nantinya inti akan mengapung dan cangkang akan tenggelam.

Zat yang digunakan sebagai campuran air dalam pemisahan basah pada alat claybath adalah Calcium Carbonate (CaCO_3), jenis zat ini digunakan karena mudah didapat dan harganya terjangkau. Yang perlu diperhatikan adalah apabila pada saat pengadukan dihentikan maka larutan (CaCO_3) akan mengendap dan sangat sulit untuk diaktifkan kembali. Penggunaan Calcium Carbonate (CaCO_3) sebagai bahan campuran pada alat claybath yaitu berkisar 400 kg/6 jam, agar tetap menjaga berat jenis larutan tetap stabil.

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi Clay bath:

1. Berat jenis cairan harus selalu terkontrol.
2. Efisiensi LTDS-I & II.
3. Feeding harus sesuai kapasitas.



Gambar 3. 29 Claybath

3.8.12 Kernel Silo

Kernel silo adalah alat yang berfungsi untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam inti. Pengeringan dilakukan dengan memasukkan udara panas dari steam heater. Udara dipanaskan dengan steam, kemudian oleh blower di hembuskan kedalam kernel silo secara menyeluruh. Temperatur didalam kernel silo yaitu berkisar 80°C. PT. Biyu Iyas Malela memiliki 2 unit kernel silo dengan kapasitas masingmasing yaitu 37 ton. Proses pengeringan ini diharapkan mampu menurunkan kadar air didalam inti maksimal sebesar 7%

Komponen-komponen kernel silo:

1. Hopper Kernel silo berfungsi untuk tempat penampungan dan ruang pengeringan kernel. Dilengkapi dengan lubang-lubang di dinding yang berfungsi untuk sirkulasi udara.
2. Fan berfungsi untuk mengisap udara dan mendorong udara panas yang dihasilkan melalui heater bank ke kernel silo.
3. Heater bank berfungsi untuk memanaskan udara untuk menghasilkan udara panas dalam kernel silo sekitar 80°C.
4. Pemanasan bertujuan mengurangi kadar air kernel hingga kadar air mencapai 7%
5. Saringan/mesh berfungsi untuk menangkap fibre/serat yang terhisap fan sehingga tidak menyumbat sekat-sekat /kisi-kisi aliran udara di heater bank.
6. Steam trap berfungsi untuk memerangkap air condensate yang terbentuk, oleh tekanan steam dibuang secara continue, sehingga air condensate

yang terbentuk tidak mengisi coil heater bank. Bila strainer/saringan steam trap sumbat, air condensate mengisi coil heater bank, yang menyebabkan pemanasan udara terganggu.

Kualitas kernel hasil pengeringan di kernel silo. Parameter kernel keluaran kernel silo.

- Parameter : Moisture
- Komponen : Kernel utuh, Kernel pecah
- Limit : 7%
- Akibat : Terlalu tinggi: berjamur, complain pembeli Terlalu rendah: berat turun, rendemen turun, kotor, banyak tetesan minyak
- Penanganan : Bila terlalu tinggi, cek/kurangi air yang terikut ke kernel silo dari clay bath, pastikan temperature kerja 80°C tercapai, atur/tambah waktu pemanasan. Bila terlalu rendah Atur/waktu pemanasan, jangan ditahan lebih lama bila sudah cukup kering.



Gambar 3. 30 Kernel Silo

3.9.13 Kernel Bunker

Kernel bunker berfungsi sebagai tempat penyimpanan inti produksi sebelum dikirim untuk dijual. Kernel bunker dilengkapi dengan fan agar uap air yang terkandung dalam inti dapat keluar dan tidak menyebabkan kondisi dalam storage

lembab, yang kemudian menyebabkan timbulnya jamur pada inti. Inti dari kernel silo diangkat ke kernel bin menggunakan pneumatic blower. PT Biyu Iyas Malela memiliki 4 unit kernel bin dengan kapasitas 61 ton.

Kernel produksi yang dihasilkan harus memenuhi standart mutu sebagai berikut :

- Kadar air : 7 %
- Kadar kotoran : 6 %
- Kernel pecah : 15 %



Gambar 3. 31 . Kernel Bunker

3.9. Stasiun Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Pengolahan air (*water treatment*) diperlukan pada pabrik dikarenakan air yang digunakan pada proses pengolahan dan air umpan boiler harus memenuhi standart. Dengan kata lain proses *water treatment* adalah proses pengolahan air untuk mengurangi dan menghilangkan pengotor atau impurities yang terdapat dalam air sehingga air dapat memenuhi syarat-syarat mutu air yang diperlukan dalam penggunaannya. Berikut parameter yang harus diperhatikan pada hasil akhir air yaitu:

1. Kesadahan (*Hardness*)

Kesadahan atau hardness adalah banyaknya kandungan mineral kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) yang tergantung pada air. Selain dari dua zat diatas terdapat juga unsur kimia yang dapat menyebabkan kesadahan pada air biasanya berupa kalsium karbodat (CaCO_3)

2. Total Disolved Solid (Jumlah Padatan yang Terlarut)

Total Disolved Solid (TDS) adalah pengukuran dari bahan organik dan anorganik yang terdapat pada molekul air. TDS dapat ditimbulkan dari sumber anorganik dan organik. Sumber organik biasanya berupa plankton yang hidup di air. Sumber non organik berasal dari material non organik seperti batu dan udara yang mengandung kalsium karbonat, nitrogen, sulfur, dan mineral seperti garam dan logam.

3. Ph (*Potential of Hydrogen*)

pH adalah derajat keasaman pada suatu cairan. Range nilai pH adalah 1-14. Berdasarkan nilainya, pH dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu pH dengan range 1-6,9 disebut pH asam, pH 7 disebut pH normal range 7,1-14 disebut pH basa. Dalam penggunaan sebagai air umpan untuk boiler, pH untuk air umpan berada pada range 8,5-9,2.

4. Silica

Silicon dioxide atau lebih dikenal sebagai silika adalah zat yang berasal dari butiran pasir yang larut dalam air dalam bentuk molekul serta memiliki rumus kimia SiO_2 . Dalam penggunaan sebagai air umpan untuk boiler, kandungan silika dalam air tidak boleh melebihi 150 ppm.

5. Fe (ferrum atau besi)

Besi merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak di temukan diperairan umum, senyawa besi didalam air umumnya dalam bentuk garam ferri atau garam ferro yang bervalensi 2, Tujuan Analisa ini adalah mengetahui kandungan fe pada air boiler.

6. Phospat

Phospat pada noiler adalah zat kimia yang sering digunakan yang secara umum memiliki dua fungsi yaitu pengendapan kesadahan air dan pengendalian korosi kausitik. Tujuan untuk mengetahui berapa kandungan phosphate pada air boiler hal ini dimaksudkan agar proses pembentukan pasi lebih merata pada pipa dan dinding boiler.

7. Alkalinity

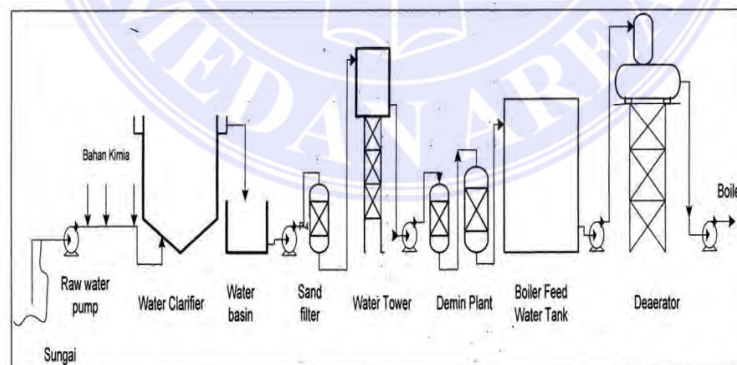
Adalah proses penentuan alakalinitas dalama air, hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi korosif dan mencegah terjadinya kerak silika pada boiler. Alkalinitas adalah Gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam, atau

dikenal dengan acid neutralizing capacity (ANC) atau kuantitas naion dalam air yang dapat menetralkan kation hydrogen.

Analisa	Nama Kimia	Standar maksimal
P ALKALINITY	Phenol Petalien Indikator	500
M ALKALINITY	Total Alkalinity Indikator	700
TDS	DS Meter	<2000
SULFIT	Siarcch Acid Indicator	20 60 PPM
FE	Reagen fe	1
PHOSPAT	Reagen phospat	30 – 60 PPM
pH	Kertas lakmus	10,5 – 11,5
SILICA	Reagent Silica	150

3.9.1. Sistem Pengolahan Air

Sistem pengolahan air yang digunakan di PT. Biyu Iyas Malela menggunakan sistem pengolahan dalam (Internal Treatment). Skema sistem pengolahan air yang digunakan di PT. Biyu Iyas Malela dapat dilihat dari gambar.



gambar 3. 32 Sekema pengolahan Air

3.9.2. Waduk I & II

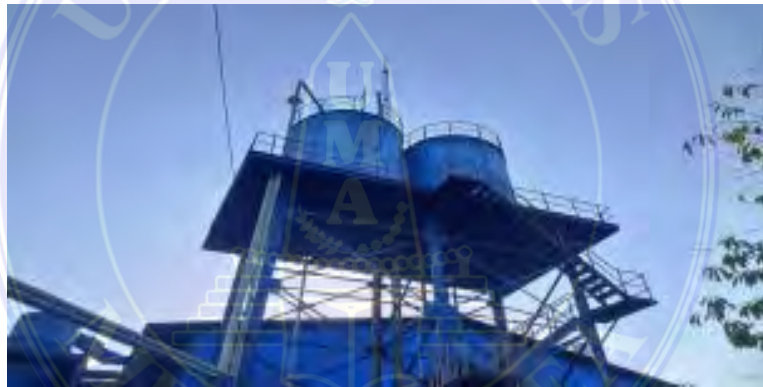
Waduk adalah kolam buatan yang berfungsi sebagai tempat penampungan air yang akan diproses yang diambil dari Sungai dialirkan menggunakan pondtomb atau pompa.



Gambar 3. 33 Waduk

3.9.3. Water Tank I

Tanki ini berfungsi sebagai penampung air kotor yang berasal dari waduk yang berfungsi sebagai tempat sedimentasi awal air yang kotor yang selanjutnya akan diproses, tangka ini memiliki voume yaitu 55m³ .



Gambar 3. 34 Water Tank 1 & 2

3.9.4. Reservoir Pump

Pada bagian ini air akan dipompakan dengan menggunakan pompa air yang dimana pada saat pemompaan air akan dicampur dengan 2 larutan kimia yaitu (Tawas dan Soda Ash), Reservoir pump memiliki bak pencampur larutan yang memiliki agitator atau pemutar yang berfungsi mencampurkan larutan, yang kemudian akan diinject Bersama air menuju tangka pengendapan atau Clarifier Tank.



Gambar 3. 35 Reservoir Pump

3.9.5. Clarifier Tank

Air yang berasal dari reservoir pump sudah tercampur dengan zat kimia kemudian akan masuk pada tanki klarifikasi dan akan dilakukan proses penjernihan berupa koagulasi dan flokulasi yang dimana reaksi ini cepat terjadi dikarenakan adanya penambahan kimia pada tahap sebelumnya bak ini memiliki volume 106,6 m³ .



Gambar 3. 36 Clarifier Tank

3.9.6. Water Basin

Air hasil penjernihan di clarifier tank kemudian dimasukkan ke dalam water basin. Sisa-sisa flok-flok yang terikut kemudian di endapkan di water basin. Selain itu, water basin juga berfungsi sebagai tempat cadangan penampungan air untuk kebutuhan pabrik dan domestik agar tetap terpenuhi, bak ini dibuat dengan memiliki tiga tingkat yang dapat mempermudah proses sedimentasi, yang memiliki volume 160 m³ . berikut gambar water basin.



Gambar 3. 37 Water Basin

3.9.7. Sand Filter

Penyaringan atau filtrasi di sand filter menggunakan pasir atau beberapa medium lain untuk menghilangkan padatan tersuspensi. Sand filter mengandung lapisan media yang porous (dapat dilalui oleh air), memiliki volume 6m^3 .



Gambar 3. 38 Sand Filter

3.9.8. Water Tank II

Pada tangki ini berfungsi sebagai penampung air bersih yang berguna mengalirkan air yang akan digunakan di areal pabrik dan juga sebelum dialirkan ke boiler akan ada proses kembali.

3.9.9. Carbon Filter

Carbon filter adalah jenis filter yang terbuat dari karbon aktif, yang digunakan untuk membersihkan udara dan air dari bahan kimia dan zat-zat organik yang tidak diinginkan. Karbon aktif adalah bentuk karbon yang sangat porous, yang memiliki kemampuan menyerap bahan kimia, gas, dan partikel-partikel halus.

Dengan demikian, carbon filter dapat membersihkan udara dan air dengan efektif, serta menjaga kualitasnya agar tetap baik dan sehat untuk digunakan.



Gambar 3. 39 Carbon Filter

3.9.10. Softener Tank

Proses pelunakan air atau water softening merupakan sebuah poses untuk dapat menyaring/memfilter tingkat kesadahan pada air atau hardness. Di mana salah satu contoh akibat tingginya hardness ini yaitu bisa mengakibatkan kerusakan yang terjadi dalam tangki uap, boiler maupun sistem pengolahan yang lainnya. Adapun filter water softener di sini adalah alat yang berperan menyerap kadar atau kandungan kapur seperti magnesium dan kalsium. Yang dimana tabung softener sendiri didalamnya terdapat resin kation, yang nantinya menarik ion-ion seperti magnesium, kalsium, besi dan sebagainya serta melepaskan ion natrium.



Gambar 3. 40 Softener Tank

3.9.11. Reverse Osmosis (RO)

Reverse osmosis (RO) pada industri kelapa sawit adalah sistem penting untuk memurnikan air yang digunakan sebagai umpan boiler dan proses pemurnian

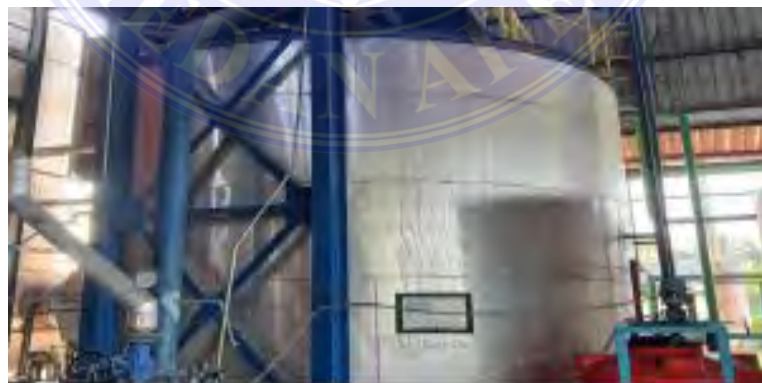
minyak pada stasiun klarifikasi. Sistem ini mampu menghilangkan Sebagian besar kontaminan, termasuk garam-garam dan zat terlarut lainnya, sehingga menghasilkan air bersih yang sesuai standar untuk digunakan dalam berbagai tahap produksi minyak kelapa sawit. Pada PT.BIM memiliki RO yang memiliki kapasitas 12m³



Gambar 3. 41 Reverse Osmosis

3.9.12. Feed Water Tank

Feed water tank berfungsi untuk memanaskan air dari reverse osmosis sebagai persiapan ke dearator. Temperatur air di feed water tank yaitu 80-85°C. Kapasitas tangki harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencukupi kebutuhan ketel uap selama waktu regenerasi. Kapasitas feed water tank di PT Biyu Iyas Malela yaitu 70 m³.



Gambar 3. 42 Feed Water Tank

3.9.13. Dearator Tank

Dearator tank adalah alat untuk pemanasan lanjutan air dari feed water sebelum masuk ke boiler. Temperatur air di dalam dearator yaitu 90-95°C. Dearator

juga berfungsi untuk melepaskan kandungan oksigen dari dalam air. Air dari feed water tank dipompakan masuk ke deaerator tank. Disini terjadi pemanasan dan pelepasan kandungan oksigen dalam air. Pemanasan ini bertujuan agar oksigen mudah terlepas dari ikatan air. Oksigen yang terkandung dalam air akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa dan tabung boiler. Dari deaerator tank air akan dialirkan ke vacuum deaerator. Overflow dari deaerator tank akan dialirkan ke feed water tank. Air untuk umpan boiler harus memiliki pH 10-11.



Gambar 3. 43 Dearator

3.10. Stasiun Boiler

3.10.1. Boiler

Boiler adalah suatu bejana bertekanan yang tertutup dan berisi air lalu dipanaskan dengan menggunakan bahan bakar, dari hasil pemanasan yang dilaksanakan akan menghasilkan steam. PT Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit boiler dengan kapasitas tekanan maksimal 20 bar, dan steam 22 ton/jam.



Gambar 3. 44 Boiler

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai boiler kita harus memahami beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. Pressure (tekanan)

Tekanan adalah tekanan kerja yang dihasilkan oleh steam boiler.

2. Temperature (suhu)

Temperature adalah panas yang dihasilkan steam boiler.

Temperature steam boiler ada 2 macam :

a) Superheater Steam, temperature yang dihasilkan adalah sesuai design yang direncanakan pada boiler.

b) Saturated Steam (uap basah), temperature yang dihasilkan segaris dengan tekanan

3. Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan maksimum boiler untuk menghasilkan uap dalam setiap Ton/jam.

Untuk mencari kapasitas boiler rumus yang digunakan adalah:

$$Q = \frac{\eta \times Gbb \times N.O}{\Delta entalphy}$$

η = Efisiensi Boiler (%)

Gbb = Berat Bahan Bakar (Kg/h)

N.O = Nilai Kalor (Kcal/kg)

$\Delta entalphy$ = Perbedaan Entalphy uap dan Entalphy air masuk (Kcal/kg)

4. Efisiensi

Efisiensi adalah suatu ukuran berapa banyak steam yang dihasilkan dalam setiap ton bahan bakar yang terbakar didalam ruang dapur. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi adalah :

$$\eta = \frac{Q(\Delta \text{entalphy})}{G_{bb} \times N.O}$$

Q = Kapasitas (Kg/hr)

η = Efisiensi boiler (%)

G_{bb} = Berat bahan bakar (Kg/hr)

Δ Entalphy = Perbedaan Entalphy uap dan Entalphy air masuk (Kcal/kg)

Beberapa bagian utama dan perlengkapan boiler yang penting diantaranya

1. Feed water pump (pompa air umpan)

Pompa ini berfungsi untuk mensuplai atau mengalirkan air umpan boiler dari dearator ke dalam upper drum

2. Ruang bakar

Ruang bakar berfungsi sebagai tempat pembakaran bahan bakar (cangkang dan serabut), untuk memanaskan dan menguapkan air yang mengalir didalam pipapipa.

3. Boiler Drum

Boiler drum ada dua yaitu atas (upper drum) dan drum bawah (lower drum) yaitu memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Drum atas menampung air umpan sebelum dipanaskan di pipa pendidih, menampung dan mengalirkan uap basah (saturated steam) yang telah terpisah dengan air ke superheater serta mengalirkan dan mendistribusikan air umpan ke header dan lower drum.
- b. Drum bawah menampung dan mendistribusikan air ke pipa pendidih dan header-header antara drum atas dan drum bawah. Pada drum ini dilakukan drain kotoran atau blow down.

4. Header

Header berfungsi sebagai tempat menampung air umpan dan mendistribusikan air tersebut ke pipa-pipa pendidih untuk dipanaskan menjadi uap. Header merupakan bejana baja berbentuk silinder yang

dipasang disekeliling dapur pembakaran pada bagian bottom atau dasar sisi-sisi dinding boiler.

5. Pipa pemanas

Pipa pemanas ini berfungsi untuk mengubah air menjadi uap dengan bantuan pemanasan secara konveksi dari udara panas hasil pembakaran di ruang bakar.

6. Generating pipe

Fungsi dari pipa ini adalah untuk mengalirkan air umpan boiler dari upper drum ke lower drum, dari upper drum header atau lower drum ke header

7. Fan atau blower

Ada tiga jenis fan yang digunakan yang masing-masing dilengkapi dengan damper yang dikontrol secara manual atau otomatis. damper ini untuk mengatur jumlah udara yang mengalir ke ruang bakar. Jenis-jenis fan tersebut yaitu :

a. Induced draft fan (IDF)

Berfungsi untuk membantu isapan gas hasil pembakaran agar dapat lancar terbuang lewat cerobong.

b. Force Draft Fan (FDF)

Berfungsi untuk membantu isapan memasukkan udara pembakaran ke dalam ruang bakar dan sekaligus mengatur agar pembakaran berjalan sempurna.

c. Secondary Force Draft Fan

Berfungsi untuk menambah kebutuhan oksigen pada proses pembakaran dan untuk mengatur jatuhnya bahan bakar yang dimasukkan dari fuel distributing conveyor.

8. Superheater

Fungsinya untuk menaikkan temperature uap jenuh sampai menjadi uap kering.

9. Dust Collector

Fungsinya untuk mengatur pengeluaran abu yang terbawa gas agar tidak terbuang langsung lewat cerobong.

10. Cerobong Asap

Fungsi untuk membuang gas sisa pembakaran ke udara luar agar tidak menimbulkan polusi udara.

11. Fuel Feeder

Fungsinya untuk mengatur pemasukan bahan bakar ke dalam ruang bakar boiler.

12. Peralatan Control

Fungsinya untuk mengontrol kondisi/keadaan selama boiler beroperasi agar tidak terjadi sesuatu hal yang membahayakan. Peralatan-peralatan tersebut yaitu Alat pengaman, digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, diantaranya adalah:

- a. Safety valve (katub pengaman), untuk mencegah tekanan uap yang berlebihan.
 - b. Water level alarm, berfungsi sebagai tanda jika level air pada upper drum terlalu rendah atau terlalu tinggi.
 - c. Barometer, berfungsi sebagai penunjuk tekanan uap dan air.
 - d. Gelas penduga, berfungsi sebagai penunjuk level air pada upper drum.
 - e. Modulating valve, berfungsi sebagai katub pengatur air umpan untuk mencegah terjadinya low water level pada upper drum.
 - f. Steam Check Valve, berfungsi untuk mencegah adanya back pressure pada pipa uap.
 - g. Thermometer untuk menunjukkan suhu pada boiler.
13. Ash hopper, merupakan unit penampung abu yang terikut dalam udara panas hasil pembakaran. Didalam ash hopper terdapat multicyclone yang berfungsi menangkap abu sehingga jatuh kebawah dan tidak terikut dalam udara.
- h. Shoot Blower, untuk membersihkan kerak yang menempel pada pipa-pipa.

- i. Blow Down Valve, berfungsi untuk mengeluarkan air dari dalam upper drum untuk menjaga level air dan menjaga kandungan solid (TDS=Total Disolved Solid) dalam air.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengoperasian boiler adalah :
Sebelum Proses:

- a. Menghidupkan deaerator booster dan feed water pump.
- b. Test alarm untuk low level water, high level water, dan pengecekan interlock.
- c. Pengecekan level air pada gauge glass, dipastikan level air $\frac{1}{2}$ gauge glass (normal level).
- d. Pengecekan kondisi furnance, dibersihkan sebelum diisi bahan bakar.
- e. Pengecekan bahan bakar (shell hopper) dan stock feedwater di softener water tank.
- f. Pengecekan stock dan dosis chemical.
- g. Pengecekan conveyor, fan, pompa, dan panel.
- h. Dilakukan slow firing selama + 1 jam.
- i. Membuka valve drain pada semua pipa header dan steam trap.
- j. Start boiler dengan menghidupkan ART, IDF, SAF, PAF, CAF, dan AFF. Test safety valve secara manual.
- k. Pengecekan dan test gauge glass.
- l. Ketika tekanan steam 15 bar, main stop valve dibuka sedikit demi sedikit untuk menghindari adanya water hammer pada pipa steam yang masih dingin.

Sedang proses:

1. Diupayakan agar tekanan steam produksi stabil pada tekanan kerja.
2. Pencatatan logsheet secara teratur.
3. Pengecekan level air pada gauge glass dan dipertahankan level air $\frac{1}{2}$ gauge glass (normal level).
4. Pengecekan feeding bahan bakar dan ketebalan kerak pada furnance.
5. Dilakukan pembuangan kerak.

6. Pengecekan kondisi vacuum deaerator, softener, feedwater pump, chemical dosing pump.
7. Pengecekan damper dan kondisi fan-fan.

Setelah proses:

1. Tutup main stop valve dan buka penuh valve drain superheater header.
2. Stop feeding bahan bakar dan bersihkan furnace dari sisa-sisa bahan bakar dan kerak.
3. Mematikan fan-fan.
4. Dipastikan level air dalam gauge glass pada level $\frac{3}{4}$ gauge glass.
5. Mematikan semua alat pendukung.
6. Mematikan power supply ke panel.
7. Membersihkan areal kerja.
8. Pengisian dan paraf logsheet.
9. Merapikan perlengkapan kerja.

3.11. Stasiun Kamar mesin (Engine Room)

3.11.1 Turbin

Turbin merupakan alat untuk mengkonversikan energi dari steam menjadi energi mekanis (putaran) untuk membangkitkan energi listrik melalui alternator. Semua turbin dilengkapi dengan katup keselamatan (safety valve) untuk melindungi turbin dari kondisi pengoperasian yang tidak aman. Katup terbuka dengan mekanis pegas, dan menutup pada tekanan tertentu agar turbin berhenti.

Uap yang digunakan merupakan uap kering dari boiler yang bertekanan kerja 20 kg/cm². Di PT. Biyu Iyas Malela memiliki alternator turbin uap 1 unit dengan kapasitas 767 kW. Apabila tekanan yang masuk ke turbin tidak mencapai < 20 Kg / Cm² maka menyebabkan pasokan listrik yang kurang, sehingga perlu digandeng dengan genset atau sebahagian dari alat atau mesin yang tidak digunakan perlu dimatikan untuk mengurangi pemakaian Listrik.



Gambar 3. 45 Turbin

Faktor yang harus diperhatikan:

- a. Kontrol tekanan uap masuk maximum (20 kg/cm²).
- b. Set frekuensi agar didapat daya listrik yang diharapkan.
- c. Periksa oil gear box.
- d. Pelumasan bearing shaft.
- e. Periksa temperatur oli (40 – 50 0C) dan tekanan oli (2 – 5 bar).
- f. Periksa sil pendingin oli.
- g. Periksa baut pengencang.
- h. Periksa dan bersihkan generator secara periodik.

3.11.2 Genset (Generator Set)

Genset (generator set) merupakan sumber tenaga listrik utama pada saat steam turbo alternator tidak beroperasi dan membantu steam turbo alternator pada saat mengalami kekurangan daya. Apabila tekanan steam boiler jatuh sehingga turbo alternator tidak beroperasi dengan baik dimana tegangan listrik akan turun sedangkan kebutuhan tenaga tetap maka dilakukan paralel dengan diesel alternator agar tidak terganggu jalannya proses produksi. PT. Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit generator set.



Gambar 3. 46 Genset

Faktor-faktor yang diperlukan adalah :

- a. Periksa bahan bakar (solar) dan lakukan pencucian tangki solar secara periodik.
- b. Perhatikan tekanan minyak dan temperatur mesin.
- c. Periksa ketinggian oli / pelumas.
- d. Perhatikan getaran mesin saat beroperasi.
- e. Ganti filter sesuai umur pemakaian.

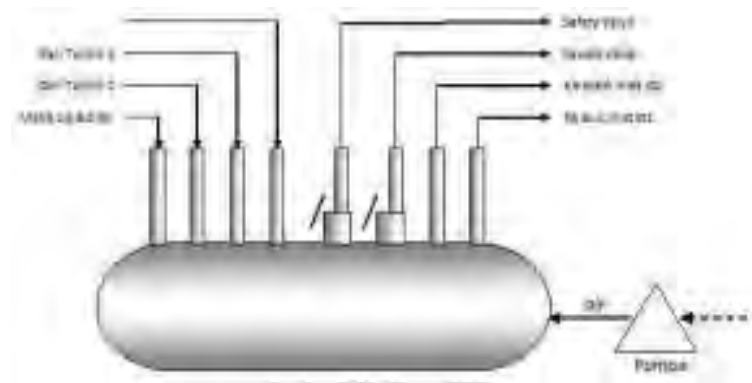
Start Genset :

1. Periksa peralatan genset, oli, bahan bakar, air pendingin.
2. Buka keran bahan bakar.
3. Hidupkan genset.
4. Setelah mesin berjalan normal, pindahkan switch di MCB pada posisi ON

Stop Genset :

1. Pindahkan switch di MCB pada posisi Off.
2. Matikan genset.
3. Tutup keran bahan bakar.

3.11.3 Back Pressure Vessel (BPV)



Gambar 3. 47 Skema BPV

Back Pressure Vessel merupakan bejana tekan yang berfungsi untuk menampung uap bekas turbin untuk selanjutnya uap ini didistribusikan ke unit pengolahan. Prinsip kerja BPV yaitu menampung steam buangan/bekas turbin sampai tekanan maksimum 3 kg/cm². Agar tekananya stabil maka dilengkapi dengan make up valve dan surplus valve. BPV dilengkapi dengan:

1. Make up valve yang berfungsi untuk menaikkan atau menambah tekanan.
2. Safety valve dan surplus valve berfungsi untuk membuang kelebihan uap.
3. Keterangan-keterangan berfungsi untuk distribusi steam ke stasiun pengolahan.
4. Pressure gauge dan termometer berfungsi untuk mengukur dan mencatat tekanan dan suhu uap di BPV.

Hal yang harus diperhatikan pada BPV yaitu :

1. Jaga tekanan BPV pada 2,8 – 3,0 kg/cm² .
2. Buang uap jika tekanan melebihi 3kg/cm² .
3. Atur distribusi steam agar semua proses pengolahan lancar.
4. Periksa kondisi safety valve pastikan berfungsi dengan baik.



Gambar 3. 48 Back Pressure Vessel

3.12. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian pada pabrik kelapa sawit yang memiliki tugas menganalisa dan mengecek hasil produksi maupun proses pada pabrik kelapa sawit, karena parameter yang dihasilkan dari laboratorium lah yang harus diikuti dalam proses produksi.

3.12.1. Quality Palm CPO & Kernel

Parameter yang menentukan sebuah pabrik kelapa sawit dapat dikatakan baik salah satunya adalah hasil produksi CPO dan inti sawit dapat memenuhi standar mutu yang telah ditentukan, yaitu ALB, kadar kotoran, kadar air pada CPO dan inti sawit maupun losses yang terkontrol disetiap prosesnya. Berikut ini adalah pembahasan dan analisa mutu CPO dan inti sawit serta losses di setiap prosesnya:

1. Analisa Kadar Asam Lemak Bebas

Analisa kadar asam lemak bebas atau Free Fatty Acid merupakan analisa yang bertujuan mengetahui kadar asam lemak yang merupakan asam palmitat terdapat pada CPO sebagai parameter baku mutu hasil olah, karena kadar ALB sangat berpengaruh terhadap akan jadi apa CPO itu akan diolah selanjutnya. Berikut cara penentuan ALB :

1. Timbang 3-5gr sampel minyak sampai 0,0001 gr didalam conical flask 250ml
2. Tambahkan 50 ml iso propil alkohol yang sudah dinetralisasi dan 4 tetes indikator penolphtalein, kocok hingga homogen.

3. Titrasi dengan larutan standart natrium atau potassium hidroksida 0,1N tetes demi tetes sampai timbul warna jingga yang dapat bertahan minimal 30 detik

Kalkulasi :

$$\%FFA(\text{sebagai asam palmitat}) = \frac{25,6 \times t \times N}{W}$$

Cacatan :

- a. t = Volume larutan natrium hidroksida yang digunakan (ml)
- b. N = normalitas larutan natirum hidroksida.
- c. W = berat sampel minyak yang digunakan.

2. Penentuan %Moisture

Pennenttuakn kadar moisture adalah penentuan kadar air yang terdapat pada CPO maupun kernel, yang dimana menentukan kualitas hasil produksi CPO dan kernel. Beriku cara penentuan kadar moisture pada CPO dan kernel :

1. Panaskan wadah yang digunakan selama kurang lebih 30 menit pada temperatur 105°C pada oven konvensional dan kemudian dinginkan selama 30 menit didalam desikator timbang wadah kering sampai 0,0001 gr terdekat (W_1).
2. Tuang sampel ke dalamnya dan timbang sampai 0,0001 gr terdekat (W_2).
3. Keringkan sampel minya didalam microwave oven selama waktu yang telah ditentukan, kemudian dinginkan sampel keringnya didalam desikator selama 30 menit.
4. Timbang wadah dan sampel kering sampai 0,0001 gr terdekat (W_3).

Kalkulasi :

$$\%Moisture = 100 \times [(W_2 - W_3) / (W_2 - W_1)]$$



Gambar 3. 49 Moisture Analyzer CPO

3. Penentuan Dirt

Penentuan dirt juga disebut penentuan kadar kotoran yang merupakan parameter dari hasil produksi pabrik berikut cara pengecekan dirt :

1. Tempatkan glass fibre filter dalam gooch crucible dan panaskan glass fibre filter dalam gooch crucible selama 30 menit pada temperatur 105°C pada oven konvensional kemudian dinginkan selama 30 menit didalam desikator
2. Timbang gooch crucible kering berisi glass fiber filter dan sampai 0,0001 gr terdekat (W4)
3. Sampel minyak kering setelah pengujian %moisture, merupakan sampel untuk pengujian %dirt.
4. Tambahkan 100ml hexana suling, lalu aduk hingga homogen.
5. Tuangkan larutan campuran minyak dan hexane kedalam crucible dengan hati hati dan gunakan pompa vacum untuk menghisap campuran tersebut .
6. Lakukan beberapa kali pembilasan dengan hexane suling sampai keseluruhan minyak dan kotoran telah dipindahkan.
7. Pindahkan crucible dan bersihkan bagian luarnya dengan kertas tissue, kemudian kerinkan pada oven pada suhu 105°C selama 30 menit
8. Timbang crucible hingga 0,0001 gr terdekat (W4).

$$\text{Kalkulasi : \%Dirt} = 100 \times [(W5-W4)/(W2-W1)]$$

4. Penentuan % Dirt dan % Kernel Pecah

1. Metode Pengujian

- 1) Timbang sampel kernel sampai gr terdekat (W1)
- 2) Sampel disortir ke dalam kernel bulat, kernel pecah, nut bulat, nut utuh, nut setengah pecah, cangkang lepas, dan serabut
- 3) Pecahkan nut bulat dan nut setengah pecah secara manual dengan hati-hati sehingga kernel yang diperoleh dalam keadaan utuh
- 4) Timbang cangkang secara terpisah sampai gr terdekat dalam kategori berikut :
 - Cangkang dan serabut W2
 - Cangkang dari nut bulat W3
 - Cangkang dari nut setengah pecah W4
 - Kernel pecah W5

2. Kalkulasi

- 1) %Cangkang dan serabut $= 100 \times (W2/W1)$
- 2) %Cangkang dari nut bulat $= 100 \times (W3/W1)$
- 3) %Cangkang dari nut setengah pecah $= 100 \times (W4/W1)$
- 4) %Dirt $= 100 \times \{(W2+W3+W4)/W1\}$
- 5) %Kernel pecah $= 100 \times (W5/W1)$

5. Penentuan % Moisture inti

3. Metode Pengujian

1. Hasil sortasi (nut bulat, nut pecah, kernel bulat, kernel pecah, dan cangkang halus) digerus secara manual dengan menggunakan mortar sampai diperoleh kehalusan maksimal 5 mm.
2. Panaskan crystalizing dish selama ± 30 menit pada temperatur 105oC pada oven konvensional kemudian dinginkan selama ± 30 menit di dalam desikator. Timbang crystalizing dish kering sampai 0,00001 gr terdekat (W1).
3. Tempatkan kernel yang telah dipecahkan ke dalam dish dan timbang sampai 0,0001 gr terdekat (W2).
4. Keringkan sampel dalam microwave oven kemudian dinginkan dalam desikator selama ± 30 menit.

5. Timbang crystalizing dish yang berisi sampel kering sampai 0,0001 gr terdekat (W3).

4. Kalkulasi

$$\% \text{Moisture} = 100 \times \{(W2-W3)/(W2-W1)\}$$

3.12.2. Analisa Kadar Minyak Pada Sample

Analisa kadar minyak pada sampel umumnya memiliki cara yang sama pada tahap prosesnya, analisa ini bertujuan mengetahui kandungan minyak yang dapat menyebabkan losses tinggi yang tidak sesuai dengan norma, juga dapat mengetahui rendemen dari suatu TBS berikut beberapa sample yang diperiksa kadar minyak dengan menggunakan ekstraksi soxlet yaitu :

1. Heavy phase

Heavy phase adalah hasil sampling dari pengolahan sludge tank yang diolah di decanter yang berupa air dan delusi yang harus dicek untuk mengecek kinerja decanter dan mengawasi terjadinya losses.

2. Solid

Solid juga merupakan hasil sampling dari olahan sludge yang terbentuk dari fiber maupun tanah halus yang terdapat pada sludge tank yang berwujud padat.

3. Ampas Press

Ampas Press yaitu hasil dari screw press yang dicek agar mengetahui apaah kinerja screw press berjalan dengan baik atau prosedur proses sudah terlaksana dengan tepat sehingga losses tidak melebihi norma.

4. Janjangan Kosong

Janjangan Kosong hasil dari pemipilan juga perlu dicek karena pada rebussan vertikal losses pada tankos sangatlah harus diperhatikan, yang umumnya air kondensat akan menyerap ke janjangan apabila proses perebusan tidak berjalan sesuai dengan kondisi.

5. Daging Buah

Daging Buah yaitu daging pada brondolan TBS yang dicek berguna sebagai menentukan mmaterial balance, menentukan kondisi buah yang kita olah juga menentukan harga kepada supplier sesuai dengan rendemen TBS yang mereka bawa. Pada Proses nya memerlukan alat sebagai berikut :

1. Neraca Analitis 4 desimal
2. Soxlet ekstraksi
3. Thimble dan kapas
4. Flask bottom/gelas labu
5. Dapur pemanas/elektrotermal
6. Kamar pengasaman
7. Compresor
8. Regent
9. Hexane

Cara Kerja yaitu sebagai berikut :

1. Dari proses ini pertama kita dapat menentukan kadar air lalu dilanjutkan dengan semua contoh sample kering dalam cawan dimasukkan ke dalam thimble dan tutup dengan kapas.
2. Timbang flask bottom dan catat beratnya, kemudian isi dengan premium suling sebanyak 150 ml. 3. Masukkan thimble tersebut dalam soxlet ekstraksi dan hubungkan dengan flask bottom, kemudian ekstraksi selama 5-6 jam.
3. Suling Premium dalam flask hingga hamper habis, kemudian panaskan kembali menggunakan dapur pemanas selama ± 10 menit untuk menguapkan sisa-sisa premium.
4. Bawa ke kamar pengasaman, kemudian compres flask untuk menguapkan sisa-sisa premium yang masih ada.
5. Dinginkan dalam desikator ± 20 menit.
6. Timbang flask berisi minyak dan catat hasilnya

Perhitungan Hasil Analisa yaitu :

$$\% \text{Minyak} = \frac{\text{Berat Minyak}}{\text{Berat sample}} \times 100$$



Gambar 3. 50 Metode Soxhlet

3.12.3. Analisa Kadar Minyak Pada Centrifuge

Analisa kadar minyak pada mesin Centrifuge juga dilakukan agar mengetahui kandungan minyak pada sample yang memiliki losse juga mengetahui prosedur kerja mesin apakah optimal dilaksanakan sehingga memperkecil losses yang terjadi, berikut prosedur cara analisa menggunakan centrifuge :

1. Sediakan centrifuge tube dengan kapasitas 20ml, juga sample yang akan dianalisa yang biasanya 5 sample.
2. Masukkan sample kedalam centrifuge tube sebanyak 20 ml.
3. Lalu masukkan sampel kedalam mesin centrifuge atur waktu selama 5 menit
4. Tutup lalu tunggu hingga mesin berhenti.
5. Setelah itu cek lapisan yang terbentuk dengan membaca skala yang terdapat pada tube kita akan mengetahui berapa persen kandungan minyak yang terdapat pada sampel.



Gambar 3. 51 Centrifuge

3.13. Pengolahan Limbah Cair

Dalam proses pengolahan kelapa sawit menghasilkan berbagai macam fasa limbah salah satunya cair, limbah cair adalah limbah yang tidak bisa diolah maupun dipergunakan kembali tetapi tujuan pengolahan limbah cair adalah mengurangi volume atau konsentrasi zat berbahaya pada limbah yang tidak sesuai dengan baku mutu. Pengolahan limbah cair memiliki jangka waktu yang panjang dan juga membutuhkan kolam kolam yang luas sebagai media penyimpanannya.

Pada PT. BIM terdapat 10 kolam limbah yang memiliki fungsi dan tujuan masing masing dalam medianya, berikut skema tata letak kolam limbah pada PT. BIM.



Gambar 3. 52 Denah kolam limbah

Berikut beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penanganan limbah cair dengan sistem pond :

1. Selalu perhatikan level air pada kolam.
2. Perhatikan jangka waktu limbah pad kolam

3. Perhatikan kondisi dan karakteristik air limbah agar sesuai.
4. Bersihkan areal kolam limbah

3.13.1. Cooling Pond (Kolam 1)



Gambar 3. 53 Cooling Pond

Merupakan kolam yang berfungsi untuk mendinginkan limbah cair dan juga sebagai kolam tempat pengutipan minyak kembali yang akan dikutip menggunakan skimmer dan akan ditumpulkan menggunakan bambu yang akan dipompakan menuju recovery tank. Limbah yang masuk ke cooling pond adalah limbah yang berasal dari drain final effluent pada fat pit maupun recovery tank, memiliki suhu (70-80oC) dan didinginkan secara alami, hal ini bertujuan agar limbah memiliki kondisi yang memungkinkan bagi bakteri mesophilic untuk dapat berkembang pH di kolam ini berkisar 4-5.

Pada cooling pond harus dilakukan perhatian secara rutin seperti:

1. Pengutipan minyak yang berbentuk buih pada permukaan air.
2. Level atau ketinggian volume air limbah harus diperhatikan agar tidak keluar
3. Lakukan pemindahan air limbah ke kolam selanjutnya secara berkala
4. Lakukan perawatan kolam limbah.

3.13.2. Acid Pond (Kolam 2)

Acid pond adalah kolam yang dilengkapi dengan mikroba yang berfungsi menetralsir keasaman limbah. Pada kolam ini dilakukan pencampuran antara limbah yang telah didinginkan dengan lumpur yang diambil dari kolam anaerobic dengan perbandingan 1 : 2. Pencampuran ini dimaksudkan agar bakteri yang telah

aktif dari kolam anaerobic dapat bercampur dengan limbah cair sehingga proses pengaktifan bakteri dapat lebih cepat. Masa tinggal limbah di acid pond adalah 24 jam.



Gambar 3. 54 Acid Pond

3.13.3. Netralizing Pond

Netralizing Pond adalah kolam yang berfungsi sebagai tempat penetral air limbah agar bakteri dapat hidup dan dapat dilanjutkan ke proses berikutnya, pada kolam ini tidak ada penanganan khusus hanya saja perlu diperhatikan kondisi limbah sesuai jangka waktu dan karakteristik limbah sebelum dipindahkan kekolam selanjutnya.



Gambar 3. 55 Netralizing Pond

3.13.4. Anaerobic Pond (Kolam 4-5)

Anaerobic pond adalah kolam yang berfungsi menguraikan senyawa organik kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme yang dapat hidup pada kondisi anaerob untuk selanjutnya dirombak menjadi asam yang menguap. Pada kolam ini tidak memerlukan oksigen pada prosesnya. pH air akan

naik sejalan dengan terurainya asam-asam organik oleh proses hidrolisa. Pada kolam ini, terdapat gelembung-gelembung dan bau menandakan proses penguraian lemak (butiran minyak) menjadi asam yang mudah menguap. pH pada kolam ini sekitar 6-8 dengan suhu mencapai 40°C.

Pada kolam ini air akan membentuk lapisan pada permukaan air yang dimana sinar matahari maupun oksigen tidak masuk kedalam kolam yang dapat mengganggu proses bakteri anaerob.



Gambar 3. 56 Anaerobic Pond

3.13.5. Fakultatif Pond

Fakultatif pond adalah kolam yang berfungsi sebagai tempat transisi dari anaerob ke aerob, pada kolam ini merupakan masa perombakan yang dimana bakteri akan berganti fungsi dan kemampuan hidupnya. Pada kolam ini air limbah sudah memasuki pH netral agar mikroba aerob dapat hidup.



Gambar 3. 57 Falkutatif Pond

3.13.6. Aerobic Pond (Kolam 6-8)

Aerobic pond adalah kolam yang berfungsi menurunkan tingkat TSS (Total Suspenden Solid) sehingga limbah di kolam ini lebih encer. Sistem di kolam ini

menggunakan bantuan mikroorganisme (bakteri) yang memerlukan oksigen untuk memecah atau menguraikan bahan-bahan organik. Untuk bakteri aerobik adalah kebalikan dari bakteri anaerobic, bakteri aerobik memerlukan oksigen dan cahaya sementara anaerobic tidak memerlukan oksigen. pH pada kolam ini berkisar 7-9 dengan suhu mencapai 60°C.



Gambar 3. 58 . Aerobic Pond

3.13.7. Final Pond (Kolam 10)

Final pond adalah bagian terakhir dalam sistem pengolahan limbah cair di pabrik kelapa sawit. Kolam ini berfungsi sebagai tempat penampungan air limbah yang telah melalui beberapa tahap pengolahan sebelumnya, sebelum dibuang ke lingkungan. Secara umum, air limbah yang masuk ke final pond sudah memiliki kadar air pencemar yang relatif rendah, namun masih perlu diawasi dan dikendalikan sebelum dibuang. pH pada kolam ini berikisar 6-8.



Gambar 3. 59 Final Pond

BAB IV TUGAS KHUSUS

4.1 Pendahuluan

Tugas khusus adalah komponen dari laporan kerja praktek yang memaparkan gambaran dasar mengenai tugas akhir yang akan dirancang oleh mahasiswa, dengan judul **Analisis Postur Kerja Oprator Pengangkutan Buah dengan Metode Rula Reba.**

4.1.1 Latar Belakang Masalah

Pekerjaan operator pengangkutan buah melibatkan aktivitas fisik repetitif, seperti mengangkat, menarik, dan membawa beban berat dalam durasi panjang. Aktivitas ini berpotensi menimbulkan risiko gangguan *muskuloskeletal* (MSDs) akibat postur kerja yang tidak ergonomis, seperti membungkuk, memutar tubuh, atau menjangkau berulang kali. Menurut data International Labour Organization (ILO), sektor pertanian dan logistik termasuk yang memiliki prevalensi MSDs tertinggi akibat beban kerja fisik. Oleh karena itu, penilaian postur kerja menggunakan metode ergonomi seperti *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) menjadi krusial. RULA fokus mengevaluasi risiko postur tubuh bagian atas (lengan, leher, dan punggung), sementara REBA menganalisis seluruh tubuh, termasuk keseimbangan dan stabilitas. Kedua metode ini membantu mengidentifikasi tingkat risiko dan merancang intervensi untuk meningkatkan keselamatan kerja (Dewantari, 2021).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi postur kerja adalah *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). RULA difokuskan pada analisis postur tubuh bagian atas, seperti lengan, bahu, leher, dan punggung, sedangkan REBA memberikan penilaian menyeluruh terhadap seluruh tubuh, termasuk keseimbangan dan stabilitas pekerja. Kedua metode ini dirancang untuk mengidentifikasi tingkat risiko yang dihadapi pekerja serta memberikan rekomendasi perbaikan guna mengurangi potensi cedera akibat beban kerja yang tinggi. Penerapan metode ini menjadi analisi untuk mengetahui tingkat cidera yang dialami oleh kariawan dalam aspek ergonomi dan efisiensi kerja di sektor perkebunan kelapa sawit.

PT. Biyu Iyas Malela (BIM) adalah perusahaan yang bergerak di bidang ekstraksi minyak kelapa sawit. Untuk memastikan kelancaran proses produksi yang melibatkan pekerjaan berat, PT. BIM berkomitmen untuk meningkatkan kompetensi karyawan dalam menjalankan tugas mereka dengan baik. Peningkatan pemahaman dan keterampilan ini bertujuan untuk meminimalkan kesalahan kerja yang dapat menyebabkan cedera serta menghambat efisiensi operasional. Dengan penerapan strategi ini, perusahaan dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif.

Berdasarkan wawancara dan analisis yang dilakukan pada PT. Biyu Iyas Malela keluhan yang sering di rasakan oleh para oprator adalah sakit pinggang, lengan, serta pada kaki. Oleh krna itu, Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi postur kerja adalah Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dan Rapid Entire Body Assessment (REBA). Kedua metode ini dirancang untuk mengidentifikasi tingkat risiko yang dihadapi pekerja serta memberikan rekomendasi perbaikan guna mengurangi potensi cedera akibat beban kerja yang tinggi. Penerapan metode ini menjadi langkah strategis dalam meningkatkan aspek ergonomi dan efisiensi kerja di sektor perkebunan kelapa sawit.

Penelitian yang dilakukan yaitu terhadap postur kerja oprator pengangkut TBS yang bertujuan menjaga kesehatan dan keamanan saat bekerja serta meningkatkan produktivitas karyawan yang berpengaruh terhadap pencapaian perusahaan.

4.1.2 Perumusan masalah

Dari penjelasan latar belakang masalah yang telah disebutkan sebelumnya, yang menjadi fokus utama permasalahan ini adalah:

1. Bagaimana postur kerja oprator pengangkutan buah TBS selama melakukan aktivitas pengangkutan?
2. Berapa tingkat resiko gangguan muskuloskeletal pada oprator berdasarkan penilaian metode RULA (untuk anggota tubuh bagian atas) dan REBA (untuk seluruh tubuh)?
3. Rekomendasi apa yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko gangguan muskuloskeletal pada oprator berdasarkan hasil analisis RULA dan REBA?

4.1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebaga berikut:

1. Ruang lingkup aktivitas kerja penelitian difokuskan pada analisis postur kerja oprator selama aktivitas inti pengangkutan TBS, seperti mengangkat, menarik, dan berjalan.
2. Metode penelitian ini menggunakan metode RULA (*rapid upper limb assessment*) untuk menilai resiko muskuloskeletal pada tubuh bagian atas (bahu, lengan, pergelangan tangan, dan leher) serta metode REBA (*rapid entire body assesment*) untuk mengevaluasi postur tubuh secara keseluruhan
3. Observasi dilakukan di area kerja pengangkutan TBS PT Biyu Iyas Makeka (BIM) dengan melibatkan oprator yang bertugas langsung dalam proses pengangkutan.

4.1.4 Asumsi-asumsi yang digunakan

Asumsi yang digunakan adalah analisis secara langsung dan wawancara terhadap oprator pengangkutan buah yang terdapat di PT. Biyu Iyas Malela (BIM).

4.1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan postur kerja oprator pengangkut buah tebes.
2. Untuk menilai tingkat resiko gangguan muskuloskeletal.
3. Merumuskan rekomendasi ergonomis berbasis hasil penilaian RULA dan REBA.

4.1.6 Man faat Penelitia

1. Mempererat hubungan dan kerjasama antara pihak Universitas dengan perusahaan PT.Biyu Iyas Malela (BIM). Dengan Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Hasil Penelitian dapat digunakan sebagai referensi untuk memberikan usulan dan solusi mengenai perbaikan pada cara kerja yang dilakukan oprator pengangkutan buah pada PT.Biyu Iyas Malela (BIM).

3. Sebagai referensi ilmiah bagi pihak yang ingin melakukan penelitian sejenis.

4.2 Landasan Teori

4.2.1 Defenisi Ergonomi

Ergonomi merupakan istilah yang berasal dari Bahasa Yunani. Ergonomi terdiri dari dua suku kata, yaitu: “ergon” yang berarti ‘kerja’ dan “nomos” yang berarti ‘hukum atau aturan’. Dari kedua suku kata tersebut, dapat ditarik kesimpulan bawa ergonomi adalah hukum atau aturan tentang kerja atau yang berhubungan dengan kerja. Secara singkat bisa disebut bahwa ergonomi adalah ilmu kerja.

Berikut beberapa definisi ergonomi menurut para ahli:

- a Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia denganelemen – elemen lain dalam suatu sistem dan pekerjaan yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk merancang suatu sistem yang optimal, dilihat dari sisi manusia dan kinerjanya. Ergonomi berhubungan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah ataupun di tempat rekreasi (Wahyu et al., 2023).
- b Definisi ergonomi menurut Ginting Rosnani (2021) adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi – informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja, sehingga orang dapat hidup dan juga bekerja pada suatu sistem yang baik yaitu untuk mencapai tujuan yang diinginkan dengan melalui pekerjaan yang efektif dan efisien.

kenyamanan dan keselamatan harus dijaga baik di tempat kerja, di rumah, maupun tempat rekreasi. Ergonomi juga dikenal sebagai Human Factors. Prinsip ergonomi digunakan oleh sejumlah ahli dalam bidangnya, seperti ahli arsitektur, ahli anatomi, perancang produk, fisioterapis, fisikawan, terapis pekerjaan, psikolog, dan insinyur industri. Ergonomi turut mempengaruhi pekerjaan dalam sebuah organisasi, termasuk menetapkan durasi istirahat, diversifikasi tugas, dan penjadwalan shift kerja. Peran ergonomi dalam desain proses pengangkutan buah

oleh oprator pengangkutan buah juga penting seiring dengan tingginya beban kerja fisik yang dilakukan.

4.2.2 Prinsip-Prinsip Ergonomi

Dalam memahami prinsip – prinsip ergonomi semakin mempermudah adanya evaluasi setiap tugas dan pekerjaan walaupun ilmu pengetahuan dalam ergonomi terus mengalami kemajuan dan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan yang terus berubah.

Prinsip ergonomi adalah suatu pedoman yang dalam penerapannya ergonomi di tempat kerja. Berdasarkan pendapat Baiduri dalam sautu diklat kuliah ergonomi, sedikitnya terdapat 12 prinsip ergonomi antara lain:

1. Mengurangi beban berlebihan
2. Mencakup jarang ruang
3. Minimalisasi gerakan statis (berulang)
4. Membuat agar display dan contoh mudah dimengerti
5. Bekerja dalam posisi atau postur normal
6. Menempatkan peralatan berada dalam jangkauan
7. Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan
8. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman
9. Meminimalisasi titik beban
10. Melakukan gerakan, olahraga dan juga peregangan saat bekerja
11. Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh

Selain itu secara umum prinsip – prinsip ergonomi terbagi atas 5 point diantaranya sebagai berikut:

1. Kegunaan (*Utility*) artinya setiap produk yang dihasilkan memiliki manfaat kepada seseorang dalam mendukung aktivitas atau kebutuhan secara maksimal tanpa mengalami suatu kesulitan ataupun masalah dalam kegunaannya. Contohnya prinsip ergonomi ini yakni: kemeja diberi kancing untuk memudahkan mengenakan dan melepaskan.
2. Keamanan (*Safety*) artinya setiap produk yang dihasilkan memiliki fungsi yang memiliki manfaat tanpa resiko yang membahayakan keselamatan ataupun yang ditimbulkan dapat merugikan bagi pemakainya. Contohnya, saku baju diberi tutup dan kancing agar benda tidak mudah

jatuh.

3. Kenyamanan (*Comfortability*) artinya produk yang dihasilkan memiliki tujuan yang sesuai atau tidak mengganggu aktivitas dan upayakan mendukung aktivitas seseorang. Contohnya, kain yang dipilih dari serat lembut, sejuk dan menyerap keringat
4. Keluwasan (*Flexibility*) artinya dapat digunakan untuk kebutuhan dalam kondisi ataupun fungsi ganda. Contohnya, baju diberi saku agar dapat menyimpan benda – benda kecil
5. Kekuatan (*Durability*) artinya harus awet dan juga tahan lama dan tidak mudah rusak jika digunakan. Contohnya, bahan baju terbuat dari kain yang awet dan dijahit kuat.

4.2.3 Postur

Postur adalah pergerakan aktif dan merupakan hasil dari banyak pergerakan tubuh yang sebagian besar memiliki karakter yang saling menguatkan. Pembagian postur kerja dalam ergonomi didasarkan atas posisi tubuh dan pergerakan. Berdasarkan posisi tubuh, postur kerja dalam ergonomic terdiri dari :

1. Posisi Netral (*Neutral Posture*), yaitu postur dimana seluruh anggota tubuh berada pada posisi yang wajar dan kontraksi pada otot tidak berlebihan sehingga anggota tubuh, jaringan syaraf lunak dan tulang tidak mengalami pergeseran, pembebanan dan kontraksi yang berlebihan.
2. Postur Janggal (*Awkward Posture*) yaitu postur dimana posisi tubuh (lutut, sendi dan punggung) secara signifikan menyimpang dari posisi netral pada saat melakukan aktivitas yang disebabkan oleh keterbatasan tubuh manusia dalam menghadapi beban dalam waktu yang lama. Selain itu, postur janggal membutuhkan energi yang lebih besar, oleh karena itu semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan kondisi janggal tersebut, sehingga dampak pada kerusakan otot rangka semakin besar (Anis & Farnida, 2022).

Sedangkan untuk paran pendukung di bagian pengangkatan beban (Arsip) adalah sebagaiberikut :

1. Langkah 1 : Memastikan postur mengangkat yang tepat
2. Langkah 2 : Bergerak mendekati objek dan tekuk lutut untuk mengambil

objek

3. Langkah 3 : Pegang objek dengan kuat dan dekatkan dengan tubuh Anda
4. Langkah 4 : Angkat objek dengan meluruskan kaki, menjaga punggung tetap lurus
5. Langkah 5 : Memiliki firasat kuat pada objek sebelum pindah



Gambar 4. 1 Postur Tubuh Saat Mengangkat Beban

Hal – hal yang berkaitan dengan peningkatan risiko terhadap postur janggal antara lain :

1. Persendian yang bergerak melebihi posisi netral
2. Otot berkontraksi pada level tekanan tinggi
3. Banyaknya gerakan postur tersebut
4. Lamanya waktu terhadap postur janggal

4.2.4 REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) adalah metode yang menentukan tingkat risiko yang terkait dengan postur pekerja di leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja (Andriana et al., 2021). REBA memiliki kesamaan yang mendekati metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), tetapi metode REBA tidak sebaik metode RULA yang menunjukkan pada analisis pada keunggulan yang sangat dibutuhkan dan untuk pergerakan pada pekerjaan berulang yang diciptakan, REBA lebih umum, dalam penjumlahan salah satu sistem baru dalam analisis yang didalamnya termasuk faktor – faktor dinamis dan statis bentuk pembebanan interaksi pembebanan perorangan, dan konsep baru berhubungan dengan pertimbangan dengan sebutan “*The Gravity Attended*” untuk mengutamakan posisi dari yang paling unggul.

Metode REBA telah mengikuti karakteristik, yang telah dikembangkan untuk memberikan jawaban untuk keperluan mendapatkan peralatan yang bisa digunakan untuk mengukur pada aspek pembebanan fisik para pekerja. Analisa dapat dibuat sebelum atau setelah sebuah interferensi untuk mendemonstrasikan resiko yang telah dihentikan dari sebuah cedera yang timbul. Hal ini memberikan sebuah kecepatan pada penilaian sistematis dari resiko sikap tubuh dari seluruh tubuh yang bisa pekerja dapatkan dari pekerjaannya.

4.2.5 Pengembangan dari percobaan metode REBA adalah

1. Untuk mengembangkan sebuah sistem dari analisa bentuk tubuh yang pantas untuk resiko *musculoskeletal* pada berbagai macam tugas.
2. Untuk membagi tubuh kedalam bagian – bagian untuk pemberian kode individual, menerangkan rencana perpindahan.
3. Untuk mendukung sistem penilaian aktivitas otot pada posisi statis (kelompok bagian, atau bagian dari tubuh), dinamis (aksi berulang, contohnya pengulangan yang unggul pada *veces/minute*, kecuali berjalan kaki), tidak cocok dengan perubahan posisi yang cepat.
4. Untuk menggapai interaksi atau hubungan antara seorang dan beban adalah penting dalam manipulasi manual, tetapi itu tidak selalu bisa dilakukan dengan tangan. Termasuk sebuah faktor yang tidak tetap dari pengambilan untuk manipulasi beban manual.
5. Untuk memberikan sebuah tingkatan dari aksi melalui nilai akhir dengan indikasi dalam keadaan terpaksa

4.2.6 Tujuan Pengembangan REBA

Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) dikembangkan oleh Hignett dan McAtamney pada tahun 2000 dengan tujuan utama untuk menyediakan sistem analisis postur kerja yang sederhana namun sensitif terhadap risiko cedera muskuloskeletal. Metode ini membagi tubuh menjadi beberapa segmen untuk dievaluasi secara individual, sehingga memungkinkan identifikasi spesifik pada area tubuh yang berisiko. Selain itu, REBA dirancang untuk mengevaluasi berbagai jenis pekerjaan, termasuk yang melibatkan aktivitas dinamis atau postur tubuh yang berubah-ubah (Nova & Hariastuti, 2022).

Berikut adalah tujuan dari pengembangan reba:

- a. Untuk menyediakan sistem analisis postural sederhana yang peka terhadap risiko muskuloskeletal dalam berbagai tugas.
- b. Untuk membagi tubuh menjadi beberapa segmen untuk dievaluasi secara individual dengan mengacu pada postur dan bidang gerakan.
- c. Untuk menyediakan sistem penilaian untuk aktivitas otot yang disebabkan oleh postur statis, dinamis, cepat berubah atau tidak stabil.
- d. Untuk mempertimbangkan kopling sebagai variabel penting dalam penanganan beban.
- e. Memberikan keluaran tingkat tindakan dengan indikasi urgensi.
- f. Untuk menyediakan alat penilaian yang mudah digunakan yang membutuhkan waktu, tenaga, dan peralatan minimal.

Dengan adanya tujuan-tujuan tersebut, REBA membantu dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi postur kerja yang berpotensi menimbulkan risiko cedera, sehingga memungkinkan perbaikan kondisi kerja untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan pekerja (Dewantari, 2021).

4.2.7 Keuntungan Penggunaan REBA

Berikut adalah beberapa keuntungan utama penggunaan metode REBA yang diidentifikasi dalam berbagai jurnal:

1. **Analisis Cepat dan Mudah:** REBA memungkinkan penilaian postur tubuh secara cepat dan sederhana, tanpa memerlukan peralatan khusus atau pengukuran sudut yang rumit. Hal ini mempermudah evaluasi risiko ergonomis dalam berbagai situasi kerja (Dewantari, 2021).
2. **Penilaian Seluruh Tubuh:** Metode ini dirancang untuk mengevaluasi postur dari seluruh bagian tubuh, termasuk leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, bahu, dan kaki. Pendekatan komprehensif ini membantu dalam mengidentifikasi area spesifik yang berisiko mengalami gangguan muskuloskeletal (Dewantari, 2021).
3. **Fleksibilitas dalam Berbagai Jenis Pekerjaan:** REBA dapat diterapkan pada berbagai jenis aktivitas kerja, baik yang bersifat statis maupun dinamis. Ini menjadikannya alat yang fleksibel untuk menilai risiko

ergonomis dalam berbagai industri dan jenis pekerjaan (Attaqwa et al., 2024).

4. **Identifikasi Risiko dan Prioritas Perbaikan:** Dengan memberikan skor risiko berdasarkan postur kerja, REBA membantu dalam mengidentifikasi tingkat risiko dan menentukan prioritas perbaikan yang diperlukan untuk mengurangi potensi cedera (Munawir et al., 2021).
5. **Efektivitas Biaya:** Penggunaan REBA dianggap memiliki rasio efektivitas biaya yang baik, karena metode ini tidak memerlukan investasi besar dalam peralatan atau pelatihan khusus, namun tetap memberikan hasil yang akurat dalam penilaian risiko ergonomis (Mauliddiyah, 2021).

4.2.8 Keterbatasan Penggunaan REBA

Secara keseluruhan, REBA adalah alat yang sangat cepat dan mudah yang dapat Anda gunakan untuk mengevaluasi tugas apa pun. Namun, ada batasan yang perlu dipertimbangkan saat memilih alat yang tepat untuk penilaian ergonomi.

Beriku merupakan batasan REBA menurut (Issue, Rivaldo, et al., 2025) :

- a. REBA hanya dapat menilai satu postur, pada satu titik waktu; oleh karena itu, hasilnya tidak termasuk bagian berisiko tinggi lainnya dari tugas. Untuk mengatasi hal ini, Anda dapat menyelesaikan beberapa REBA per tugas atau Anda dapat mempertimbangkan alat penilaian berbasis tugas untuk menangkap interaksi berbagai faktor risiko MSD dalam tugas.
- b. Evaluators harus memutuskan apa bagian “terburuk” dari tugas tersebut. Ini mungkin berbeda di antara operator, dan juga mungkin berbeda di antara evaluator. Misalnya, adalah bagian "terburuk" dari tugas dengan postur tubuh yang menyebabkan paling banyak ketidaknyamanan operator, postur yang paling sering diulang atau kekuatan tertinggi yang diberikan oleh operator. Secara keseluruhan, subjektivitas memilih postur tubuh "terburuk" untuk dievaluasi dapat menghasilkan perbedaan penilaian. Untuk mengatasi ini, pertimbangkan alat penilaian berbasis tugas untuk menangkap semua langkah dalam tugas dan untuk mengevaluasi interaksi dari faktor risiko MSD yang ada.
- c. Seperti kebanyakan alat gaya survei, diperlukan beberapa subjektivitas

untuk memilih ambang batas yang tepat. Untuk mengatasi hal ini, pertimbangkan teknologi penangkapan gerak untuk mengurangi kesalahan manusia dan subjektivitas.

Metode REBA juga dilengkapi dengan faktor *coupling*, beban eksternal aktivitas kerja. Dalam metode ini, segmen – segmen tubuh dibagi menjadi dua group, yaitu group A dan group B. Group A terdiri dari punggung (batang tubuh), leher, dan kaki. Sedangkan group B terdiri dari lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan.

4.2.9 RULA

RULA adalah suatu metode untuk menganalisa ergonomi postur tubuh pada pekerjaan dengan Spenggunaan bagian tubuh atas. Analisa RULA dilakukan apabila terdapat laporan keluhan pada tubuh bagian atas yang disebabkan oleh postur tubuh yang tidak ergonomis. Metode RULA mudah untuk digunakan, karena tidak membutuhkan peralatan khusus dalam pelaksanaannya. Beberapa faktor yang dilakukan analisa pada metode RULA adalah sebagai berikut posisi kerja pada keadaan statis, beban pekerjaan, jangka waktu pekerjaan, energi otot yang digunakan (Issue, Sugiono, et al., 2025).

4.2.10 Manfaat RULA:

- a. RULA adalah metode penilaian ergonomis yang mudah digunakan dan dipahami.
- b. RULA dapat dilakukan dengan cepat dan tanpa memerlukan peralatan khusus.
- c. RULA memberikan skor yang dapat diinterpretasikan dengan mudah untuk menilai risiko MSD.
- d. RULA dapat digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan.

4.2.11 Tujuan Metode RULA

secara speasifik dikembangkan untuk :

1. Melakukan penilaian terhadap populasi pekerja yang memiliki keluhan gangguan tulang punggung bagian atas secara cepat.
2. Melakukan identifikasi terhadap dampak terhadap otot dan rangka atas postur kerja, beban yang diterima tubuh, kondisi kerja yang statis

maupun pengulangan yang memungkinkan menjadi penyebab atas fatik otot.

Memberikan hasil yang dikemudian hari bisa dikorelasikan dengan penilaian ergonomi yang lebih luas, meliputi epidemiologi, fisika, mental, lingkungan dan faktor organisasi serta kebutuhan penelitian lainnya yang sesuai dengan pedoman pencegahan gangguan tulang punggung bagian atas (Issue, Sugiono, et al., 2025).

4.2.12 Keterbatasan RULA:

1. RULA hanya menilai risiko MSD pada anggota tubuh bagian atas.
2. RULA tidak mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi risiko MSD, seperti stres dan kelelahan.
3. RULA harus dilakukan oleh orang yang terlatih.

4.3 Pengolahan Data

Berikut adalah proses pengolahan data menggunakan Metode Rula dan Reba untuk mengurangi cedera pada oprator pengangkut buah pada PT. Biyu Iyas Malela (BIM):

4.3.1 Penilaian postur REBA

Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (Kusuma & Akbar, 2024):

1. Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto. Untuk mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail (valid), sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya (Istiqomah et al., 2024) .
2. Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja. Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing-masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan.

Tabel 4. 1 Nilai Risiko Metode REBA

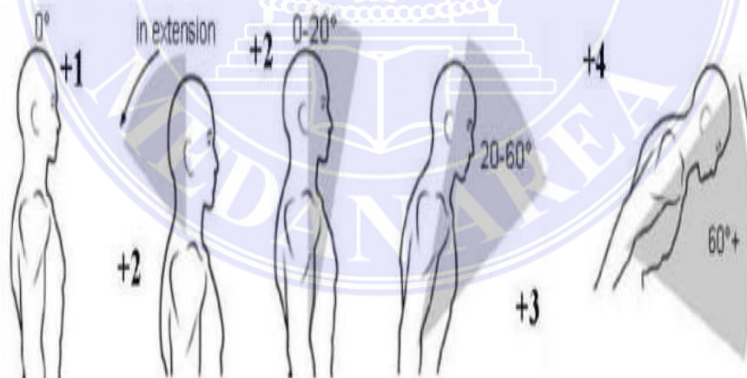
Score Reba	Kategori	Level Tindakan	Tindakan
1	Dapat Diabaikan	0	Tidak Perlu
2 s/d 3	Rendah	1	Mungkin Diperlukan
4 s/d 7	Sedang	2	Diperlukan
8 s/d 10	Tinggi	3	Diperlukan Segera
11 s/d 15	Sangat Tinggi	4	Diperlukan Tindakan Sekarang

Penilaian postur kerja pada masing – masing group tersebut didasarkan pada postur – postur dibawah ini:

4.3.2 Penilaian Postur Tubuh REBA Grup A

Postur tubuh grup A terdiri atas batang tubuh (*trunk*), leher (*neck*) dan kaki (*legs*).

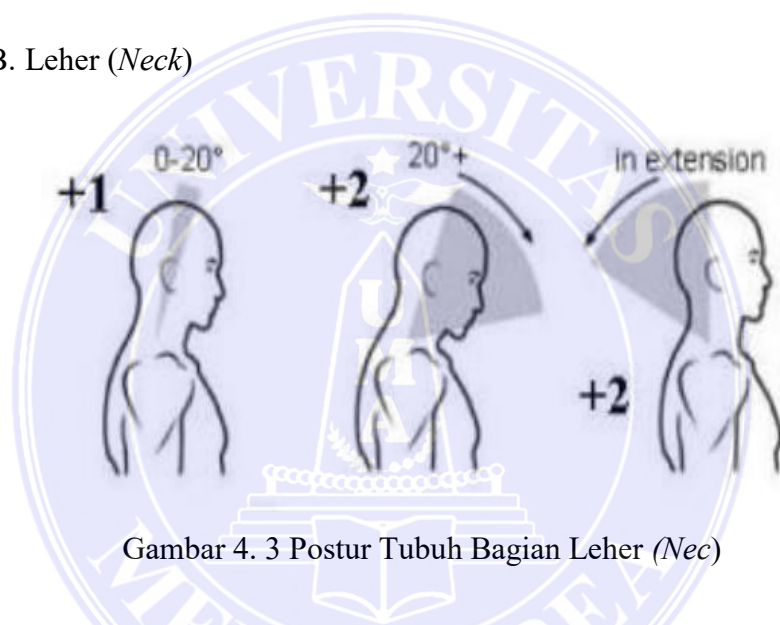
A. Batang Tubuh (*Trunk*)



Gambar 4. 2 Postur Tubuh Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)

Tabel 4. 2 Sekor Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)

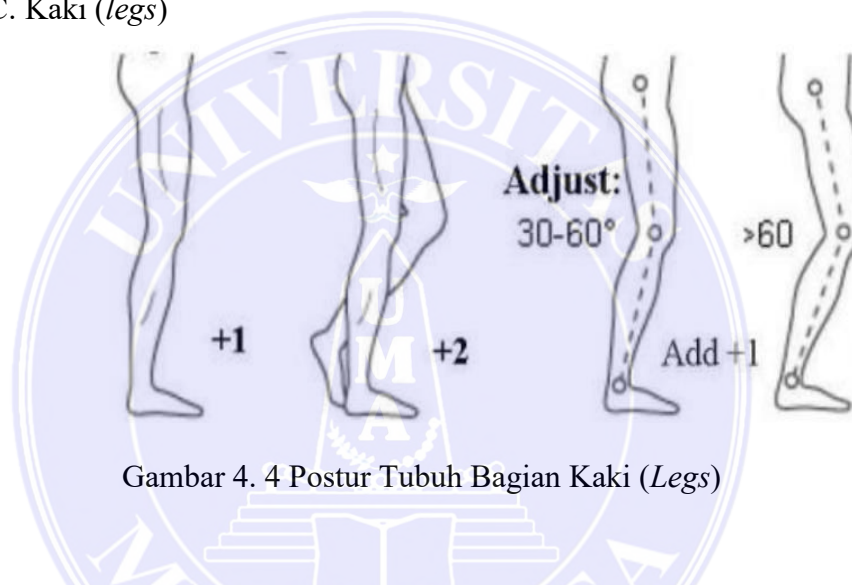
Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Tegak/alami	1	+ 1 jika memutar atau miring kesamping.
0 ^o -20 ^o flexion	2	
0 ^o -20 ^o extension		
20 ^o -60 ^o flexion	3	
>20 ^o extension		
> 60 ^o flexion	4	

B. Leher (*Neck*)Gambar 4. 3 Postur Tubuh Bagian Leher (*Nec*)Tabel 4. 3 Skor Bagian Kaki (*Legs*)

Pergerakan	Skor	Perubahan skor
kaki tertopang Bobot tersebar antara merata, jalan atau duduk	1	1 jika lutut antara 30° dan 60° flexion 2 jika lutut lebih dari 60° flexion

Kaki tidak terpotong, bobot tidak tersebar merata/postur tidak setabil	2	(tidak ketika duduk)
--	---	----------------------

C. Kaki (*legs*)



Gambar 4. 4 Postur Tubuh Bagian Kaki (*Legs*)

Skor penilaian untuk kaki (*legs*) dapat dilihat pada tabel.

Pergerakan	Skor	Pemberian Skor
kaki terpotong bobot tersebar merata, jalan atau duduk	1	1 Jika lutut antara 30° dan 60° flexion
Kaki tidak terpyong bobot tidak tersebar/postur tidak stabil	2	2 jika lutut lebih dari 60° flexion (tidak ketika duduk)

Tabel 4. 4 Skor Bagian Kaki (*Legs*)

Tabel 4. 5 Skor Grup A REBA

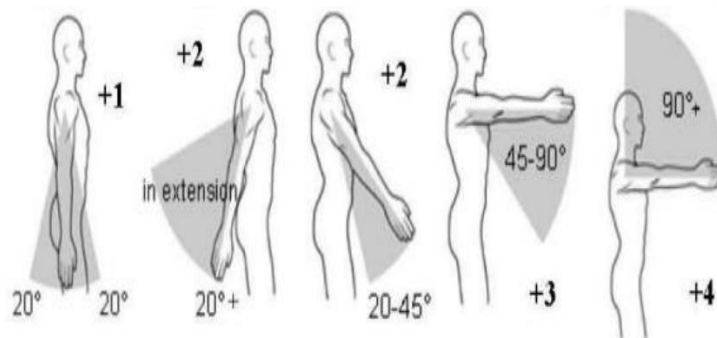
Tabel A	Neck												
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score	1	1	2	3	4	1	2	3	5	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabel A merupakan penggabungan nilai dari group A untuk skor postur tubuh, leher dan kaki. Sehingga didapatkan skor tabel A. Kemudian skor tabel A dilakukan penjumlahan terhadap besarnya beban atau gaya yang dilakukan operator dalam melaksanakan aktivitas.

Skor A adalah penjumlahan dari skor tabel A dan skor beban atau besarnya gaya. Skor tabel A ditambah 0 (nol) apabila berat beban atau besarnya gaya dinilai <5 Kg, ditambah 1 (satu) bila berat beban atau besarnya gaya antara kisaran 5-10 Kg, ditambah 2 (dua) bila berat beban atau besarnya gaya dinilai > 10 Kg. Pertimbangan mengenai tugas atau pekerjaan kritis dari pekerja, bila terdapat gerakan perputaran (*twisting*) hasil skor berat beban ditambah 1 (satu).

4.3.3 Penilaian Postur Tubuh REBA Grup B

A. Lengan Atas (*Upper Arm*)



Gambar 4. 5 Postur Tubuh Bagian Lengan Atas (*Upper Arm*)

Skor penilaian untuk postur tubuh bagian lengan atas (*upper arm*) dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 4. 6 Skor Batang Lengan Atas (*Upper Arm*)

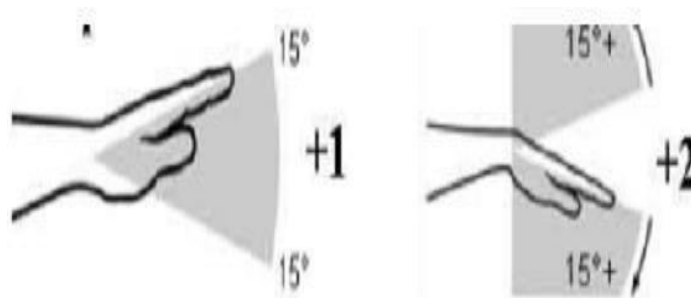
Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
20° extension sampai 20° flexion	1	+1 jika posisi lengan : -abducted -rotated
> 20° extension	2	
20° - 45° flexion	2	
45° - 90° flexion	3	+1 jika bahu ditinggikan
> 90° flexion	4	+1 jika bersandar, bobot lengan ditopang atau sesuai gravitasi

B. Lengan Bawah (*Lower Arm*)



Gambar 4. 6 Postur Pergelangan Tangan

C. pergelangan tangan

Gambar 4. 7 Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan (*Wrist*)Tabel 4. 7 Skor Bagian Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Pergerakan	Skor	Perubahan skor
0° - 15° flexion / extension	1	+1 jika pergelangan tangan menyimpang atau berputar
> 15° flexion / extension	2	

Tabel 4. 8 Skor Grup B REBA

Table B	Lower Arm						
		1			2		
	Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Tabel B merupakan penggabungan nilai dari group B untuk skor postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel B merupakan penggabungan nilai dari group B untuk skor postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Sehingga didapatkan skor tabel B. Kemudian skor tabel B dilakukan penjumlahan terhadap perangkat atau *coupling*

dari setiap masing-masing bagian tangan (Sugengriadi et al., 2025).

Skor B adalah penjumlahan dari skor tabel B dan perangkat atau coupling dari setiap masing-masing bagian tangan. Skor tabel B ditambah 0 (nol) yang berarti *good* atau terdapat pegangan pada beban dan operator mengangkat beban hanya dengan menggunakan separuh tenaga, ditambah 1 (satu) yang berarti *fair* atau terdapat pegangan pada beban walaupun bukan merupakan tangkai pegangan dan operator mengangkat beban dengan dibantu menggunakan tubuh lain, ditambah 2 (dua) yang berarti *poor* atau tidak terdapat pegangan pada beban, dan ditambah 3 (tiga) yang berarti *unacceptable* tidak terdapat pegangan yang aman pada beban dan operator mengangkat beban tidak dapat dibantu oleh anggota tubuh lain (Metode et al., 2021).

Berikut adalah lembar penilaian REBA yang digunakan untuk menilai dan menganalisis bagian tubuh manusia:

REBA Employee Assessment Worksheet

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust. If neck is twisted: +1. If neck is side bending: +1.

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust. If trunk is twisted: +1. If trunk is side bending: +1.

Step 3: Legs

Step 3a: Adjust. If legs are bent from midline or twisted: Add +1.

Step 4: Look up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

Step 5: Add Force/Load Score

If load = 11 lbs: +0. If load = 11 to 22 lbs: +1. If load = 22 lbs: +2. Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1.

Step 6: Score A. Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find row in Table C.

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, implement change

SCORES

Table A: Neck

	1	2	3
Legs	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4

Table B: Lower Arm

	1	2
Forearm	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Upper Arm Score	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4

Table C: Score B (Match B value, multiplying column)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position

Step 7a: Adjust. If shoulder is raised: +1. If upper arm is abducted: +1. If arm is supported or person is leaning: +1.

Step 8: Locate Lower Arm Position

Step 8a: Adjust. If wrist is bent from midline or twisted: Add +1.

Step 9: Locate Wrist Position

Step 9a: Adjust. If wrist is bent from midline or twisted: Add +1.

Step 10: Look up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting handle and good power grip: good: +0. Acceptable but not ideal hand hold or coupling: fair: +1. Hand held, not acceptable but possible: poor: +2. No handles, awkward, unsafe with any body part: unacceptable: +3.

Step 12: Score B. Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score

+1 if more body parts are held for longer than 1 minute (static). +1 Repeated small range motions (more than 4% per minute). +1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base.

Final REBA Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2000 Robert Corlett Ltd.

provided by Practical Ergonomics
Robert@practicalergonomics.com (012) 444-1667

Gambar 4. 8 Lembar penilaian REBA

4.3.4 Penilaian Postur RULA

Metode RULA digunakan untuk menilai postur kerja dengan tujuan mengevaluasi risiko cedera pada tubuh bagian atas, terutama dalam pekerjaan dengan gerakan repetitif dan statis, dirancang untuk mendeteksi dan memperbaiki postur kerja yang berisiko (Fikri et al., 2023).

RULA dilakukan dengan mengamati postur kerja seseorang dan menilai sembilan faktor, yaitu:

1. Posisi lengan atas
2. Posisi siku
3. Posisi pergelangan tangan
4. Deviasi pergelangan tangan
5. Tekanan/gaya pada tangan
6. Durasi
7. Frekuensi
8. Gaya pada leher
9. Gaya pada batang tubuh

Setiap faktor diberi skor berdasarkan posisinya. Skor total dijumlahkan untuk mendapatkan skor RULA keseluruhan. Skor RULA yang lebih tinggi menunjukkan risiko MSD (*Muskuloskeletal Disorder*) yang lebih tinggi (Pt & Kota, 2024).

Tabel 4. 9 Interpretasi Skor RULA

Score Rula	Kategori	Level Tindakan	Tindakan
1 s/d 2	Rendah	0	Tidak Perlu
3 s/d 4	Sedang	1	Perubahan Diperlukan
5 s/d 6	Tinggi	2	Penanganan Lebih Lanjut
7	Sangat Tinggi	3	Perubahan Sekarang

Jika skor RULA seseorang menunjukkan risiko MSD yang tinggi, maka perlu dilakukan tindakan untuk mengurangi risiko tersebut. Tindakan yang dapat dilakukan antara lain (Andriana et al., 2021):

1. Memperbaiki postur kerja
2. Mengurangi durasi dan frekuensi gerakan berulang
3. Mengurangi gaya pada tangan, leher, dan batang tubuh
4. Menggunakan alat bantu ergonomis
5. Melakukan peregangan dan penguatan otot secara ter

4.3.5 Analisis Postur Kerja Dengan Pendekatan Metode Reba



REBA Employee Assessment Worksheet

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Ingsat, *Human Factors Applied Ergonomics* 31 (2002) 201-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score: +2

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: +3

Step 3: Legs

Adjust: SE, 60°, 60°

Step 3a: Adjust...
If leg is bent from midline or twisted: Add +1

Leg Score: +2

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Table A Score: 5

Step 5: Add Force/Load Score
If load < 11 lbs: +0
If load 11 to 22 lbs: +1
If load 23 to 33 lbs: +2
If load 34 to 44 lbs: +3
If load 45 to 55 lbs: +4
If load 56 to 66 lbs: +5
If load 67 to 77 lbs: +6
If load 78 to 88 lbs: +7
If load 89 to 99 lbs: +8
If load 100 to 110 lbs: +9
If load 111 to 121 lbs: +10
If load 122 to 132 lbs: +11
If load 133 to 143 lbs: +12
If load 144 to 154 lbs: +13
If load 155 to 165 lbs: +14
If load 166 to 176 lbs: +15
If load 177 to 187 lbs: +16
If load 188 to 198 lbs: +17
If load 199 to 209 lbs: +18
If load 210 to 220 lbs: +19
If load 221 to 231 lbs: +20
If load 232 to 242 lbs: +21
If load 243 to 253 lbs: +22
If load 254 to 264 lbs: +23
If load 265 to 275 lbs: +24
If load 276 to 286 lbs: +25
If load 287 to 297 lbs: +26
If load 298 to 308 lbs: +27
If load 309 to 319 lbs: +28
If load 320 to 330 lbs: +29
If load 331 to 341 lbs: +30
If load 342 to 352 lbs: +31
If load 353 to 363 lbs: +32
If load 364 to 374 lbs: +33
If load 375 to 385 lbs: +34
If load 386 to 396 lbs: +35
If load 397 to 407 lbs: +36
If load 408 to 418 lbs: +37
If load 419 to 429 lbs: +38
If load 430 to 440 lbs: +39
If load 441 to 451 lbs: +40
If load 452 to 462 lbs: +41
If load 463 to 473 lbs: +42
If load 474 to 484 lbs: +43
If load 485 to 495 lbs: +44
If load 496 to 506 lbs: +45
If load 507 to 517 lbs: +46
If load 518 to 528 lbs: +47
If load 529 to 539 lbs: +48
If load 540 to 550 lbs: +49
If load 551 to 561 lbs: +50
If load 562 to 572 lbs: +51
If load 573 to 583 lbs: +52
If load 584 to 594 lbs: +53
If load 595 to 605 lbs: +54
If load 606 to 616 lbs: +55
If load 617 to 627 lbs: +56
If load 628 to 638 lbs: +57
If load 639 to 649 lbs: +58
If load 650 to 660 lbs: +59
If load 661 to 671 lbs: +60
If load 672 to 682 lbs: +61
If load 683 to 693 lbs: +62
If load 694 to 704 lbs: +63
If load 705 to 715 lbs: +64
If load 716 to 726 lbs: +65
If load 727 to 737 lbs: +66
If load 738 to 748 lbs: +67
If load 749 to 759 lbs: +68
If load 760 to 770 lbs: +69
If load 771 to 781 lbs: +70
If load 782 to 792 lbs: +71
If load 793 to 803 lbs: +72
If load 804 to 814 lbs: +73
If load 815 to 825 lbs: +74
If load 826 to 836 lbs: +75
If load 837 to 847 lbs: +76
If load 848 to 858 lbs: +77
If load 859 to 869 lbs: +78
If load 870 to 880 lbs: +79
If load 881 to 891 lbs: +80
If load 892 to 902 lbs: +81
If load 903 to 913 lbs: +82
If load 914 to 924 lbs: +83
If load 925 to 935 lbs: +84
If load 936 to 946 lbs: +85
If load 947 to 957 lbs: +86
If load 958 to 968 lbs: +87
If load 969 to 979 lbs: +88
If load 980 to 990 lbs: +89
If load 991 to 1001 lbs: +90

Force/Load Score: +3

Step 6: Score A. Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
Find Row in Table C.

Score A: 8

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, immediate change

SCORES

Table A: Neck

	1	2	3
Legs	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Table B: Lower Arm

Row	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Upper Arm Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Table C: Score B (plus 8 value weighting score)

Score A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Score B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Table D: Wrist

Row	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wrist Score	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Step 7: Locate Upper Arm Position

Step 7a: Adjust...
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: +1

Upper Arm Score: +3

Step 8: Locate Lower Arm Position

Step 8a: Adjust...
If lower arm is bent from midline or twisted: Add +1

Lower Arm Score: +2

Step 9: Locate Wrist Position

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Wrist Score: +2

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Table B Score: 5

Step 11: Add Coupling Score
Well fitting handle and tool mag power grip: good: +0
Acceptable with another body part: fair: +1
Hard to use, awkward use posture: poor: +2
No handles, awkward, unsafe with any body part: Chances: +3

Coupling Score: +1

Step 12: Score B. Find Column in Table C
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C score.

Score B: 6

Step 13: Activity Score
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4% per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Activity Score: 1

Final REBA Score: 11

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2002 Human Factors Inc.

provided by Practical Ergonomics
daniel@practicalergonomics.com (813) 444-1862

Grup	Step	perolehan Nilai		keterangan
		score	score tambah	
A	Step 1 Locate Neck position	2	0	nilai diperoleh karena oprator menundukan kepala sejauh 20
	Step 2 Locate Trunk Position	3	0	dikarenakan oprator membungkuk sejauh 20-60
	Step 3 Legs	1	1	diperoleh karena kaki oprator terdapat yang lurus dan nilai tambah di peroleh karna kaki oprator ada yang ditekuk
	Step 4 Look-up Position Score in Tabel A	5	0	nila tersebut diperoleh dari hasil pada tabel A dengan melakukan penarikan garis lurus dari antara score
	Step 5 Add Force/Load Score	2	1	nilai 2 diperoleh dari berat dari beban yang diangkat yaitu lebih dari 22 lbs dan nilai tambah diperoleh dari kegiatan yang dilakukan
	Step 6 Score A, Find Row in Tabel C	8	0	diperoleh dari penjumlahan score pada step 4 dan step 5
B	Step 7 Locete Upper Arm Position	2	1	Nilai 2 di peroleh dari pergerakan tangan yang diangkat sejauh 20-45 dan nilai tambag di peroleh karenakan oprator mengangkat bahu dan mendapatkan nilai 1
	Step 8 Locete Lower Arm Position	2	0	Dikarenakan tangan membentuk sudut 0-60 pada saat aktivitas dan meperoleh nilai2
	Step 9 Locete Wrist Position	1	1	dikarenakan pergelangan tangan di angkat atau di tekuk sejauh 15 dan mendapat nilai tambah dikarenakan adanya gerakan memutar pergelangan tangan
	Step 10 Look-up Posture score in tabel B	5	0	nila tersebut diperoleh dari hasil pada tabel B dengan melakukan penarikan garis lurus dari antara score pada Step 7, 8 dan step 9
	Step 11 Add Coupling Score	1	0	nilai diperoleh karena gerakan tersebut dapat diterima dengan baik oleh tubuh
	Step 12 Score B	6	0	Nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan antara step 10 dan step 11 yang menghasilkan score B
	Step 13 Activity Score	1	0	dikarenakan tubuhditahan lebih dari 1 menit
Grup	Keterangan Tabel			
C	Dari hasil tersebut diperoleh nilai REBA yaitu 11 berdasarkan nilai tersebut masuk ke level kategori tinggi dan memiliki tingkat resiko kecelakaan tinggi			

4.3.6 Analisi postur kerja dengan pendekatan RULA



RULA Employee Assessment Worksheet based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McRimney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
If other arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

Step 4a: Adjust...
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. holds 10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittently): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittently): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeatedly): +2
If more than 22 lbs or repeated or shock: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm			
	Wrist	Wrist	Wrist	Wrist
1	1	2	2	3
2	2	2	2	3
3	2	3	3	3
4	2	3	3	3
5	2	3	3	3
6	2	3	3	3

Table B: Neck, Trunk and Leg Score

Neck	Trunk				Legs				
	Neck	Trunk	Legs	Neck	Trunk	Legs	Neck	Trunk	Legs
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
3	3	3	4	5	6	7	8	9	9
4	4	4	5	6	7	8	9	9	9
5	5	5	6	7	8	9	9	9	9
6	6	6	7	8	9	9	9	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

Neck	Trunk	Legs
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	9

Scoring: (final score from Table C)
1 or 2 = acceptable posture
3 or 4 = further investigation, change may be needed
5 or 6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. holds 10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittently): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittently): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeatedly): +2
If more than 22 lbs or repeated or shock: +3

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: ____/____/____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA. © 2004 Hesse Consulting Inc. rsk@hesseconsulting.com (816) 444-5667

Grup	Step	perolehan Nilai		keterangan
		score	score tambah	
A	Step 1 locate upper arm position	2	0	diperoleh score 2 dikarenakan oprator mengangkat tangan sejauh 20-45
	step 2 locate lower arm position	2	0	diperoleh score 2 dikarenakan oprator mengangkat tangan membentuk siku 0-60
	step 3 Locate wrist position	2	1	nilai di peroleh karena oprator mengangkat pergelangan tangan sejauh 15 dan memutar pergelangan tangan
	step 4 wrist twist	2	1	dilakukan pemutaran pada pergelangan tangan
	Step 5 look-up posture score in tabel A	4	0	memasukan nilai Tabel A yang di peroleh dari sekumpulan nilai setiap step sebelumnya yang di masukan ke dalam tabel A
	steo 6 Add muscle use score	1	0	dikarenakan gerakan dilakukan lebid dari 4x dalam 1 menit
	step 7 Add force/load score	2	1	diperoleh nilai 2 karena beban yang diangkat 4,4-22 lbs dan dilakukan berulang ulang
	Step 8 find row in tabel C	7	0	dipperoleh karena tangan di tekuk sejauh 0-60
B	Step 9 Locate neck position	3	1	diperoleh karna opratoo menekuk leher sejauh 20
	Step 10 locate trunk position	4	0	diperoleh nilaitersebut dikarenakan oprator membungkukan badan sejauh 20-60
	step 11 legs	2	0	nilai diperoleh karna kaki tidak ditopang oleh apapun
	step 12 look-up posture score in tabel B	6	0	mencari sekor tabel B dari tabel yang tealh di sediaka dengan menyesuaikan nilai yang di tentukan
	Step 13 add muscle use score	1	0	dikarenakan postur tubuh setatis dan melakukan geraka lebih dari 4 kli dalam 1 menit
	step 14 add forces/load score	0	0	diproleh karena bebean 4,4 lbs
	step 15 find column in tabel C	7		diperoleh dari penjumlahan step 12, 13 dan step 14
Grup	Keterangan Tabel			
C	Dari hasil tersebut diperoleh nilai RULA yaitu 7 berdasarkan nilai tersebut masuk ke level tindakan 3 dengan kategori sangat tinggi dan memiliki tingkat resiko kecelakaan tinggi			

4.3.7 Perbandingan Postur Kerja Dengan Pendekatan REBA Dan RULA

	
metode	REBA
sekor	11
tindakan	Gerakan termasuk ke level kategori tinggi dan memiliki tingkat resiko kecelakaan tinggi sehingga memerlukan tindakan secepatnya
analisi	Jika dilakukan gerakan tersebut terus menerus akan mengakibatkan gangguan atau cedera pada punggung, dan tangan. Yang akan mengganggu proses produksi

	
metode	RULA
sekor	7
tindakan	Gerakan termasuk ke level tindakan 3 dengan kategori sangat tinggi dan memiliki tingkat resiko kecelakaan tinggi sehingga memerlukan tindakan sekarang
analisi	Jika karyawan masih melakukan aktivitas tersebut dengan gerakan yang sama akan mengakibatkan cedera yang kemudian mengganggu aktivitas.

4.3.8 Perbaikan Postur Oprator Pengangkut TBS menggunakan REBA



REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Rate Body Assessment (RRBA), Report, Musculoskeletal Applied Ergonomics 31 (2003) 201-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score: +1

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: +2

Step 3: Legs

Step 3a: Adjust...
If leg is side bending: +1
If leg is twisted: +2

Leg Score: +2

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Table A

Neck	Trunk	Legs
0	0	0
0	1	0
0	2	0
0	3	0
0	4	0
0	5	0
0	6	0
0	7	0
0	8	0
0	9	0
0	10	0
0	11	0
0	12	0
0	13	0
0	14	0
0	15	0
0	16	0
0	17	0
0	18	0
0	19	0
0	20	0
0	21	0
0	22	0
0	23	0
0	24	0
0	25	0
0	26	0
0	27	0
0	28	0
0	29	0
0	30	0
0	31	0
0	32	0
0	33	0
0	34	0
0	35	0
0	36	0
0	37	0
0	38	0
0	39	0
0	40	0
0	41	0
0	42	0
0	43	0
0	44	0
0	45	0
0	46	0
0	47	0
0	48	0
0	49	0
0	50	0
0	51	0
0	52	0
0	53	0
0	54	0
0	55	0
0	56	0
0	57	0
0	58	0
0	59	0
0	60	0
0	61	0
0	62	0
0	63	0
0	64	0
0	65	0
0	66	0
0	67	0
0	68	0
0	69	0
0	70	0
0	71	0
0	72	0
0	73	0
0	74	0
0	75	0
0	76	0
0	77	0
0	78	0
0	79	0
0	80	0
0	81	0
0	82	0
0	83	0
0	84	0
0	85	0
0	86	0
0	87	0
0	88	0
0	89	0
0	90	0
0	91	0
0	92	0
0	93	0
0	94	0
0	95	0
0	96	0
0	97	0
0	98	0
0	99	0
0	100	0

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs: +0
If load 11 to 22 lbs: +1
If load > 22 lbs: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: +1

Force/Load Score: 1

Step 6: Score A. Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A: 4

Step 7: Locate Upper Arm Position

Step 7a: Adjust...
If shoulder is twisted: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: +1

Upper Arm Score: +2

Step 8: Locate Lower Arm Position

Step 8a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: +1

Lower Arm Score: +1

Step 9: Locate Wrist Position

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: +1

Wrist Score: +2

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Table B

Upper Arm	Lower Arm	Wrist
0	0	0
0	1	0
0	2	0
0	3	0
0	4	0
0	5	0
0	6	0
0	7	0
0	8	0
0	9	0
0	10	0
0	11	0
0	12	0
0	13	0
0	14	0
0	15	0
0	16	0
0	17	0
0	18	0
0	19	0
0	20	0
0	21	0
0	22	0
0	23	0
0	24	0
0	25	0
0	26	0
0	27	0
0	28	0
0	29	0
0	30	0
0	31	0
0	32	0
0	33	0
0	34	0
0	35	0
0	36	0
0	37	0
0	38	0
0	39	0
0	40	0
0	41	0
0	42	0
0	43	0
0	44	0
0	45	0
0	46	0
0	47	0
0	48	0
0	49	0
0	50	0
0	51	0
0	52	0
0	53	0
0	54	0
0	55	0
0	56	0
0	57	0
0	58	0
0	59	0
0	60	0
0	61	0
0	62	0
0	63	0
0	64	0
0	65	0
0	66	0
0	67	0
0	68	0
0	69	0
0	70	0
0	71	0
0	72	0
0	73	0
0	74	0
0	75	0
0	76	0
0	77	0
0	78	0
0	79	0
0	80	0
0	81	0
0	82	0
0	83	0
0	84	0
0	85	0
0	86	0
0	87	0
0	88	0
0	89	0
0	90	0
0	91	0
0	92	0
0	93	0
0	94	0
0	95	0
0	96	0
0	97	0
0	98	0
0	99	0
0	100	0

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting handle and good grip power: good: +0
Acceptable but not ideal hand held or coupling acceptable with another body part: fair: +1
Hand held not acceptable but possible: poor: +2
No handles, awkward, unsafe with any body part: Changeable: +3

Coupling Score: 1

Step 12: Score B. Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C score.

Score B: 3

Table C

Score A	Score B	Table C Score
0	0	1
0	1	2
0	2	3
0	3	4
0	4	5
0	5	6
0	6	7
0	7	8
0	8	9
0	9	10
0	10	11
0	11	12
0	12	13
0	13	14
0	14	15
0	15	16
0	16	17
0	17	18
0	18	19
0	19	20
0	20	21
0	21	22
0	22	23
0	23	24
0	24	25
0	25	26
0	26	27
0	27	28
0	28	29
0	29	30
0	30	31
0	31	32
0	32	33
0	33	34
0	34	35
0	35	36
0	36	37
0	37	38
0	38	39
0	39	40
0	40	41
0	41	42
0	42	43
0	43	44
0	44	45
0	45	46
0	46	47
0	47	48
0	48	49
0	49	50
0	50	51
0	51	52
0	52	53
0	53	54
0	54	55
0	55	56
0	56	57
0	57	58
0	58	59
0	59	60
0	60	61
0	61	62
0	62	63
0	63	64
0	64	65
0	65	66
0	66	67
0	67	68
0	68	69
0	69	70
0	70	71
0	71	72
0	72	73
0	73	74
0	74	75
0	75	76
0	76	77
0	77	78
0	78	79
0	79	80
0	80	81
0	81	82
0	82	83
0	83	84
0	84	85
0	85	86
0	86	87
0	87	88
0	88	89
0	89	90
0	90	91
0	91	92
0	92	93
0	93	94
0	94	95
0	95	96
0	96	97
0	97	98
0	98	99
0	99	100

Step 13: Activity Score

+1: 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1: Repeated small range actions (more than 4% per minute)
+1: Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

Activity Score: 0

Table C Score: 4

Final REBA Score: 4

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____/_____/_____
This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2003 Boreas Consulting Inc. provided by Practical Ergonomics. Author@practicalergonomics.com (811) 444-667

4.3.9 Perbaikan postur Oprator Pengangkut TBS menggunakan RULA



RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

+1 0° -18° +2 20° -45° +3 45° -90° +4 90° +

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

+1 60°-90° +2 90°-120° +3 120°-150° +4 150° +

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

+1 0° +2 15°-15° +3 15° + +4 15° +

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:

+1 If wrist is twisted in mid-range: +1
+2 If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C:
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

+1 0°-10° +2 10°-20° +3 20°-30° +4 30°-45° +

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

+1 0° +2 10°-20° +3 20°-30° +4 30°-45° +

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C:
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Scoring (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

RULA Score

4.3.10 Analisis dan pembahasan

Setelah dilakukan analisis dan perbaikan pada postur kerja oprator pengangkut buah di peroleh hasil sebagai berikut :

Sebelum dilakukan perbaikan	Setelah di lakukan Perbaikan	Hasil Analisi
		Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh nilai hasil sebelum dilakukan perbaikan adalah 10 dimana dalam level resiko 10 memiliki arti resiko tinggi yang mana tindakan yang perlu dilakukan adalah perbaikan secepatnya untuk mencegah gangguan <i>muskuloskeletal</i> yang dapat mengganggu aktivitas oprator. Setelah dilakukan perbaikan pada hasil yang diperoleh adalah 5 dimana dalam level resiko 5 memiliki arti resiko sedang yang berarti perlu tindakan. Hasil ini di peroleh krna alat bantu yang di gunakan memiliki panjang yang sesuai dengan tinggi badan darioprator.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penilaian postur tubuh menggunakan metode rula memperoleh skor akhir yaitu sebesar 7 yang berarti Tingkat resiko cedera sangat tinggi yang mengharuskan segera melakukan perbaikan
2. Penilaian postur tubuh menggunakan metode reba memperoleh skor akhir yaitu sebesar 10 yang berarti Tingkat resiko cedera tinggi yang mengharuskan secepatnya melakukan perbaikan
3. Jika masih belum ada dilakukan perbaikan para operator akan mengalami cedera pada pinggang, lutut, tangan dan bahu atau bahkan pada gangguan *muskuloskeletal* lainnya.
4. Setelah dilakukan perbaikan pada postur oprator diperoleh dengan metode REBA skor akhir 4 namun tetap perlu tindakan. Namun hasil yang di peroleh sudah baik di bandingkan dengan penilaian postur sebelumnya.
5. Setelah dilakukan perbaikan postur oprator dengan menggunakan metode RULA dengan memperoleh hasil akhir 6 yang masuk ke dalam katagori renda namun tetap harus dilakukan pengamatan dan perbaikan guna menghindari kecelakaan atau cedera karena pekerjaan

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam aspek yang diteliti, yaitu:

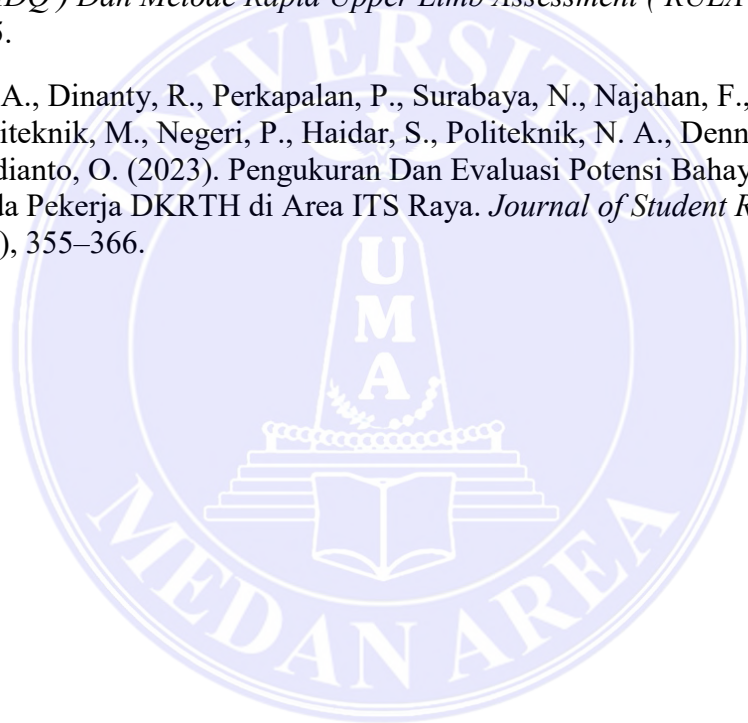
1. Sebaiknya para oprator lebih fokus dalam bekerja untuk menghindari dari kecelakaan dan cedera saat bekerja.
2. Para oprator harus menggunakan alat bantu yang sesua dengan tinggi badan dari masing-masing oprator guna mencegah oprator membungkuk pada saat bekerja hanya karna alat bantu yang kurang panjang.
3. Para oprator seharusnya diberi pengetahuan tentang faktor-faktor apa saja yang kemungkinan dapat menyebabkan cedera saat bekerja sehingga para oprator dapat mengantisipasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriana, A., Juhara, S., & Rahayu, M. (2021). *Analisis Postur Tubuh Terhadap Kelelahan Operator Pendekatan Fisiologis (Studi Kasus Di Pt Hitoshi Buana Perkasa , Tbk .). 2*, 164–168.
- Anis, M., & Farnida, A. A. (2022). Perbaikan Postur Kerja Pekerja Menggunakan Metode Workplace Ergonomic Risk Assesment (Wera) Dan Evaluacion Del Riesgo Individual (ERIN) (Studi Kasus: PT. Duwa Atmimuda). *Simposium Nasional RAPI XXI*, 24–31.
- Attaqwa, Y., Kusumo, J., & Ramadhanti, A. (2024). *Analisis Metode Rapid Entire Body Assesment (Reba) Dengan Keluhan Nyeri Punggung Bawah (Low Back Pain). 8*(12), 13–19.
- Dewantari, N. M. (2021). Analisa postur kerja menggunakan REBA untuk mencegah musculoskeletal disorder. *Journal Industrial Servicess*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.36055/jiss.v7i1.12298>
- Fikri, M. R., Veteran, U. P. N., & Timur, J. (2023). *Analisis Postur Kerja Pekerja Divisi Minipack Sikatop Menggunakan Metode RULA di PT . Sika Indonesia. 1*, 137–161.
- Issue, V., Rivaldo, R., Yudi, P., Sarungu, S., & Sugeng, B. (2025). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Analisis Postur Kerja dengan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) pada Operator Shift Kerja 1 di Machine Shop PT . XYZ. 8*(2), 1595–1602.
- Issue, V., Sugiono, N., Surya, R. Z., Dwi, L., Sartika, A., Atryes, V., Studi, P., Industri, T., Balikpapan, U., & Timur, K. (2025). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Analisis postur kerja pada aktivitas manintiang menggunakan metode REBA , RULA dan OWAS pada pengolahan emas tradisional tanpa merkuri endapan alluvial Logas , Riau. 8*(1).
- Istiqomah, M., Nur Amalia, A., & Sutartiah, F. (2024). Analisis Postur Kerja Untuk Mengurangi Keluhan Cidera Otot Karyawan CV. X Menggunakan Metode Nordic Body Map dan REBA. *Jurnal Industrial Galuh*, 6(2), 75–80. <https://doi.org/10.25157/jig.v6i2.4080>
- Kusuma, Y. A., & Akbar, R. (2024). Pengembangan Metode RULA Berbasis Image Processing dan Deep Learning untuk Penilaian Risiko Ergonomi Postur Kerja. *Cyclotron*, 7(01), 27–36. <https://doi.org/10.30651/cl.v7i01.21684>
- Metode, D., Of, T., Di, C., Royal, P. T., Industri, J. T., Teknik, F., & Gorontalo, U. N. (2021). *Jambura Industrial Review Jambura Industrial Review. 1*(2), 1–10.
- Munawir, H., Jannah, W., & Setiawan, E. (2021). Analisis Postur Kerja Pekerja Proses Pengepakan Menggunakan Metode REBA dan OWAS (Studi Kasus : Tiga Hati Mutiara, Sukoharjo). *Procedia of Engineering and Life Science*,

1(2).

- Nova, T. S., & Hariastuti, N. L. P. (2022). Analysis of Occupational Safety and Health Risk Using the HAZOPS Method and ergonomics Approach (RULA and REBA) at UD. Sekar Surabaya. *Jurnal SENOPATI : Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 3(2), 63–73. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2022.v3i2.2382>
- Pt, D. I., & Kota, P. (2024). *Analisis Tingkat Resiko Postur Kerja Pada Pekerja Mebel Dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. 10(2), 283–288.
- Sugengriadi, R. M., Arfan, M. M., & Gaffar, H. F. (2025). *Usulan Perbaikan Untuk Menurunkan Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDS) Pada Assembling Dengan Cornell Musculoskeletal Discomfort Quistionnaire (CMDQ) Dan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. 3(2), 113–125.
- Wahyu, A., Dinanty, R., Perkapalan, P., Surabaya, N., Najahan, F., Ayu, A., Politeknik, M., Negeri, P., Haidar, S., Politeknik, N. A., Denny, S., & Radianto, O. (2023). Pengukuran Dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Pada Pekerja DKRTH di Area ITS Raya. *Journal of Student Research (JSR)*, 1(3), 355–366.







UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBG Nomor 19 (061) 7366878, 7391160, 7364346, 7366781, Fax (061) 7366898 Medan 20223
 Kampus II : Jalan Gelibudil Nomor 79 / Jalan Sei Ganyu Nomor 70 A, SE (061) 8229552, Fax: (061) 8226331 Medan 20122
 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 33/FT.5/01.10/I/2025
 Lamp : -
 Hal : Pembimbing Kerja Praktek

17 Januari 2025

Yth. Pembimbing Kerja Praktek
Reakha Zulvatricia, ST, M.Sc
 Di
 Tempat

Dengan hormat,
 Sehubungan telah dipenuhinya persyaratan untuk memperoleh Kerja Praktek dari mahasiswa :

NO	NAMA MAHASISWA	NPM	PROGRAM STUDI
1	Berkat Adi Putra Hombing	228150022	Teknik Industri

Maka dengan hormat kami mengharapkan kesediaan saudara :

Reakha Zulvatricia, ST, M.Sc (Sebagai Pembimbing I)

Dimana Kerja Praktek tersebut dengan judul :

"Analisis Postur Kerja Operator Pengangkutan Buah di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Rula dan Reba di PT. Biyu Iyas Malela"

Demikian kami sampaikan, atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.


 Priatno, ST, MT



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBGI Nomor 1 (061) 7366878, 7367168, 7364348, 7365781, Fax: (061) 7366098 Medan 20223
Kampus II : Jalan Setebudi Nomor 79 / Jalan Sete Raya Nomor 70 A, (061) 8225902, Fax: (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.takrik.uma.ac.id E-mail: umv_medan@uma.ac.id

Nomor : 31/FT.5/01.10/1/2025
Lamp :
Hal : 1

17 Januari 2025

Kerja Praktek

Yth. Pimpinan PT. Biyu Iyas Malela
Perkebunan Tj. Kasau, Kec. Sei Suka, Kab. Batu Bara
Di
Sumatera Utara

Dengan hormat,
Dengan surat ini kami mohon kesediaan Bapak/ Ibu kiranya berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	N A M A	N P M	PROG. STUDI	JUDUL
1	Agung Permana	228150020	Teknik Industri	Analisis Ergonomi Postur Kerja dan Kelelahan Fisik Pekerja Pada Stasiun Boiler Dengan Menggunakan Metode Owass di PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau
2	Berkat Adi Putra Hombing	228150022	Teknik Industri	Analisis Postur Kerja Operator Pengangkutan Buah di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Rula dan Reba di PT. Biyu Iyas Malela
3	Sigotber Tambunan	228150040	Teknik Industri	Pengaruh Keselamatan Kerja pada PT. Biyu Iyas Malela Dengan Menggunakan Metode Hazard
4	Ibnu Bagaskara	228150070	Teknik Industri	Analisis Beban Kerja Dengan Metode Work Sampling Pada Karyawan PT. Biyu Iyas Malela

Untuk melaksanakan Kerja Praktek pada Perusahaan/ Instansi yang Bapak/ Ibu Pimpin.

Peru kami jelaskan bahwa Kerja Praktek tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah. Kami mohon kiranya juga dapat diberikan kemudahan untuk terlaksananya Kerja Praktek ini.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.


 Dekan,
 Priatno, ST, MT

Tambaran :
K. BPMPP
Mahasiswa
File

FORM PENILAIAN KERJA PRAKTIK

Nama Mahasiswa : Berkat Adi Putra Hombing
 NPM : 228150022
 Tempat Pelaksanaan : PT Biyu Iyas Mulela
 Waktu Pelaksanaan : 3 Februari – 3 Maret 2025

NO	ASPEK YANG DINILAI	NILAI (0-100)
1	Kemampuan pemecahan masalah	94
2	Kemampuan teknis	91
3	Kualitas hasil kerja	90
4	Perilaku dan etika kerja (kedisiplinan, tanggung jawab, dan adaptasi)	95
5	Komunikasi interpersonal	91
6	Inisiatif kerja (kontribusi ide dan pendapat)	90.

Komentar :
 Perilaku baik. dan disiplin. Dapat beradaptasi dgn baik. dapat memahami persoalan dgn cepat.

Pembimbing : Suwanto
 Asisten Proses :
 No. Handphone : +62 853-5857-6100

Batu bara , 2 Maret 2025
 Pembimbing Lapangan,

 (Suwanto)

