

85(B) ACC 25/02/25

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**

**PT. BIYU IYAS MALELA**

**PKS TANJUNG KASAU**

**DISUSUN OLEH :**

**AGUNG PERMANA**

**228150020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/7/25

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

Access From (repository.uma.ac.id)29/7/25

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**PENGOLAHAN KELAPA SAWIT DI**  
**PT. BIYU IYAS MALELA (BIM)**

**Disusun Oleh:**

**AGUNG PERMANA**

**228150020**

**Disetujui Oleh:**

**Dosen Pembimbing I**



**YUDI DAENG POLEWANGI, ST., MT**

**(NIDN: 0112118503)**

**Mengetahui:**

**Koordinator Kerja Praktek**



**NUKHE ANDRI SILVIANA, ST., MT**

**(NIDN: 0127038802)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**MEDAN**  
**2025**

i

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**PENGOLAHAN KELAPA SAWIT DI**  
**PT. BIYU IYAS MALELA (BIM)**

Disetujui Oleh :

**Asisten Laboratorium**

  
**Eviyanti Panjaitan**

**Asisten Proses**

  
**Suwanto**

Diketahui oleh :

**PT. Biyu Iyas Malela**

**Operasional PKS Biyu Iyas Malela**

**Manajer**



**Bona Aritonang**

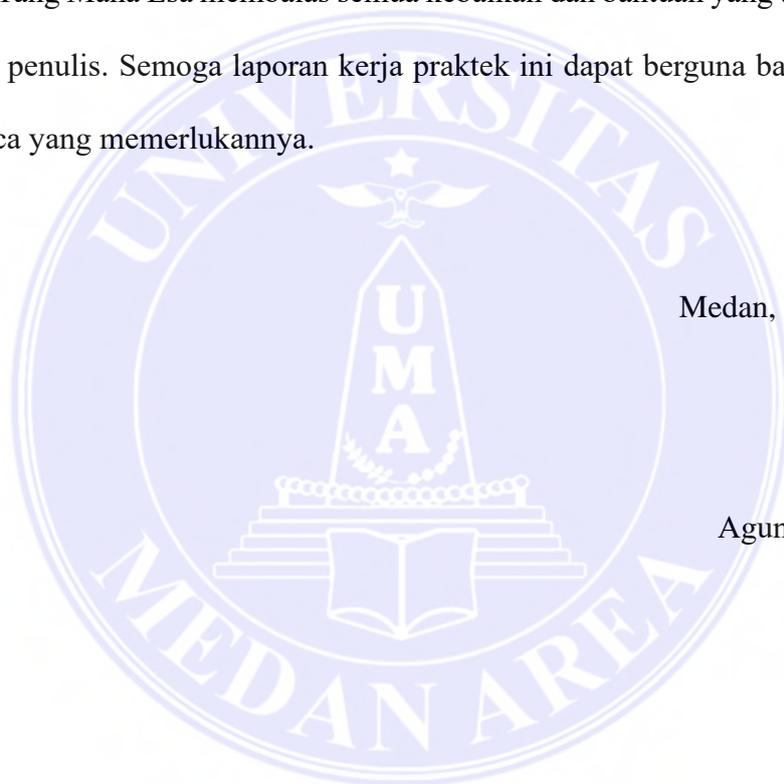
## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek di PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau dengan baik. 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. Bapak Yudi Daeng Polewangi, S.T, M.T 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 berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga laporan kerja praktek ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca yang memerlukannya.



Medan, 01 Maret 2025

Agung Permana

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
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.....	3
1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek.....	4
1.5 Metodologi Kerja Praktek.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	8
2.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	8
2.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	9
2.3 Struktur Organisasi PT. Biyu Iyas Malela.....	9
2.4 Struktur Organisasi.....	11
BAB III PROSES PRODUKSI.....	12
3.1 Bahan Baku.....	12

3.2 Bahan Penolong.....	12
3.3 Proses Produksi .....	13
3.3.1 Stasiun Penerimaan TBS (FFB Reception Station) .....	13
3.3.2 Stasiun Perebusan .....	16
3.3.3 Stasiun Thresher .....	17
3.3.4 Stasiun Pengempaan ( <i>Pressing</i> ).....	20
3.3.5 Stasiun Klarifikasi.....	27
3.3.6 Stasiun Kernel.....	34
3.3.7 Stasiun Pengolahan Air (Water Treatment).....	44
3.8 Stasiun Boiler .....	51
3.8.1 Boiler .....	51
3.9.2 Genset ( <i>Generator Set</i> ).....	60
3.9.3 Back Pressure Vessel (BPV) .....	62
3.10 Laboratorium.....	64
3.10.1 Quality Palm CPO & Kernel.....	64
3.10.2 Analisa Kadar Minyak Pada Sampel .....	69
3.10.3 Analisa Kadar Minyak Pada Centrifuge .....	73
3.11 Pengelolahan Limbah Cair .....	74
3.11.1 Colling Pond (Kolam 1).....	75
3.11.2 Acid Pond ( Kolam 2 ) .....	76
3.11.3 Netralizing Pond .....	77

3.11.4. Anaerobic Pond ( Kolam 4-5 ).....	77
3.11.5 Fakultatif Pond .....	78
3.11.6 Aerobic Pond ( Kolam 6-8 ).....	78
3.11.7 Final Pond ( Kolam 10 ).....	79
<b>BAB IV TUGAS KHUSUS .....</b>	<b>81</b>
4.1 Pendahuluan .....	81
4.1.1 latar Belakang .....	81
4.1.2 Perumusan Masalah .....	82
4.1.3 Batasan Masalah .....	83
4.1.4 Asumsi – Asumsi yang Digunakan .....	83
4.1.5 tujuan Penelitian .....	83
4.1.6 Manfaat Penelitian .....	84
4.2 Landasan Teori .....	84
4.2.1 Definisi Ergonomi.....	84
4.2.2 Prinsip – Prinsip ergonomi .....	86
4.2.3 Postur .....	87
4.2.4 OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) .....	88
4.2.5 Pengembangan dari Percobaan Metode OWAS.....	90
4.2.6 Tujuan Pengembangan OWAS .....	91
4.2.7 Keuntungan Penggunaan OWAS .....	93
4.2.8 Keterbatasan Penggunaan OWAS.....	95

4.3 Hasil dan Pembahasan.....	98
4.3.1 Pengolahan Data .....	98
BAB V PENUTUP.....	111
5.1 Kesimpulan.....	111
5.2 Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....	114



## DAFTAR GAMBAR

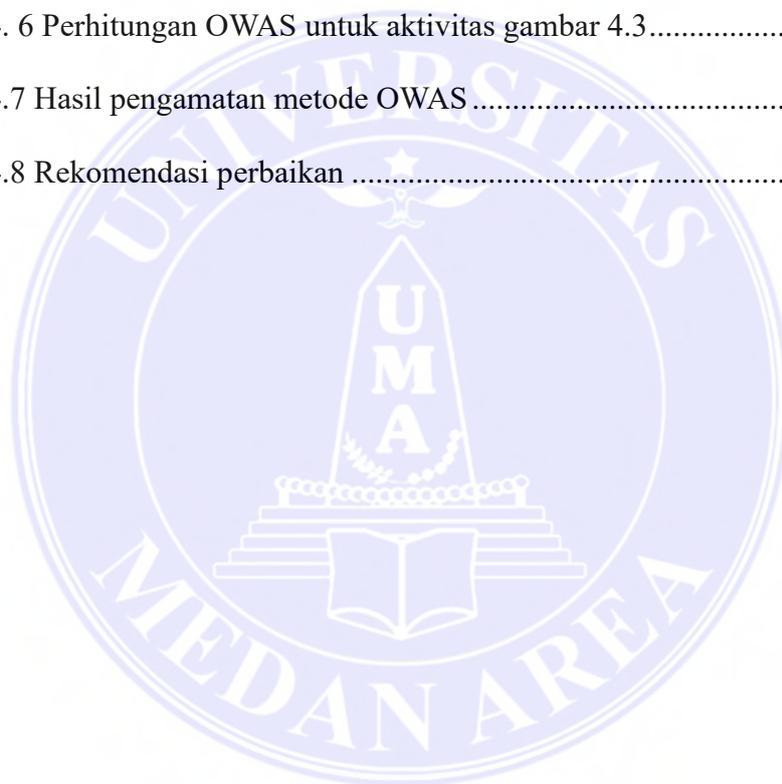
Gambar 3. 1 Jembatan Timbang.....	14
Gambar 3. 2 Loading Ramp.....	14
Gambar 3.3 SFFB .....	15
Gambar 3.4 Sterilizer .....	17
Gambar 3.5 Thresher.....	18
Gambar 3.6 Fruit Elevator.....	19
Gambar 3.7 Stasiun Pengempaan.....	20
Gambar 3.8 Screw Press .....	22
Gambar 3.9 Vibrating Screen.....	25
Gambar 3.10 Crude Oil Tank.....	26
Gambar 3.11 Sludge Tank.....	28
Gambar 3.12 Buffer Tan.....	29
Gambar 3. 13 Decanter .....	29
Gambar 3.14 Light Phase Tank.....	30
Gambar 3.15 Oil Tank.....	30
Gambar 3.16 Float Tank.....	31
Gambar 3.17 Vacum Dryer .....	32
Gambar 3.18 Fat Pit .....	32
Gambar 3.19 Recovery Tank.....	33
Gambar 3.20 Storage Tank.....	34
Gambar 3.21 CBC.....	36
Gambar 3.22 Depericarper .....	37

Gambar 3.23 Polishing Drum .....	37
Gambar 3.24 Nut Silo .....	38
Gambar 3.25 Ripple Mill.....	40
Gambar 3.26 LTDS I & II .....	41
Gambar 3.27 Claybath .....	43
Gambar 3.28 Kernel silo .....	43
Gambar 3. 29 Oil Tank.....	44
Gambar 3.30 Skema Pengolahan Air .....	45
Gambar 3.31 Waduk.....	45
Gambar 3.32 Water tank.....	46
Gambar 3.33 Reservoir Tank.....	46
Gambar 3.34 Clarifier Tank .....	47
Gambar 3.35 Water Basin .....	47
Gambar 3.36 Sand Filter .....	48
Gambar 3.37 Carbon Filter .....	49
Gambar 3.38 Softener tank .....	49
Gambar 3.39 Reverse Osmosif (RO).....	50
Gambar 3.40 Feed Water Tank.....	50
Gambar 3.41 Dearator Tank.....	51
Gambar 3.42 Boiler.....	58
Gambar 3.43 Turbin.....	59
Gambar 3.44 Genset .....	62
Gambar 3.45 Skema BPV .....	62
Gambar 3.46 Back Pressure Vessel .....	63

Gambar 3.47 Moisture Analyzer CPO .....	66
Gambar 3.48 Metode Soxhlet.....	73
Gambar 3.49 Centrifuge.....	74
Gambar 3.50 Denah Kolam Limbah .....	74
Gambar 3.51 Colling Pond.....	75
Gambar 3.52 Acid Pond .....	76
Gambar 3.53 Netralizing Pond.....	77
Gambar 3. 54 Anaerobic Pond .....	78
Gambar 3.55 Falkutatif Pond .....	78
Gambar 3.56 Aerobic Pond.....	79
Gambar 3.57 Final Pond .....	79
Gambar 4.1 Pengorekan abu boiler.....	100
Gambar 4.2 Membersikan abu boiler.....	100
Gambar 4.3 Mengontrol panel diruang kontrol.....	100

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Empat Komponen Utama Postur Kerja.....	90
Tabel 4. 2 Analisis berdasarkan gambar.....	101
Tabel 4. 3 Rekapilitas data kuesioner Nordic Body Map (NBM).....	102
Tabel 4. 4 Perhitungan OWAS untuk aktivitas gambar 4.1.....	104
Tabel 4. 5 Perhitungan OWAS untuk aktivitas gambar 4.2.....	105
Tabel 4. 6 Perhitungan OWAS untuk aktivitas gambar 4.3.....	106
Tabel 4.7 Hasil pengamatan metode OWAS.....	107
Tabel 4.8 Rekomendasi perbaikan.....	108



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Kerja Praktek

Kerja Praktek adalah suatu bentuk kegiatan yang dilaksanakan dalam rangka merelevankan antara kurikulum perkuliahan dengan penerapannya di dunia kerja, mempelajari, mengidentifikasi dan menangani masalah-masalah yang dihadapi dengan menerapkan teori dan konsep ilmu yang telah di pelajari dibangku perkuliahan. Kegiatan kerja praktek ini nantinya diharapkan dapat membuka dan menambah wawasan berfikir tentang permasalahan-permasalahan yang timbul di industri dan cara menanganinya.

Program Studi Teknik Industri mempelajari banyak hal dimulai dari faktor manusia yang bekerja (sumber daya manusia) beserta faktor-faktor pendukungnya seperti mesin yang digunakan, proses pengerjaan,serta meninjaunya dari segi ekonomi, sosiologi, keergonomisan alat (fasilitas) maupun lingkungan yang ada. Program studi Teknik Industri juga memperhatikan segi sistem keselamatan dan kesehatan kerja yang wajib dimiliki, bagaimana pengendalian suatu sistem produksi, pengendalian (kontrol) kualitas dan sebagainya. Mahasiswa Program Studi Teknik Industri diwajibkan untuk mampu menguasai ilmu pengetahuan yang telah diajarkan kemudian mengaplikasikannya ke dalam kehidupan sehari-hari. Mahasiswa Program Studi Teknik Industri diharapkan mampu bersaing dalam dunia kerja dengan ilmu pengetahuan yang telah dimiliki.

Tingginya tingkat persaingan dalam dunia kerja, khususnya dalam bidang industri, menuntun dunia pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia

yang unggul dan kompetitif dalam segala hal, sehingga mendukung segala aspek yang diperlukan untuk memberikan sumbangan pemikiran atau karya nyata dalam pembangunan nasional. Dalam hal ini dunia kerja menuntut untuk mendapatkan sumber daya manusia yang unggul dan kompetitif dalam persaingan dunia usaha, untuk itu sangat diperlukan tenaga kerja yang memiliki keahlian profesional yang baik untuk menghadapi perkembangan dan persaingan global dimasa mendatang.

Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area (UMA) menyadari keterkaitan yang besar antara dunia pendidikan dan dunia usaha yang merupakan suatu tali rantai yang saling terikat, sehingga perlu diadakannya program kerja praktek. Pabrik Kelapa Sawit PT. Biyu Iyas Malela merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri kelapa sawit. Perusahaan ini terletak di Jl. Lintas Sei Langge Dusun IV Desa Tanjung Kasau, Kecamatan Laut Tador, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara. Produk dari perusahaan ini meliputi Minyak Kelapa Sawit (CPO) dan inti sawit (kernel). Proses produksi di Pabrik Kelapa Sawit berlangsung cukup panjang dan memerlukan pengendalian yang cermat, dimulai dengan mengelola bahan baku sampai menjadi produk Minyak Kelapa Sawit (CPO) dan Inti Sawit (Kernel) yang bahan bakunya berasal dari Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit.

## 1.2 Tujuan Kerja Praktek

Pelaksanaan Kerja Praktek pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, memiliki tujuan :

1. Menerapkan pengetahuan mata kuliah ke dalam pengamatan nyata.
2. Mengetahui perbedaan antara penerapan teori dan pengalaman kerja nyata yang sesungguhnya.

3. Mengetahui perbedaan antara penerapan teori dan pengalaman kerja nyata yang sesungguhnya.
4. Menyelesaikan salah satu tugas pada kurikulum yang ada pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
5. Mengenal dan memahami keadaan di lapangan secara langsung, khususnya di bagian produksi.
6. Memahami dan dapat menggambarkan struktur masukan - masukan.

Proses Produksi di pabrik bersangkutan yang meliputi:

1. Bahan-bahan utama maupun penunjang dalam produksi.
2. Struktur tenaga kerja baik ditinjau dari jenis dan tingkat kemampuan.
3. Sebagai dasar bagi penyusun laporan kerja praktek.

### **1.3 Manfaat Kerja Praktek**

Adapun manfaat kerja praktek adalah :

#### **1. Bagi Mahasiswa**

- a. Agar dapat membandingkan teori-teori yang diperoleh pada perkuliahan dengan praktek dilapangan.
- b. Memperoleh kesempatan untuk melatih keterampilan dalam melakukan pekerjaan dan pengaturan dilapangan.

#### **2. Bagi Fakultas**

- a. Mempererat kerja sama antara Universitas Medan Area dengan instansi perusahaan yang ada.
- b. Memperluas pengenalan Fakultas Teknik Industri.

#### **3. Bagi Perusahaan**

- a. Melihat penerapan teori-teori ilmiah yang dipraktekkan oleh Mahasiswa.

- b. Sebagai bahan masukan bagi pemimpin perusahaan dalam rangka peningkatan dan pembangunan dibidang pendidikan dan peningkatan efisiensi Perusahaan.

#### **1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek**

Dalam pelaksanaan program kerja praktek ini mempunyai peranan penting dalam mendidik mahasiswa agar dapat melaksanakan tanggung jawab dari tugas yang diberikan dengan baik dan juga meningkatkan rasa percaya diri terhadap ruang lingkup pekerjaan yang dihadapi. Program pelaksanaan kerja praktek yang dilaksanakan oleh setiap mahasiswa tetap berorientasi pada kuliah kerja lapangan. Sebagai mahasiswa dalam melaksanakan program kerja praktek tidak hanya bertumpu pada aktivitas kerja tetapi juga menyangkut berbagai kendala dan permasalahan yang dihadapi serta solusi yang diambil. Dari program kerja praktek tersebut diharapkan mahasiswa menyelesaikan ilmu yang didapat dibangku kuliah. Dengan kerja praktek ini juga Mahasiswa di didik untuk bertanggung jawab dan mempunyai rasa percaya diri terhadap ruang lingkup pekerjaan yang diharapkan.

#### **1.5 Metodologi Kerja Praktek**

Didalam menyelesaikan tugas dari kerja praktek ini, prosedur yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :

##### **1. Tahap Persiapan**

Mempersiapkan hal-hal yang perlu untuk persiapan praktek dan riset perusahaan 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 Program Studi Teknik Industri dan perusahaan
  - d. Konsultasi dengan koordinator kerja praktek dan dosen pembimbing.
  - e. Penyusunan laporan.
  - f. Pengajuan laporan Ketua Program Studi Teknik Industri dan perusahaan.
  - g. Seminar Proposal.
2. Studi Literatur  
Mempelajari buku-buku, dan karya ilmiah yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi di lapangan sehingga diperoleh teori-teori yang sesuai dengan penjelasan dan penyelesaian masalah.
  3. Peninjauan Lapangan  
Melihat langsung cara dan metode kerja dari perusahaan sekaligus mempelajari aliran bahan, tata letak pabrik dan wawancara langsung dengan karyawan dan pimpinan perusahaan.
  4. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data dilakukan untuk membantu menyelesaikan laporan kerja praktek.
  5. Analisa dan Evaluasi Data  
Data yang telah diperoleh akan di analisa dan dievaluasi dengan metode yang telah diterapkan.
  6. Pembuatan *Draft* Laporan Kerja Praktek  
Membuat dan menulis *draft* laporan kerja praktek yang berhubungan

dengan data yang diperoleh dari perusahaan.

7. Asistensi Perusahaan dan dosen pembimbing

*Draft* laporan kerja praktek diasistensi pada dosen pembimbing dan perusahaan.

8. Penulisan Laporan Kerja Praktek *Draft* laporan kerja praktek yang telah diasistensi diketik rapi dan dijilid.

### 1.6. 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, ruang lingkup usaha, lokasi perusahaan, daerah pemasaran, organisasi dan manajemen, pembagian tugas dan tanggung jawab, jumlah tenaga kerja

#### **BAB III PROSES PRODUKSI**

Menguraikan tentang uraian proses produksi dan teknologi yang digunakan untuk proses produksi dari awal sampai akhir proses pengolahan CPO dan Kernel.

#### **BAB IV TUGAS KHUSUS**

Bab ini berisikan pembahasan tentang kondisi atau fenomena yang terjadi diperusahaan. Adapun yang menjadi fokus kajian adalah “ANALISIS

ERGONOMI POSTUR KERJA DAN KELELAHAN FISIK PEKERJA PADA STASIUN BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE OWAS DI PT. BIYU IYAS MALELA PKS TANJUNG KASAU”.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Menguraikan tentang kesimpulan dari pembahasan laporan kerja praktek di PKS Tales Inti sawit serta saran-saran bagi perusahaan.



## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN**

#### **2.1 Sejarah Singkat Perusahaan**

PT. Biyu Iyas Malela (BIM) merupakan badan usaha yang bergerak di bidang usaha Perdagangan dan Industri, 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 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.

Tujuan utama perusahaan adalah merealisasikan visi dan misi perusahaan yang didukung oleh sistem transformasi bisnis melalui peningkatan daya saing dan daya kembang pasar serta pengembangan kapital intelektual.

## 2.3 Struktur Organisasi PT. Biyu Iyas Malela

Dalam menjalankan perusahaan dan untuk mendapatkan tujuan maksimal serta efisien kerja yang baik di perlukan mekanisme yang baik pula.

Struktur organisasi yang diterapkan PT. Biyu Iyas Malela adalah organisasi fungsional, dimana pabrik di pimpin oleh manager. Dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh beberapa staff sesuai bidangnya.

Uraian dan tanggung jawab personil dari organisasi adalah sebagai berikut :

### 1. Mill Manager

- a. Mengkoordinir penyusunan rencana anggaran belanja tahunan pabrik.
- b. Bertanggung jawab kepada direksi.
- c. Bertanggung jawab kepada *Production Controller* (PC)
- d. Membuat dan rencana kerja tahunan dan bulanan.
- e. Mengkoordinir pekerjaan asisten-asisten proses, maintenance, sortasi dan laboratorium.

- f. Mengawasi jalannya proses pengolahan.
- g. Memberikan saran atau masukan kepada direksi dalam rangka peningkatan prestasi kerja dan efisiensi perusahaan.

## 2. Pengawas Umum

- a. Menjaga asset perusahaan.
- b. Penegakan disiplin dalam seluruh aktivitas karyawan.
- c. Menciptakan lingkungan pabrik bersih, aman, dan nyaman.

## 3. Kepala Tata Usaha

- a. Bertanggung jawab kepada Mill Manager
- b. Menyusun anggaran tahunan
- c. Meneliti semua rencana yang telah disusun oleh tiap bagian dalam operasional pabrik.
- d. Membuat perhitungan pembayaran gaji staff dan karyawan dalam perbulannya.
- e. Menyusun daftar gaji staff dan karyawan.
- f. Mengawasi pemasukan, pengeluaran dan penyediaan barang dari gudang.
- g. Memberikan saran kepada atasan mengenai pengadaan permintaan barang.
- h. Mengawasi kegiatan keamanan di lingkungan perusahaan.

## 4. Asisten Proses

- a. Menciptakan tempat kerja yang kondusif.
- b. Bertanggung jawab kepada mill manager.
- c. Memberikan saran kepada atasan mengenai waktu yang tepat untuk pengadaan barang.
- d. Mempertanggung jawabkan pengolahan pabrik.

- e. Menyampaikan saran serta usaha perfabrikan kepada asisten maintenance.
- f. Membuat laporan dan pertanggung jawaban terhadap mutu minyak sawit, inti sawit, dan losses.

5. Asisten Sortasi

- a. Bertanggung jawab atas buah yang diterima
- b. Mengatur jam kerja anggota
- c. Menyortir buah yang masuk
- d. Menganalisis kadar minyak dalam tandan buah segar (TBS)

6. Asisten Maintenance

- a. Membantu mill manager menyusun rencana perawatan instalasi pabrik dan menyusun anggaran belanja bidang teknik.
- b. Bertanggung jawab kepada mill manager.
- c. Memperbaiki segala jenis kerusakan yang ada didalam pabrik.
- d. Membuat permintaan untuk sparepart.
- e. Bertanggung jawab untuk kelancaran proses.

2.4 Struktur Organisasi



Gambar 2. 1 Struktur Organisasi

## **BAB III**

### **PROSES PRODUKSI**

#### **3.1 Bahan Baku**

Bahan yang digunakan untuk proses produksi yang telah distandarisasi dan akan diubah menjadi produk jadi maupun setengah jadi adalah TBS yang diperoleh dari kebun milik perusahaan dan plasma milik masyarakat.

Buah sawit mempunyai ukuran kecil antara 12-18 gram/butir yang menempel pada sebuah bulir. Setiap bulir terdapat 10-18 butir yang tergantung pada kebaikan penyerbukannya. Beberapa bulir bersatu membentuk tandan, buah sawit dipanen dalam bentuk tandan buah segar. Buah yang pertama keluar masih dinyatakan dengan buah pasir, artinya belum dapat diolah dalam pabrik karena masih mengandung minyak yang rendah.

Tanaman kelapa sawit yang umum dikenal dapat dibedakan beberapa jenis yaitu jenis dura, pasifera, dan tenera. Ketiga jenis ini dapat dibedakan berdasarkan penampang irisan buah, dimana jenis dura memiliki tempurung tebal, jenis pasifera memiliki biji kecil dengan tempurung tipis, sedangkan tenera yang merupakan hasil persilangan dura dengan pasifera yang menghasilkan buah dengan tempurung tipis dan inti yang besar.

#### **3.2 Bahan Penolong**

Pada PT. Biyu Iyas Malela digunakan 2 macam bahan penolong yaitu :

##### **1. Air**

Penggunaan air pada pabrik kelapa sawit adalah untuk proses pengolahan sebagai sumber uap dan juga keperluan proses produksi.

## 2. Steam (Uap)

*Steam* memegang peranan sangat penting dalam pabrik kelapa sawit. Karena sebagian dari proses produksi menggunakan tenaga *steam*. *Steam* disupply dari *boiler station* selanjutnya di distribusikan ke stasiun yang membutuhkan Steam.

### 3.3 Proses Produksi

Dalam suatu pabrik untuk menjalankan pabriknya yang pertama diawali dengan pengolahan. Jadi untuk pabrik kelapa sawit ini yang diproses adalah tandan buah segar (TBS) dengan tujuan memperoleh hasil produksi yang maksimal dan berkualitas baik. Proses tersebut berlangsung relative panjang dan membutuhkan ketelitian dan control yaitu mulai dari pengangkutan tandan buah segar (TBS) ke pabrik sampai menghasikan minyak sawit dan hasil sampingan. Pada pabrik PT. Biyu Iyas Malela terdiri dari dua bagian hasil olahan yaitu :

1. Proses pengolahan minyak sawit (CPO) yang merupakan hasil pengolahan daging buah.
2. Proses pengolahan inti sawit (Kernel) yang merupakan hasil pengolahan biji buah.

#### 3.3.1 Stasiun Penerimaan TBS (FFB Reception Station)

##### 3.3.1.1 Timbangan

Tandan Buah Segar (TBS) yang akan masuk ke pabrik, terlebih dahulu di timbang di jembatan timbang. jembatan timbang adalah untuk menimbang truk agar diketahui tonase TBS yang masuk ke pabrik dan tonase kernel, CPO, serta janjang kosong yang dibawa keluar pabrik. PKS PT. Biyu Iyas Malela memiliki satu unit timbangan dengan kapasitas maksimal 50 ton.

Kegunaan dari jembatan timbangan pada PT.Tales Inti Sawit antara lain

untuk menimbang :

1. Buah masuk (TBS maupun berondolan)
2. Pengiriman *CPO*
3. Pengiriman karnel
4. Bahan bakar mesin
5. Keperluan-keperluan pabrik lainnya



**Gambar 3. 1 Jembatan Timbang**

### 3.3.1.2 Sortasi

Setelah proses penimbangan kemudian TBS (Tandan Buah Segar) tersebut disortir untuk memenuhi standar hasil minyak yang akan diolah dari TBS tersebut. Dalam proses ini TBS yang memenuhi standar tertentu akan diambil.

### 3.3.1.3 Loading Ramp



**Gambar 3. 2 Loading Ramp**

Setelah selesai disortasi, TBS di bawa ke *loading ramp* dan dituang ke lantai veron yang memiliki kemiringan  $37^\circ$  yang mana untuk mengisi tiap-tiap pintu dari loading ramp dengan bantuan *wheel loader* sebagai pendorong TBS. TBS yang akan di olah akan di masukkan ke dalam *Fresh Fruit Bunch* (FFB) dengan cara membuka pintu *loading ramp* yang diatur dengan sistem pintu *hydraulic*. Pintu *loading ramp* dibuat miring agar memudahkan TBS masuk ke dalam *Fresh Fruit Bunch* (FFB).

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

1. Sebagai tempat penampungan sementara TBS sebelum diolah.
2. Untuk mempermudah proses pengisian TBS ke FFB.
3. Untuk menjamin kontinuitas pengolahan dengan sistem FIFO

### 3.3.1.4 Scraper Fresh Fruit Bunch (SFFB)

*Scraper Fresh Fruit Bunch* berfungsi untuk mendorong, memindahkan atau menyalurkan TBS dari loading ramp ke perebusan. SFFB mampu membawa dan memindahkan TBS dengan kecepatan hingga 30 pm/menit. SFFB digerakan oleh motor *electric* ataupun engine melalui suatu penghubung berupa rantai penggerak.



**Gambar 3.3 SFFB**

### 3.3.2 Stasiun Perebusan

#### 3.3.2.1 Sterilizer

Proses perebusan di *sterilizer* merupakan proses pengolahan awal sebelum buah kelapa sawit diolah menjadi CPO dan inti sawit, karena itu proses ini harus dijaga agar berjalan dengan baik maka akan berjalan dengan baik maka akan mempengaruhi mutu dan rendamen minyak dan inti sawit.

Pada PKS PT. BIM terdapat 3 unit rebusan vertical 1, 2, & 3 dengan kapasitas masing-masing sebesar 22 ton dan berjalan secara bergantian. Dalam perebusan dikenal tiga sistem, yaitu *Single peak*, *Double peak* dan *Triple Peak*. Pada PKS BIM digunakan sistem *triple peak* karena dikenal paling sempurna, dalam perebusan juga terdapat siklus rebusan. Siklus perebusan adalah waktu yang diperlukan untuk merebus TBS, ditambah dengan waktu untuk memasukkan TBS ke *sterilizer* dan mengeluarkannya. Proses perebusan dilakukan dengan 3 puncak, dimana 2 puncak pertama digunakan untuk pembebasan udara disekeliling dan penguapan air (*air condensate*) dari tandan dan puncak terakhir digunakan khusus untuk mematangkan dan melunakkan daging buah yaitu penahan *steam (holding time)*. Waktu yang digunakan untuk proses perebusan adalah  $\pm 85$  menit, sedangkan waktu untuk satu siklus perebusan adalah  $\pm 150$  menit, dan waktu untuk memasukkan dan mengeluarkan TBS yaitu  $\pm 65$  menit.

Tujuan dari perebusan adalah :

1. Menghentikan aktivitas enzim.
2. Melepaskan buah dari tandannya.
3. Menurunkan kadar air.
4. Melunakkan buah sawit.

Tujuan dari dilakukannya perebusan adalah sebagai berikut :

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 *aldehyde* dan katon dimana bila senyawa tersebut teroksidasi akan terbentuk asam lemak bebas. Enzim ini hancur di daging buah, pada temperatur 530<sup>0</sup>c karena pada temperatur ini enzim tidak aktif.
2. Memudahkan buah lepas dari tandannya sehingga jumlah brondolan yang diperoleh pada proses pemipilan maksimal.
3. Melunakan 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.



**Gambar 3.4 Sterilizer**

### 3.3.3 Stasiun 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. *Thresher* mempunyai kecepatan 20-25 rpm.



**Gambar 3.5 Thresher**

### 3.3.3.1 Fruit Conveyor

*Fruit Conveyor* terdiri dari empat macam *conveyor*, fungsi dari masing-masing *conveyor* adalah:

1. *Under thresher conveyor* berfungsi untuk mendistribusikan brondolan yang jatuh ke *Three men bottom conveyor*.
2. *Bottom cross conveyor*, berfungsi untuk mendistribusikan berondolan yang berasal dari *under thresher conveyor* menuju ke *fruit elevator Top cross conveyor charai* tempat wadah berdolan dari *fruit elevator* dan kemudian didistribusikan ke *fruit distract conveyor*.
3. *Fruit distributing conveyor* berfungsi untuk mendistribusikan membagikan *hush* ke *digester* (untuk dilakukan kegiatan pelumatan)
4. *Recycle Fruit Conveyor* berfungsi untuk mengembalikan buah ke *bottom corong conveyor* jika terjadi penumpukan buah yang berlebihan di *upper fruit distributing conveyor digester*.

### 3.3.3.2 Empty Bunch Conveyor

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

### 3.3.3.3 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*.

### 3.3.3.4 Fruit Elevator

*Fruit Elevator* adalah alat angkut bahan yang dilengkapi dengan *bucket-bucket* yang dihubungkan dengan *chain* yang berfungsi untuk membawa dan mengangkut brondolan menuju *distributing conveyor*.



Gambar 3.6 Fruit Elevator

### 3.3.3.5 Distributing Conveyor

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

### 3.3.4 Stasiun Pengempaan (*Pressing*)



**Gambar 3.7 Stasiun Pengempaan**

Stasiun *pressing* merupakan stasiun atau tempat terjadinya pemisahan awal antara ampas dan minyak kasar. Proses minyak kasar untuk menjadi CPO akan dilakukan di stasiun klarifikasi minyak, sedangkan proses mengolah ampas untuk mendapatkan inti sawit akan dilakukan di setasiun pengolahan biji.

#### 3.3.4.1 Tangki Pengadukan (*Digester*)

*Digester* merupakan proses pengadukan brondolan dari *thresher* sampai *homogeny*. *Screw press* merupakan pengepresan terhadap brondolan yang *homogeny* untuk mendapatkan rendamen yang maksimal dan *nut* pecah yang seminimal mungkin. Tangki pengadukan digunakan untuk mengaduk dan

melumatkan daging buah yang sudah direbus dan memisahkan daging buah dari biji sawit. Yang bertujuan agar berondolan menjadi suatu yang *homogeny* sehingga proses pengepresan akan mudah dilakukan. Tangki pengadukan ini berbentuk *silinder vertical*, terbuat dari plat sudut-sudut untuk memberikan gerakan keatas dan kebawah sewaktu-waktu pisau berputar, dengan demikian akan terjadi pergeseran antara berondolan. Pelumatan dilakukan dengan pisau pengaduk yang berputar pada sumbu tangki. Tangki dipertahankan tetap penuh (sesuai ketentuan), agar tekanan yang ditimbulkan oleh gaya berat buah itu sendiri akan mengefektifkan gesekan antara pisau pengaduk, dinding tangki dan buah. Pelumat sangat menentukan hasil pengepresan atau pengempaan selanjutnya dan juga akan menghasilkan minyak bebas yang dibiarkan keluar secara kontinu melalui dasar digester. Terhambatnya pengeluaran minyak yang berfungsi sebagai pelumas pisau sehingga mengurangi efektivitas pelumas pisau digester.

Saat pengadukan ini secara langsung diinjeksi uap kedalam masa adukan (temperature berkisar antara 90 - 95° C) dan secara tidak langsung melalui dinding rangkap. Di PT Biyu Iyas Malela ada tiga buah digester dengan kapasitas 3500 liter/3,5m<sup>3</sup>. Pemanasan dengan uap bertujuan memudahkan penguraian minyak dari daging buah. Tujuan pengadukan atau pelumatan adalah :

1. Agar daging buah lepas dari bijinya.
2. Memecah daging buah sehingga minyak terbebas dari daging.
3. Memudahkan pengempaan atau pengepresan Selama pengadukan perlu diperhatikan
4. Tidak ada berondolan yang tidak terlepas dari tandannya, pengadukan harus *homogeny*.

5. Adukan harus diusahakan dalam keadaan hampir penuh agar efisiensi pemanasan tetap tinggi.
6. Massa yang diaduk tidak boleh mendidih. Lamanya pengadukan sebelum masuk *screw press* lebih kurang 25 menit.

#### 3.3.4.2 Pengepresan (*Screw Press*)



**Gambar 3.8 Screw Press**

*Screw press* adalah alat yang digunakan untuk meremas berondolan yang telah lumat sehingga menghasilkan minyak CO (*Crude Oil*). Pada proses ini dilakukan penyemprotan air panas agar minyak yang dikeluarkan tidak terlalu kental dan pori-pori silinder tidak tersumbat. Penyemprotan air dilakukan melalui *nozzle-nozzle* pada pipa berlubang yang dipasang di *screw press*. Mesin pengepresan ini bekerja berdasarkan adanya tekanan ulir didalam alat dengan arah yang berlawanan dengan konis hidrolik dengan besar tekanan 35- 40 bar. Di PT Biyu Iyas Malela terdapat 3 unit *Screw Press* dengan kapasitas olahnya 15 ton/jam dan tekanan press-nya 35-40 bar.

Tujuan pengepresan ini adalah untuk mendapat minyak kasar yang keluar dari daging buah yang dikenal dengan sebutann CPO (*Crude Palm Oil*) dan sekaligus juga memisahkan minyak kasar dari serat biji sawit. Cairan minyak yang

keluar akan dilanjutkan ke *sand trap tank* sedangkan serabut akan dilanjutkan ke CBC (*Cake Breaker Conveyor*).

Pada umumnya sebuah alat double screw press terdiri dari beberapa bagian penting yaitu :

1. *Electromotor*

Sumber gerak putar dari electromotor ditimbulkan oleh motor listrik dengan hubungan perpindahan gerak dengan memakai tipe *v-belt*

2. *Gear box*

*Gear box*, bekerja melalui sebuah system sepasang roda gigi yang berputar berlawanan arah, sehingga ini mengakibatkan gerakan melingkar.

3. Sepasang *Screw Worm*

Gerak melingkar yang dihasilkan roda gigi diteruskan oleh *screw worm*. *Screw worm* berfungsi sebagai alat pembawa untuk hasil pengupasan buah sawit didalam *digester*. Daging buah ini dihantarkan kearah dengan gerak keliling dari tipe *screw*.

4. *Conish*

Daging buah yang dihantarkan kearah depan oleh gerak keliling dari tipe *screw* akan menuju ke ujung *screw*, diujung *screw worm* daging buah terkumpul pada suatu ruang pemampatan. Tekanan ruang ini ditimbulkan oleh gerak *conish* yang dapat dimajukan dan dimundurkan. Akibat dari pemampatan dan pengepresan inilah minyak akan keluar dari daging buah. Sedangkan ampas dari hasil pengepresan akan keluar dari cone, yang selanjutnya akan dibawa menuju *Cake Breaker Conveyor*.

5. *Press Cake*

Minyak yang keluar dari hasil pemampatan dan pengepresan akan disaring terlebih dahulu didalam *press cake*, untuk memisahkan minyak dan kotoran sbelum minyak masuk kedalam *fibro separator*.

### 3.3.4.3 Oil Gutter

Minyak kasar yang dihasilkan masih tercampur dengan pasir, kotoran dan air sehingga ditampung di *oilgutter* (talang minyak). *Oilgutter* 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.

### 3.3.4.4 Sand Trap Tank

Cairan yang keluar dari alat press dan digester ditampung dalam *Oilgutter* dan dialirkan kedalam *Sand Trap tank*. Alat ini berfungsi untuk mengurangi jumlah pasir dalam minyak yang akan dialirkan ke *Vibrating Screen* (ayakan getar), dengan maksud agar ayakan getar terhindar dari gesekan pasir kasar yang dapat menyebabkan kehausan ayakan. Alat ini berkerja berdasarkan gravitasi yaitu mengendapkan padatan keberhasilan proses pengendapan tergantung pada retention time yang diterapkan sesuai dengan kapasitas tanki tersebut. PT Biyu Iyas Malela memilki 1 unit sand trap tank dengan kapasitas 10.000 liter/10 m<sup>3</sup>. Pasir harus dibuang setiap hari dengan membuka katup drain di ujung dasar bawah, minimal setiap 2 jam selama 3 detik.

### 3.3.4.5 Vibrating Screen (ayakan Getar)

Pemakaian ayakan getar bertujuan untuk memisahkan NOS yang berukuran

besar, sehingga pada proses selanjutnya didapatkan minyak yang memenuhi standard. Ayakan getar (*Vibrating Screen*) dikenal dengan tipe ‘*rectangulair*’ dan ‘*vibro*’ yang keduanya mempunyai mekanisme pemisahan yang berbeda. 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 alat ayakan getaran ditambahkan air panas dengan tujuan agar partikel-partikel pasir dapat memisah dengan baik. Suhu air pencuci diusahakan agar tetap panas ( $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$ C). Fraksi yang dipisahkan dalam alat ini yaitu Pasir dan tanah yang terbawa dari kebun bersama TBS dan brondolan. Umumnya pabrik telah memiliki *Sand Trap Tank* (STT) untuk mengendapkan partikel-partikel yang mempunyai berat jenis yang lebih besar dari 1(satu). karena waktu pengendapan sangat singkat sehingga tidak seluruh pasir atau gumpalan tanah terpisahkan, maka proses pemisahannya dilanjutkan pada ayakan getar. Serat atau ampas yang terikut dalam minyak dipisahkan dengan maksud agar kadar kotoran minyak sesuai dengan standard kualitas.



**Gambar 3.9 Vibrating Screen**

### 3.3.4.6 Crude Oil Tank (COT)



**Gambar 3.10 Crude Oil Tank**

Minyak yang keluar dari *vibrating screen* dialirkan ke *crude oil tank* untuk di tamping sementara. Pada *crude oil tank* ini minyak di panaskan dengan steam melalui sistem pipa pemanas, dan suhu di pertahankan 90-95°C. Dari sini minyak di pompakan ke CST (*Continuous Settling Tank*). *Crude Oil Tank* (COT) berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel berat yang tidak larut dan lolos dari ayakan getar. *Crude Oil Tank* di tempatkan tepat di bawah ayakan getar, berfungsi untuk menampung minyak dari ayakan getar sebelum di pompakan pada *Continuous Settling Tank*. Pemisahan minyak lebih sempurna jika panas minyak dipertahankan 90-95°C, oleh sebab itu dalam COT di pasang alat pipa *coil* pemanas. Pemanasan di lakukan dengan *closed steam* atau *open steam*. Penggunaan uap langsung (pipa terbuka) pada minyak akan menyebabkan beberapa hal:

#### 1. Pembentukan Emulsi

Pemberian uap langsung pada minyak (ujung pipa berada didasar tangki) dapat menyebabkan, terbentuknya kembali emulsi minyak yang sangat sulit dipisahkan dalam alat pemisah selanjutnya.

#### 2. Peningkatan *Viskositas* Cairan

Pemberian uap langsung terjadi goncangan-goncangan dan menyebabkan

partikel halus kembali melayang-melayang dalam cairan minyak meningkatkan *viskositas* cairan sehingga pemisahan fraksi minyak dan non minyak semakin sulit.

### 3. Pengeluaran Kabut

Penggunaan uap langsung yang terbuka akan mengeluarkan uap yang berbentuk kabut sehingga dapat mempengaruhi ketenangan kerja operator, dan dirasakan pengaruhnya pada unit pengolah yang berada disebelah atas alat tersebut. Pemanasan dengan pipa terbuka sering dilakukan untuk maksud mempercepat pemanasan minyak, karena suhu minyak yang keluar dari *OilGutter* sangat rendah, yang mungkin akibat pemberian air pengencer bersuhu rendah dalam *Screw Press*.

### 3.3.5 Stasiun Klarifikasi

#### 3.3.5.1 Continuous Settling Tank (Clarifier 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 95-100°C. PKS Biyu Iyas Malela memiliki 1 unit CST dengan kapasitas 69.000 liter/69 m<sup>3</sup> dengan *retention time* 4-5 jam.

Faktor-faktor yang mempengaruhi lamanya minyak bertahan dalam settling tanki:

- a. *Volume tanki*, yaitu ukuran luas permukaan dan tingginya tanki. Semakin luas permukaan tanki semakin bebas partikel-partikel NOS mengendap.
- b. *Debit Cairan masuk*; berkaitan dengan volume tanki. Minyak yang masuk harus diatur perbandingan minyak dengan air, sehingga minyak dapat bertahan lebih lama dalam tanki. Keberhasilan *oil settling tank* memisahkan minyak dipengaruhi masa tunggu dan cara pengenceran.

- c. *Pembuangan lumpur (low drawn)*; lumpur yang berada di bawah tanki yaitu yang berada pada *cone* dapat mengganggu proses pengendapan, yaitu bila *Cone* ditutupi oleh lumpur maka dasar tanki yang berlumpur membentuk bidang datar, yang berarti akan mengurangi volume tanki dan mengurangi waktu tunggu dalam *Oil Settling Tank*. Untuk mencapai hasil yang lebih baik maka pembuangan lumpur perlu dilakukan secara teratur secara periodik.

### 3.3.5.2 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 3.11 Sludge Tank

### 3.3.5.3 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 3.12 Buffer Tan**

#### 3.3.5.4 Decanter



**Gambar 3. 13 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.

### 3.3.5.6 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* akan terjadi sedimentasi berupa lumpur yang ditampung dibak ini dan akan dikirim lagi ke CST.



Gambar 3.14 Light Phase Tank

### 3.3.5.7 Oil Tank



Gambar 3.15 Oil Tank

Fungsi dari *Oil tank* adalah sebagai tempat penampungan sementara minyak sekaligus mengendapkan kotoran yang masih terikut pada minyak. *Oil tank* dilengkapi dengan pipa *coil* pemanas, yang digunakan untuk menaikkan dan mempertahankan suhu minyak hingga 90°C. Tujuan pemanasan minyak adalah untuk mempermudah pemisahan minyak dengan air dan kotoran ringan dengan cara

pengendapan, yaitu zat yang memiliki berat jenis yang lebih berat dari minyak akan mengendap pada dasar tanki. Suhu minyak dalam *Oil Tank* sangat berpengaruh pada perlakuan selanjutnya, karena tidak terjadi lagi pemanasan. sehingga dianggap suhu pada *oil tank* adalah sumber panas untuk pengolahan lanjutan seperti pada *Oil Purifier* dan *Vacuum Drier*.

### 3.3.5.8 Float Tank

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



Gambar 3.16 Float Tank

### 3.3.5.9 Vacuum Dryer

*Vacuum dryer* adalah suatu bejana hampa udara dimana tekanan udara dalam tanki sekitar 72cmHg dan suhu 90°C. Unit ini berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam minyak sehingga mencapai kadar air 0,1%. Dari *purifier* minyak dipompakan ke *vacuum drier* melalui pengaturan *feeding* oleh *float tank*. Dari *float tank*, minyak terhisap ke *vacuum drier* karena adanya tekanan vakum di tabung. Tekanan vakum diperoleh dari isapan pompa atau *steam injector*. Minyak masuk ke dalam tabung melalui *nozle-nozle* dan dikabutkan sehingga mempermudah penghisapan kadar air. Air akan terhisap ke pompa vakum, sedangkan minyak akan

turun ke bawah untuk dihisap oleh pompa oil *extraction pump*, selanjutnya dipompakan ke *storage tank*.



**Gambar 3.17** Vacum Dryer

#### 3.3.5.10 Fat Pit



**Gambar 3.18** Fat Pit

*Fat Pit* merupakan bak atau 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.

### 3.3.5.11 Recovery Tank



**Gambar 3.19 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.

### 3.3.5.12 Storage tank

Minyak dari *vacum dryer*, kemudian dipompakan ke *storage tank* (tangki timbun), pada suhu simpan 45-55°C. Setiap hari dilakukan pengujian mutu. Minyak yang dihasilkan dari daging buah berupa minyak yang disebut *Crude Palm Oil* (CPO). PT. BIM memiliki 2 tangki timbun dengan kapasitas 80 & 120ton.

*Storage tank* berfungsi untuk tempat penampungan sementara hasil

produksi minyak yang akan dipasarkan. *Storage tank* berbentuk silinder dengan ukuran besar dengan ketebalan plat sekitar 10 mm, dilengkapi pipa pemasukan dan pipa pengeluaran/pengiriman minyak. Di bagian atas tangki dibuat lubang penguapan uap air yang timbul akibat minyak panas yang baru masuk.



**Gambar 3.20 Storage Tank**

### 3.3.6 Stasiun Kernel

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

- 1) Melalui proses pemecahan biji diharapkan diperoleh efisiensi pemecahan yang tinggi dan kernel pecah yang rendah.
- 2) Pemisahan kernel dengan cangkang diharapkan diperoleh kernel dengan kualitas sesuai standar dan kehilangan kernel yang minim.
- 3) Dengan pengeringan diharapkan kadar air kernel produksi sesuai standar sehingga lebih tahan disimpan. Adapun standar kualitas yang ditetapkan ialah sebagai berikut :

- Kadar air kernel : maksimal 8,00% terhadap sampel.
- Kadar kotoran (*Dirt*) : maksimal 8,00% terhadap sampel.
- Kernel pecah (*broken kernel*) : maksimal 5,00% terhadap sampel.

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

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

### 3.3.6.1 Cake Breaker Conveyor (CBC)

CBC (*Cake Breaker Conveyor*) terdiri dari suatu talang dimana pada bagian tengah terdiri dari berbagai diameter talang terdapat *As screw* yang mempunyai pisau-pisau pemecah. Alat ini berfungsi untuk memecah cake (ampas press) menjadi fiber dan biji serta menghantarkan ke *depricarper*, mengeringkan/mengurangi kadar air fiber sebagai bahan bakar dan untuk memudahkan kerja *blower* pada *depricarper*. Prinsip kerja pada CBC ialah ampas yang keluar dari proses didalam *screw press* yaitu berupa gumpalan ampas press (*press cake*) yang terdiri dari serabut (*fiber*) nut akan dibawa oleh CBC. Di PT. BIM memiliki CBC dengan kapasitas 30 ton/jam.

Didalam CBC ampas press panas diaduk-aduk dengan putaran 66 rpm dan dengan pengaruh udara luar membuat ampas menjadi kering (kadar air berkurang), sehingga ampas yang lebih ringan akan mudah dipisahkan dari biji, yang kemudian menuju CBC Cross dan masuk menuju coloum pemisah (*depricarper*). Ampas press yang terlalu basah akibat CBC yaitu seng patah 'as' dan juga mempersulit pemisahan serat dengan biji, yng dapat mengurangi pengadaan bahan bakar. Semakin tinggi dalam serat akan menyebabkan kalor bakar yang rendah dan berakibat langsung

pada pencapaian tekanan kerja dan kapasitas uap yang dihasilkan boiler.



**Gambar 3.21 CBC**

### 3.3.6.2 Depericarper

*Depericarper* 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 fibre cyclone*. Prinsip kerja pada *depericarper* ialah ampas *press (press cake)* yang dibawa oleh *CBC* dengan cara *pneumatic* yaitu berdasarkan hisapan udara, dimana fraksi ringan berupa *fiber* akan dihisap dengan *fiber cyclone fan* sebagai bahan bakar pada *boiler*, sedangkan fraksi berat berupa *nut* jatuh menuju *nut polishing drum*. *Depericarper* merupakan *coloum* pemisah yang terdiri *separating coloum* dan *nut polishing drum*. Diujung *depericarper* terdapat *fiber cyclone fan* dimana berfungsi untuk memisahkan ampas (*fiber*) dengan *nut*. Untuk mendapatkan hasil pemisahan yang baik di *depericarper*, diperlukan:

1. Proses perebusan TBS yang baik dan efektif, memastikan TBS yang direbus benar-benar masak.

2. Proses perajangan/pelumatan buah digester baik dan efektif, memastikan daging buah terkelupas dari nut.
3. Proses pengepresan baik dan efektif, hasil press cake harus kering.
4. Pemecahan cake yang memadai untuk melepaskan fiber dari nut didalam cake breaker conveyor (CBC) sebelum umpan masuk ke depericarper.



**Gambar 3.22 Depericarper**

### 3.3.6.3 Polishing Drum



**Gambar 3.23 Polishing Drum**

*Polishing drum* merupakan suatu drum mendatar yang berputar. Didalam nya terdapat plat-plat pembawa yang dipasangkan miring pada dinding. Alat ini berfungsi untuk memoles agar fiber yang masih melekat pada *nut* biar terlepas.

Prinsip kerja pada *polishing drum* ialah *Nut* yang keluar dari proses

*derpericarper* masuk ke *polishing drum*, didalam *polishing drum nut* akan berputar sehingga *nut* akan berguling-guling pada bagian dinding *drum*, *fiber* yang masih melekat tersebut akan terlepas dari *nut*, kemudian *nut* yang sudah bersih dari *fiber* akan jatuh melalui celah dan naik melalui *nut bottom cross conveyer*, sedangkan *fibernya* akan dihisap oleh *fiber cyclone fan* menuju *derpericarper* dan diteruskan ke *boiler*.

### 3.3.6.4 Destoner

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

### 3.3.6.5 Nut Silo



**Gambar 3.24 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).

### 3.3.6.6 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. PT. BIM memiliki 2 unit *ripple mill*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemecahan *nut* agar memperoleh hasil yang baik ialah:

- a) Pengaturan kecepatan motor *ripple mill*  $\pm 760$  rpm
- b) Kerapatan antara *rotor bar* dengan *stator bar* disesuaikan dengan ukuran diameter pada *nut*  $\pm 1-1,5$  cm
- c) Kondisi *ripple mill* (Kehausan motor bar dan stator bar)
- d) Efisiensi yang kita harapkan limit 97% dari 100% harus pecah dari *nut* yang diumpankan secara sempurna.

Pada *Ripple Mill* terdapat *air lock* yang berfungsi sebagai pengatur umpan yang masuk ke *Ripple Mill* dan *magnet trap* yang berfungsi untuk menangkap besi yang ikut. Setelah dari *Ripple Mill*, maka masuk ke *bottom cm conveyor*, lalu masuk ke *cm elevator* mengantar ke *top cm conveyor*. Prinsip kerja pada *ripple Mill* ialah *nut* yang menjalani pengeraman/pengeringan pada *nut silo* dibawa ke *ripple mill* untuk diumpankan pada inti pemecah *nut* untuk dipecah cangkangnya dengan menggunakan *ripple mill* berdasarkan metode putaran  $\pm 1500$  rpm dengan menggunakan *rotating rotor*. Kemudian *nut* yang telah pecah di kirim dan masuk kedalam *LTDS*. *ripple Mill* terdiri dari:

#### 1. *Rotor Bar*

Bagian alat yang bergerak terdiri dari batang-batang besi sebagai alat

pemecah *nut*

## 2. *Ripple Plate*

Bagian alat yang diam terdiri dari plat yang bergerigi sebagai landasan alas *nut* agar proses pemecahannya bagus. Rotor bar digerakkan oleh motor listrik, sehingga rotor bar berputar dengan putaran 1100 rpm, umpan *nut* ke *rippel mill* berasal dari *nut hopper*. *Nut* akan terbawa oleh *rotor bar* dan akan terpukul di *ripple plate* sehingga karnel terpisah. Perlu diperhatikan umpan *nut* ke *ripple mill* terlalu banyak atau sedikit, karena ini akan berpengaruh terhadap efisiensi pemecahan, kapasitas, dan kualitas. Terlalu banyak umpan masuk ke *ripple mill* akan berakibat:

1. Efisiensi *rippel mill* rendah
2. *Admixture* akan tinggi
3. *Ripple Mill trip*



**Gambar 3.25 Ripple Mill**

### 3.3.6.7 Cracked Mixture Conveyer

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

### 3.3.6.8 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.

### 3.3.6.9 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 cyclone* 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.

### 3.3.6.10 LTDS II (*Light Tenera Dust Separator*)



Gambar 3.26 LTDS I & II

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.

### 3.3.6.11 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.

Proses ini inti sawit memiliki berat jenis 1,07 sedangkan cangkang memiliki berat jenis 1,15. Maka untuk memisahkan antara inti dengan cangkang dibuat 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* ( $\text{CaCO}_3$ ), jenis zat ini digunakan karena mudah didapat dan harganya terjangkau. Yang perlu diperhatikan adalah apabila pada saat pengadukan dihentikan maka larutan ( $\text{CaCO}_3$ ) akan mengendap dan sangat sulit untuk diaktifkan kembali. Penggunaan *Calcium Carbonate* ( $\text{CaCO}_3$ )

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 *Claybath*:

- a. Berat jenis cairan harus selalu terkontrol.
- b. Efisiensi LTDS-I & II.
- c. *Feeding* harus sesuai kapasitas.



**Gambar 3.27 Claybath**

### 3.3.6.12 Kernel Silo



**Gambar 3.28 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 masing- masing yaitu 37 ton. Proses pengeringan ini diharapkan mampu menurunkan kadar air didalam inti maksimal sebesar 7%.

### 3.3.6.13 Kernel Bunker



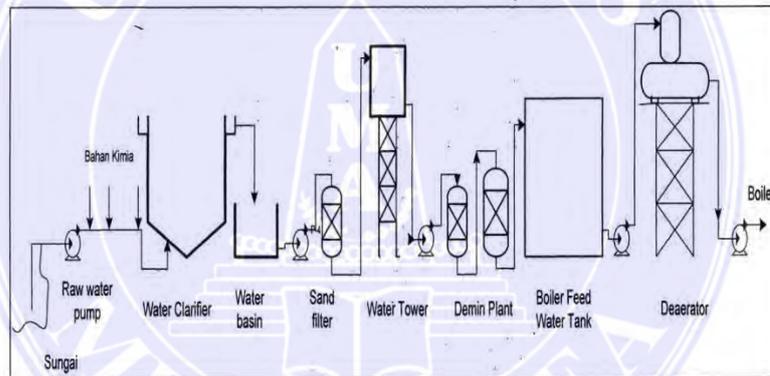
**Gambar 3. 29 Oil Tank**

*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 yaitu kadar air 7%, kadar kotoran 6%, kernel pecah 15%.

### 3.3.7 Stasiun Pengolahan Air (Water Treatment)

Pengolahan air pada dasarnya merupakan dari proses fisika, kimia dan biologi, diantaranya adalah proses kogulasi, sedimentasi, penyaringan (*Filtrasi*)

dan sebagainya. Setiap cara pengolahan bergantung pada karakteristik air, yang akan diolah untuk mendapatkan air bersih sesuai dengan keperluan. Pengolahan air merupakan upaya untuk mendapatkan air bersih dan sehat sesuai dengan standart mutu air berkaitan dengan pencemaran-pencemaran dan menghilangkan atau menurunkan zat pengotor di dalam air. Pencemaran-pencemaran utama yang harus diperhatikan pada kebanyakan air baku adalah bakteri *pathogen*, kekeruhan, bahan-bahan terapung, warna, rasa, bau, senyawa-senyawa organic dan kesadahan. 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 dibawah ini.



**Gambar 3.30 Skema Pengolahan Air**

### 3.3.7.1 Waduk I & II



**Gambar 3.31 Waduk**

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

### 3.3.7.2 Water Tank

Tanki ini berfungsi sebagai penampung air kotor yang berasal dari waduk yang berfungsi sebagai tempat sedimentasi awal air yang kotor yang selanjutnya akan diproses, tanki ini memiliki voume yaitu 55m<sup>3</sup>.



Gambar 3.32 Water tank

### 3.3.7.3 Reservoir Pump



Gambar 3.33 Reservoir Tank

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 pencampuran larutan yang

memiliki agitator atau pemutar yang berfungsi sebagai tangki cadangan cairan pendingin atau air radiator.

### 3.3.7.4 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 m<sup>3</sup>. *Clarifier tank* adalah tangki pengendapan yang berfungsi untuk memisahkan padatan dari cairan.



Gambar 3.34 Clarifier Tank

### 3.3.7.5 Water Basin



Gambar 3.35 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 m<sup>3</sup>.

### 3.3.7.6 Sand Filter

*Sand filter* adalah sistem penyaringan yang menggunakan lapisan pasir sebagai media filtrasi untuk menyaring kotoran dan partikel dari cairan, biasanya air. *Sand filter* mengandung lapisan media yang poros (dapat dilalui oleh air), memiliki volume 6m<sup>3</sup>.



**Gambar 3.36 Sand Filter**

### 3.3.7.7 Water Tank II

memiliki peran krusial dalam berbagai proses produksi. Tangki ini digunakan untuk menyimpan dan mendistribusikan air yang diperlukan dalam berbagai tahap pengolahan kelapa sawit.

### 3.3.7.8 Carbon Filter

*Carbon filter* adalah sistem penyaringan yang menggunakan karbon aktif (*activated carbon*) sebagai media filtrasi untuk menghilangkan kontaminan dalam cairan atau gas, terutama dalam pengolahan air dan udara. Karbon aktif memiliki struktur berpori yang memungkinkan adsorpsi tinggi terhadap zat *organik*, *klorin*,

bau, dan bahan kimia lainnya.



**Gambar 3.37 Carbon Filter**

### 3.3.7.8 Softener Tank



**Gambar 3.38 Softener tank**

*Softener tank* adalah tangki yang digunakan dalam sistem *water softener* untuk menghilangkan ion-ion penyebab kesadahan air, seperti kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Air sadah dapat menyebabkan kerak pada pipa, boiler, dan peralatan industri, sehingga penggunaan softener tank sangat penting dalam pengolahan air, terutama di Pabrik Kelapa Sawit (PKS), dan industri lainnya.

### 3.3.7.9 Reverse Osmosis (RO)

*Reverse Osmosis* (RO) adalah proses pemurnian air yang menggunakan membran semi-permeabel untuk menyaring zat terlarut, partikel, bakteri, dan

kontaminan lainnya dari air dengan cara mendorong air melalui membran di bawah tekanan tinggi. Teknologi ini banyak digunakan dalam industri, pengolahan air minum dan industri lainnya. Pada PT.BIM memiliki RO yang memiliki kapasitas 12m<sup>3</sup>.



**Gambar 3.39 Reverse Osmosis (RO)**

#### **3.3.7.10 Feed Water Tank**

*Feed Water Tank* (FWT) adalah tangki penyimpanan air umpan yang digunakan dalam sistem boiler untuk menyediakan air yang akan diuapkan menjadi *steam* (uap air). Tangki ini memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi boiler, mencegah korosi, serta menjaga kestabilan sistem uap.



**Gambar 3.40 Feed Water Tank**

#### **3.3.7.11 Dearator Tank**

*Deaerator Tank* adalah peralatan dalam sistem boiler yang berfungsi untuk menghilangkan gas-gas terlarut, terutama oksigen (O<sub>2</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>),

dari air umpan boiler (*feed water*). Gas-gas ini dapat menyebabkan korosi pada boiler dan sistem perpipaan, sehingga deaerator sangat penting untuk menjaga efisiensi dan umur peralatan. Temperatur air di dalam *dearator* yaitu 90-95°C.



**Gambar 3.41 Dearator Tank**

### 3.8 Stasiun Boiler

#### 3.8.1 Boiler

Boiler adalah suatu bejana bertekanan tertutup yang berisi air, yang kemudian dipanaskan menggunakan bahan bakar. Proses pemanasan ini menghasilkan *steam* (uap air) yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri.

PT Biyu Iyas Malela memiliki satu unit boiler dengan kapasitas tekanan maksimal 20 bar dan mampu menghasilkan *steam* sebesar 22 ton per jam.

Untuk memahami lebih lanjut mengenai boiler, terdapat beberapa aspek utama yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

1. *Pressure* (Tekanan)

Tekanan adalah besarnya tekanan kerja yang dihasilkan oleh *steam* boiler selama proses operasional.

2. *Temperature* (Suhu)

*Temperature* adalah tingkat panas yang dihasilkan oleh *steam* boiler. Suhu

steam boiler dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

- *Superheater Steam*, yaitu suhu yang dihasilkan sesuai dengan desain yang telah dirancang dalam sistem boiler.
- *Saturated Steam* (uap basah), yaitu suhu yang dihasilkan berbanding lurus dengan tekanan dalam boiler.

### 3. Kapasitas

Kapasitas boiler mengacu pada kemampuan maksimum untuk menghasilkan uap dalam satuan ton per jam (Ton/jam).

Untuk mencari kapasitas boiler rumus yang digunakan adalah:

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

- $\eta$  = 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 ukuran yang menunjukkan seberapa banyak steam yang dihasilkan dalam setiap ton bahan bakar yang terbakar di dalam ruang dapur boiler. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan efisiensi adalah :

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

- Q = Kapasitas (Kg/hr)  $\eta$  = Efisiensi boiler (%)
- Gbb = Berat bahan bakar (Kg/hr)
- $\Delta$ Entalphy = Perbedaan Entalphy uap dan Entalphy air masuk (Kcal/kg)

Beberapa bagian utama dan perlengkapan penting pada boiler antara lain sebagai berikut:

1. *Feed Water Pump* (Pompa Air Umpan)

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

2. Ruang Bakar

Ruang bakar berfungsi sebagai tempat pembakaran bahan bakar, seperti cangkang dan serabut, yang digunakan untuk memanaskan serta menguapkan air yang mengalir di dalam pipa-pipa boiler.

3. *Boiler Drum*

*Boiler drum* terdiri dari dua bagian, yaitu *upper drum* (drum atas) dan *lower drum* (drum bawah), yang masing-masing memiliki fungsi sebagai berikut:

o *Upper Drum* (Drum Atas)

*Upper drum* berfungsi sebagai tempat pemisahan antara uap dan air dalam sistem boiler. Air yang telah dipanaskan akan berubah menjadi uap, kemudian uap ini dipisahkan dari air sebelum dialirkan ke sistem pemanasan lanjutan, seperti superheater. Selain

itu, upper drum juga berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum air bersirkulasi kembali ke dalam sistem.

- *Lower Drum* (Drum Bawah)

*Lower drum* berfungsi sebagai tempat penampungan air yang telah dipanaskan sebelum dialirkan kembali ke dalam sistem boiler melalui pipa-pipa pemanas. Air dari lower drum akan naik kembali ke upper drum melalui pipa sirkulasi, sehingga proses pemanasan dan penguapan dapat berlangsung secara terus-menerus.

4. *Header*

Berfungsi sebagai tempat menampung dan mendistribusikan air umpan ke pipa-pipa pendidih untuk dipanaskan menjadi uap.

5. *Pipa pemanas*

Berfungsi untuk mengubah air menjadi uap dengan bantuan pemanasan secara konveksi dari udara panas hasil pembakaran di ruang bakar.

6. *Generating pipe*

Berfungsi untuk mengalirkan air umpan boiler dari *upper drum* ke *lower drum* atau dari *upper drum/lower drum* ke *header*.

7. *Fan* atau *blower*

Terdapat tiga jenis fan yang digunakan dalam boiler, yaitu:

- *Induced draft fan* (IDF): Membantu isapan gas hasil pembakaran agar dapat terbang dengan lancar melalui cerobong.
- *Force draft fan* (FDF): Membantu memasukkan udara pembakaran ke dalam ruang bakar serta mengatur agar pembakaran berjalan sempurna.

- *Secondary force draft fan*: Menambah kebutuhan oksigen dalam proses pembakaran serta mengatur jatuhnya bahan bakar yang dimasukkan dari *fuel distributing conveyor*.

#### 8. *Superheater*

Berfungsi untuk menaikkan suhu uap jenuh hingga menjadi uap kering, yang memiliki efisiensi lebih tinggi untuk proses pemanasan lanjutan.

#### 9. *Dust collector*

Berfungsi untuk menyaring dan mengatur pengeluaran abu yang terbawa gas agar tidak langsung terbuang melalui cerobong, sehingga mengurangi pencemaran udara.

#### 10. Cerobong asap

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

#### 11. *Fuel feeder*

Berfungsi untuk mengatur pemasukan bahan bakar ke dalam ruang bakar boiler agar pembakaran berlangsung optimal.

#### 12. *Blow down valve*

Berfungsi untuk mengeluarkan air dari dalam *upper drum* guna menjaga level air serta mengontrol kandungan zat padat terlarut (*total dissolved solid/TDS*) dalam air.

#### 13. Peralatan kontrol

Berfungsi untuk mengontrol kondisi boiler selama beroperasi guna mencegah risiko yang membahayakan. Beberapa peralatan kontrol utama meliputi:

- *Safety valve* (katup pengaman): Mencegah tekanan uap yang berlebihan.
- *Water level alarm*: Memberikan peringatan jika level air pada upper drum terlalu rendah atau terlalu tinggi.
- Barometer: Menunjukkan tekanan uap dan air dalam boiler.
- Gelas penduga: Menunjukkan level air pada upper drum.
- *Modulating valve*: Mengatur aliran air umpan untuk mencegah level air yang terlalu rendah di upper drum.
- *Steam check valve*: Mencegah tekanan balik (*back pressure*) pada pipa uap.
- *Thermometer*: Menunjukkan suhu pada boiler.

#### 14. *Ash hopper*

Berfungsi sebagai unit penampung abu yang terbawa dalam udara panas hasil pembakaran. Di dalam *ash hopper* terdapat *multicyclone*, yang menangkap abu sehingga jatuh ke bawah dan tidak ikut terbawa ke udara.

#### 15. *Soot blower*

Berfungsi untuk membersihkan kerak yang menempel pada pipa-pipa boiler agar efisiensi perpindahan panas tetap optimal.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengoperasian boiler :

Sebelum proses operasional boiler:

1. Menghidupkan *deaerator booster* dan *feed water pump*.
2. Melakukan pengujian alarm untuk *low-level water*, *high-level water*, serta pengecekan *interlock*.

3. Memeriksa level air pada *gauge glass*, memastikan berada di posisi  $\frac{1}{2}$  *gauge glass* (normal level).
4. Melakukan pembersihan *furnace* sebelum diisi bahan bakar.
5. Memeriksa stok bahan bakar (*shell hopper*) dan *stok feedwater* di *softener water tank*.
6. Memeriksa stok dan dosis *chemical* yang dibutuhkan.
7. Memeriksa kondisi *conveyor, fan*, pompa, dan panel kontrol.
8. Melakukan *slow firing* selama  $\pm 1$  jam.
9. Membuka *valve drain* pada semua pipa header dan steam trap.
10. Memulai boiler dengan menghidupkan ART, IDF, SAF, PAF, CAF, dan AFF serta melakukan pengujian *safety valve* secara manual.
11. Memeriksa dan menguji *gauge glass*.
12. Ketika tekanan steam mencapai 15 bar, membuka main *stop valve* sedikit demi sedikit untuk menghindari water hammer pada pipa steam yang masih dingin.

Selama Proses Berlangsung:

1. Menjaga tekanan steam produksi agar tetap stabil pada tekanan kerja yang diinginkan.
2. Melakukan pencatatan *logsheet* secara teratur.
3. Memeriksa level air pada *gauge glass* dan memastikan level air berada di posisi  $\frac{1}{2}$  *gauge glass* (normal level).
4. Memeriksa feeding bahan bakar serta ketebalan kerak pada *furnace*.
5. Melakukan pembuangan kerak untuk menjaga efisiensi pembakaran.

6. Memeriksa kondisi *vacuum deaerator*, *softener*, *feedwater pump*, serta *chemical dosing pump*.
7. Memeriksa kondisi damper dan fan untuk memastikan kinerjanya tetap optimal.

Setelah Proses Operasional:

1. Menutup *main stop valve* dan membuka penuh *valve drain* pada *superheater header*.
2. Menghentikan *feeding* bahan bakar serta membersihkan *furnace* dari sisa-sisa bahan bakar dan kerak.
3. Mematikan seluruh *fan* yang beroperasi.
4. Memastikan level air dalam *gauge glass* berada di posisi  $\frac{3}{4}$  *gauge glass*.
5. Mematikan semua alat pendukung boiler.
6. Mematikan *power supply* ke panel kontrol.
7. Membersihkan area kerja untuk menjaga kebersihan dan keamanan lingkungan kerja.
8. Melakukan pengisian logsheet serta membubuhkan paraf sebagai tanda verifikasi.
9. Merapikan seluruh perlengkapan kerja sebelum meninggalkan area boiler.



**Gambar 3.42 Boiler**

### 3.9 Stasiun Kamar Mesin (*Engine Room*)

#### 3.9.1 Turbin



**Gambar 3.43 Turbin**

Turbin adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi dari uap (*steam*) menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran. Energi mekanis ini kemudian digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui *alternator*.

Setiap turbin dilengkapi dengan katup keselamatan (*safety valve*) yang berfungsi untuk melindungi turbin dari kondisi pengoperasian yang tidak aman. Katup ini bekerja secara mekanis dengan bantuan pegas, di mana katup akan terbuka saat tekanan mencapai batas tertentu dan akan menutup kembali untuk menghentikan turbin jika tekanan turun ke tingkat yang aman.

Uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin merupakan uap kering dari boiler dengan tekanan kerja 20 kg/cm<sup>2</sup>. Di PT. Biyu Iyas Malela, terdapat 1 unit alternator turbin uap dengan kapasitas 767 kW.

Apabila tekanan uap yang masuk ke turbin tidak mencapai  $\geq 20$  kg/cm<sup>2</sup>, maka pasokan listrik akan berkurang. Untuk mengatasi hal ini, dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

- Menggunakan genset sebagai sumber daya tambahan.
- Mematikan sebagian alat atau mesin yang tidak digunakan untuk mengurangi konsumsi listrik.

Faktor-Faktor yang Perlu Diperhatikan dalam Operasional Turbin:

1. Mengontrol tekanan uap masuk agar tetap maksimum 20 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Mengatur set frekuensi agar daya listrik yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan.
3. Memeriksa kondisi *oil gear box* secara berkala.
4. Memastikan pelumasan *bearing shaft* berjalan dengan baik.
5. Memeriksa temperatur oli (40 – 50°C) dan tekanan oli (2 – 5 bar).
6. Memeriksa kondisi seal pendingin oli.
7. Memeriksa dan mengencangkan baut pengikat untuk mencegah getaran berlebih.
8. Melakukan pemeriksaan dan pembersihan generator secara berkala untuk menjaga performa.

### 3.9.2 Genset (*Generator Set*)

Genset (*Generator Set*) merupakan sumber tenaga listrik utama saat *steam turbo alternator* tidak beroperasi serta berfungsi sebagai pendukung jika terjadi kekurangan daya pada *steam turbo alternator*.

Apabila tekanan steam pada boiler turun sehingga *turbo alternator* tidak dapat beroperasi dengan baik, tegangan listrik akan ikut menurun. Namun, kebutuhan tenaga listrik tetap harus terpenuhi agar proses produksi tidak terganggu. Oleh karena itu, dilakukan paralel dengan diesel alternator untuk menstabilkan pasokan listrik.

Di PT. Biyu Iyas Malela, terdapat 1 unit generator set yang digunakan untuk memastikan kelangsungan operasional pabrik saat terjadi penurunan daya listrik dari turbo alternator.

Faktor-Faktor yang Perlu Diperhatikan dalam Operasional Genset :

1. Memeriksa ketersediaan bahan bakar (solar) serta melakukan pencucian tangki solar secara berkala.
2. Memantau tekanan minyak dan temperatur mesin agar tetap dalam batas normal.
3. Memeriksa ketinggian oli/pelumas untuk memastikan pelumasan mesin berjalan optimal.
4. Memperhatikan getaran mesin saat beroperasi guna mendeteksi adanya kelainan pada sistem.
5. Mengganti filter bahan bakar dan oli sesuai dengan umur pemakaian untuk menjaga performa mesin.

Prosedur *Start Genset* :

1. Memeriksa kondisi peralatan genset, termasuk oli, bahan bakar, dan air pendingin.
2. Membuka keran bahan bakar untuk memastikan suplai bahan bakar ke mesin.
3. Menghidupkan genset hingga mesin beroperasi dengan normal.
4. Setelah mesin berjalan stabil, pindahkan switch di MCB ke posisi ON untuk menyuplai listrik.

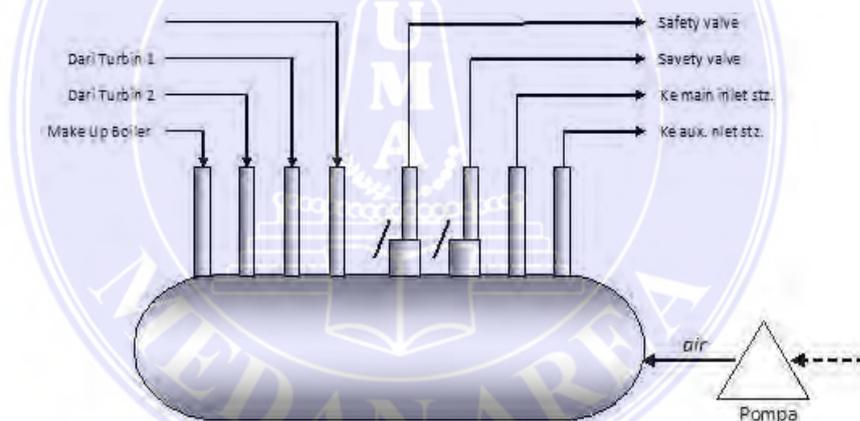
Prosedur *Stop Genset* :

1. Pindahkan switch di MCB ke posisi OFF untuk memutus aliran listrik dari genset.
2. Matikan *genset* dengan prosedur yang sesuai.
3. Tutup keran bahan bakar untuk menghentikan suplai bahan bakar ke mesin.



Gambar 3.44 Genset

### 3.9.3 Back Pressure Vessel (BPV)



Gambar 3.45 Skema BPV

*Back Pressure Vessel* (BPV) adalah bejana tekan yang berfungsi untuk menampung uap bekas dari turbin sebelum didistribusikan ke unit pengolahan.

#### Prinsip Kerja BPV

BPV menampung steam buangan dari turbin hingga mencapai tekanan maksimum 3 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk menjaga kestabilan tekanan, BPV dilengkapi dengan

*make-up valve* dan *surplus valve*, yang berfungsi untuk menyesuaikan tekanan sesuai kebutuhan.

Komponen-Komponen BPV dan Fungsinya :

1. *Make-up valve* → Menaikkan atau menambah tekanan jika diperlukan.
2. *Safety valve* dan *surplus valve* → Membuang kelebihan uap agar tekanan tetap stabil.
3. Saluran distribusi *steam* → Mengarahkan uap ke berbagai unit dalam stasiun pengolahan.
4. *Pressure gauge* dan termometer → Mengukur serta mencatat tekanan dan suhu uap di dalam BPV.

Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan dalam Operasional BPV :

1. Menjaga tekanan BPV dalam rentang 2,8 – 3,0 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Membuang uap jika tekanan melebihi 3 kg/cm<sup>2</sup> untuk menghindari kelebihan tekanan.
3. Mengatur distribusi steam agar seluruh proses pengolahan berjalan lancar.
4. Memeriksa kondisi *safety valve* secara rutin untuk memastikan fungsinya tetap optimal.

Unit *Back Pressure Vessel* dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 3.46 Back Pressure Vessel**

### 3.10 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian penting dalam pabrik kelapa sawit yang bertugas untuk menganalisis dan memeriksa hasil produksi serta memantau proses pengolahan.

Hasil analisis laboratorium menjadi parameter utama yang harus diikuti dalam proses produksi guna memastikan kualitas dan efisiensi operasional pabrik.

#### 3.10.1 Quality Palm CPO & Kernel

Salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas pabrik kelapa sawit adalah kemampuannya menghasilkan CPO (*Crude Palm Oil*) dan inti sawit yang memenuhi standar mutu. Standar ini meliputi kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kadar kotoran, kadar air dalam CPO serta inti sawit, dan juga kerugian (*losses*) yang harus terkendali di setiap tahap proses produksi.

Berikut ini adalah pembahasan mengenai analisis mutu CPO dan inti sawit, serta *losses* di setiap proses pengolahan.

1. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas (ALB / *Free Fatty Acid* - FFA)

Analisis kadar Asam Lemak Bebas (ALB) bertujuan untuk mengetahui kadar asam palmitat dalam CPO. ALB merupakan parameter mutu utama dalam hasil olahan, karena tingkat ALB sangat menentukan penggunaan dan proses lanjutan dari CPO tersebut.

Prosedur Penentuan ALB :

1. Timbang 3-5 gram sampel minyak dengan ketelitian 0,0001 gram ke dalam *conical flask* 250 ml.

2. Tambahkan 50 ml *isopropil alkohol* yang telah dinetralisasi dan 4 tetes indikator *fenolftalein*, lalu kocok hingga homogen.
3. Lakukan titrasi dengan larutan standar natrium atau kalium hidroksida (NaOH/KOH) 0,1 N, tetes demi tetes, hingga timbul warna jingga yang bertahan minimal 30 detik.

Kalkulasi :

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

Cacatan :

- t = Volume larutan *natrium hidroksida* yang digunakan (ml)
- N = normalitas larutan *natrium hidroksida*.
- W = berat sampel minyak yang digunakan.

## 2. Penentuan % *Moisture*

Penentuan kadar *moisture* (kadar air) adalah proses untuk mengukur jumlah air yang terkandung dalam CPO (*Crude Palm Oil*) maupun kernel. Kadar *moisture* ini menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas hasil produksi.

Prosedur Penentuan Kadar *Moisture* pada CPO dan Kernel :

### 1. Persiapan Wadah

- Panaskan wadah yang akan digunakan dalam oven konvensional pada suhu 105°C selama 30 menit.
- Dinginkan wadah selama 30 menit dalam desikator.
- Timbang wadah kering hingga ketelitian 0,0001 gram (W1).

## 2. Penimbangan Sampel

- Tuangkan sampel ke dalam wadah yang telah dikeringkan.
- Timbang kembali hingga ketelitian 0,0001 gram (W2).

## 3. Pengeringan Sampel

- Keringkan sampel dalam *microwave oven* selama waktu yang telah ditentukan.
- Dinginkan sampel kering dalam desikator selama 30 menit.

## 4. Penimbangan Akhir

- Timbang wadah beserta sampel kering hingga ketelitian 0,0001 gram (W3).

Kalkulasi Kadar *Moisture* :

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



**Gambar 3.47 Moisture Analyzer CPO**

## 3. Penentuan *Dirt*

Penentuan *dirt* (kadar kotoran) merupakan salah satu parameter kualitas hasil produksi pabrik. Berikut adalah prosedur pengecekan *dirt*:

### Metode Pengujian

1. Tempatkan *glass fibre filter* dalam *Gooch crucible*, kemudian panaskan dalam oven konvensional pada suhu 105°C selama 30 menit.
2. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit.
3. Timbang *Gooch crucible* kering beserta *glass fibre filter* hingga ketelitian 0,0001 gram (W4).
4. Gunakan sampel minyak kering dari pengujian % moisture sebagai sampel untuk pengujian % *dirt*.
5. Tambahkan 100 ml *hexane* suling, lalu aduk hingga homogen.
6. Tuangkan campuran minyak dan *hexane* ke dalam *crucible* secara hati-hati, kemudian gunakan pompa vakum untuk menyaring campuran tersebut.
7. Lakukan pembilasan beberapa kali dengan *hexane* suling sampai keseluruhan minyak dan kotoran telah dipindahkan.
8. Pindahkan *crucible*, bersihkan bagian luarnya dengan tisu, lalu keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit.
9. Timbang *crucible* setelah pengeringan hingga ketelitian 0,0001 gram (W5).

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

4. Penentuan % *Dirt* dan % Kernel Pecah

### Metode Pengujian

1. Timbang sampel kernel hingga ketelitian 0,0001 gram (W1).
2. Sortir sampel ke dalam kategori berikut:
  - o Kernel bulat
  - o Kernel pecah
  - o *Nut* bulat

- *Nut* utuh
  - *Nut* setengah pecah
  - Cangkang lepas
  - Serabut
3. Pecahkan *nut* bulat dan *nut* setengah pecah secara manual dengan hati-hati agar kernel tetap utuh.
4. Timbang cangkang secara terpisah sesuai kategori berikut:
- Cangkang dan serabut (W2)
  - Cangkang dari *nut* bulat (W3)
  - Cangkang dari *nut* setengah pecah (W4)
  - Kernel pecah (W5)

Kalkulasi :

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

## 5. Penentuan % *Moisture Inti*

Metode Pengujian

1. Hasil sortasi (*nut* bulat, *nut* pecah, kernel bulat, kernel pecah, dan cangkang halus) digerus secara manual menggunakan mortar hingga ukuran maksimal

- 5 mm.
2. Panaskan *crystallizing dish* dalam oven konvensional pada suhu 105°C selama 30 menit.
  3. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian timbang *crystallizing dish* kering hingga ketelitian 0,0001 gram (W1).
  4. Tempatkan kernel yang telah dipecahkan ke dalam *dish*, lalu timbang hingga ketelitian 0,0001 gram (W2).
  5. Keringkan sampel dalam *microwave oven*, kemudian dinginkan dalam desikator selama 30 menit.
  6. Timbang kembali *crystallizing dish* yang berisi sampel kering hingga ketelitian 0,0001 gram (W3).

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

### 3.10.2 Analisa Kadar Minyak Pada Sampel

Analisis kadar minyak pada berbagai sampel dalam proses pengolahan kelapa sawit memiliki tahapan yang serupa. Analisis ini bertujuan untuk:

- Menentukan kandungan minyak dalam limbah proses yang dapat menyebabkan *losses* tinggi jika melebihi batas norma yang ditetapkan.
- Menghitung rendemen minyak dari Tandan Buah Segar (TBS), yang berpengaruh pada efisiensi produksi dan nilai ekonomi hasil olahan.

Berikut adalah beberapa sampel yang dianalisis untuk menentukan kadar minyak:

#### 1. *Heavy Phase*

*Heavy phase* merupakan hasil sampling dari pengolahan *sludge tank* yang diproses menggunakan *decanter*. Komponen utama *heavy phase* terdiri dari air dan minyak

dalam bentuk emulsi. Analisis *heavy phase* dilakukan untuk:

- Mengevaluasi kinerja *decanter* dalam memisahkan minyak dari *sludge*.
- Memastikan bahwa *losses* minyak dalam *heavy phase* berada dalam batas yang diperbolehkan.

## 2. *Solid*

*Solid* adalah hasil samping dari *sludge* yang mengandung serat (*fiber*) dan partikel halus seperti tanah. *Solid* berbentuk padatan yang masih mungkin mengandung minyak.

Analisis *solid* bertujuan untuk:

- Menilai efisiensi pemisahan minyak pada proses pengolahan *sludge*.
- Mengidentifikasi potensi *losses* minyak dalam fase padat.

## 3. Ampas *Press*

Ampas *press* adalah residu hasil pemerasan minyak di *screw press*. Analisis kadar minyak pada ampas *press* dilakukan untuk:

- Menilai efisiensi ekstraksi minyak oleh *screw press*.
- Memastikan bahwa prosedur pemerasan berjalan optimal agar minyak yang tertinggal dalam ampas tetap dalam batas yang diperbolehkan.

## 4. Janjang Kosong

Janjang kosong adalah limbah dari proses pemipilan buah sawit (*stripping*). Analisis kadar minyak pada janjang kosong penting terutama pada pabrik dengan sistem perebusan *vertical sterilizer*, karena:

- Proses perebusan yang tidak optimal dapat menyebabkan air kondensat terserap ke dalam janjang kosong, meningkatkan *losses* minyak.
- Evaluasi *losses* minyak pada janjang kosong menjadi indikator efisiensi proses perebusan.

## 5. Daging Buah (*Mesocarp*)

Daging buah adalah bagian utama dari brondolan TBS yang mengandung minyak sawit. Analisis kadar minyak pada daging buah dilakukan untuk:

- Menentukan material balance dalam proses produksi.
- Menilai kondisi buah sawit yang diolah (matang, kurang matang, atau terlalu matang).
- Menetapkan rendemen TBS, yang berpengaruh pada harga yang diberikan kepada *supplier* berdasarkan kualitas buah yang mereka bawa.

Alat dan Bahan yang Digunakan:

Analisis kadar minyak dalam sampel dilakukan menggunakan metode *Soxhlet Extraction*, yang memerlukan peralatan dan bahan sebagai berikut:

Alat:

1. Neraca analitis (ketelitian 4 desimal)
2. *Soxhlet extractor*
3. *Thimble* (kertas saring berbentuk tabung) dan kapas
4. *Flask bottom* (labu alas bulat)
5. Dapur pemanas / elektrotermal
6. Kamar pengasaman
7. Kompresor

Bahan:

1. *Reagen* pelarut (n-heksana)
2. Sampel minyak atau padatan yang akan diuji

Prosedur Kerja Analisis Kadar Minyak

1. Penentuan Kadar Air

- Sebelum ekstraksi minyak, sampel dikeringkan dalam oven laboratorium untuk menghilangkan kadar air.
- Sampel kering kemudian ditimbang menggunakan neraca analitis untuk mendapatkan berat awalnya.

## 2. Persiapan Ekstraksi Minyak

- Masukkan sampel kering ke dalam *thimble*, lalu tutup dengan kapas untuk mencegah tumpahan saat ekstraksi.
- Timbang *flask bottom* kosong dan catat beratnya ( $W_1$ ).
- Tambahkan 150 ml n-heksana ke dalam *flask bottom* sebagai pelarut minyak.

## 3. Proses Ekstraksi Minyak dengan *Soxhlet*

- Masukkan *thimble* berisi sampel ke dalam *Soxhlet extractor* dan hubungkan dengan *flask bottom*.
- Panaskan sistem menggunakan dapur pemanas dan biarkan proses ekstraksi berlangsung selama 5–6 jam, hingga seluruh minyak larut dalam n-heksana.

## 4. Penguapan dan Pemurnian Minyak

- Setelah ekstraksi selesai, uapkan n-heksana dari *flask bottom* menggunakan pemanas laboratorium hingga hampir habis.
- Lanjutkan pemanasan selama  $\pm 10$  menit untuk memastikan pelarut benar-benar menguap.

## 5. Proses Pengasaman dan Pemurnian Akhir

- Pindahkan *flask bottom* ke kamar pengasaman dan lakukan proses kompresi menggunakan kompresor, untuk menghilangkan sisa pelarut

yang masih ada.

#### 6. Pendinginan dan Penimbangan Akhir

- Dinginkan *flask bottom* berisi minyak hasil ekstraksi dalam desikator selama  $\pm 20$  menit.
- Timbang kembali *flask bottom* yang telah berisi minyak dan catat hasilnya (W2).

#### Perhitungan Kadar Minyak

Kadar minyak dalam sampel dihitung menggunakan rumus berikut:

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



Gambar 3.48 Metode Soxhlet

#### 3.10.3 Analisa Kadar Minyak Pada Centrifuge

Analisa kadar minyak pada mesin *Centrifuge* juga dilakukan agar mengetahui kandungan minyak pada sample yang memiliki *losses* 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 3.49 Centrifuge

### 3.11 Pengelolaan Limbah Cair



Gambar 3.50 Denah Kolam Limbah

Pengelolaan limbah cair di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) bertujuan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat tingginya kandungan bahan organik, minyak. 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.

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

- 1.Selalu memperhatikan level air pada kolam
- 2.Perhatikan jangka waktu limbah pada kolam
- 3.Perhatikan karakteristik dan kondisi air limbah agar sesuai
- 4.Bersihkan areal kolam limbah

### 3.11.1 Colling Pond (Kolam 1)



**Gambar 3.51 Colling Pond**

*Colling 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 (70-80 °C) 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.

### 3.11.2 Acid Pond ( Kolam 2 )

*Acid pond* adalah kolam yang dilengkapi dengan mikroba yang berfungsi menetralkan 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 3.52 Acid Pond**

### 3.11.3 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 3.53 Netralizing Pond

### 3.11.4. 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. 54 Anaerobic Pond**

### **3.11.5 Fakultatif Pond**

*Fakultatif pond* adalah kolam yang berfungsi sebagai 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 3.55 Falkutatif Pond**

### **3.11.6 Aerobic Pond ( Kolam 6-8 )**

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

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



**Gambar 3.56 Aerobic Pond**

### **3.11.7 Final Pond ( Kolam 10 )**



**Gambar 3.57 Final Pond**

*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 berkisar 6-8.



## **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 Ergonomi Postur Kerja dan Kelelahan Fisik Pekerja Pada Stasiun Boiler Dengan Menggunakan Metode OWAS Di PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau.**

##### **4.1.1 latar Belakang**

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan industri yang memiliki berbagai stasiun kerja dengan aktivitas fisik yang tinggi dan berulang, salah satunya adalah stasiun boiler. Stasiun ini berperan penting dalam menghasilkan uap panas sebagai sumber energi untuk proses pengolahan kelapa sawit. Aktivitas kerja pada stasiun boiler umumnya melibatkan beban fisik yang besar seperti pengangkatan, mendorong, menarik, serta postur tubuh yang tidak ergonomis akibat keterbatasan ruang dan peralatan kerja yang kurang mendukung. Jika hal ini berlangsung dalam waktu lama tanpa perbaikan, maka dapat menyebabkan kelelahan fisik hingga risiko cedera muskuloskeletal bagi pekerja. Permasalahan ergonomi dalam dunia kerja masih sering diabaikan, terutama pada sektor industri seperti PKS yang lebih fokus pada target produksi. Padahal, penerapan prinsip ergonomi sangat penting untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan kerja serta produktivitas pekerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap postur kerja dan tingkat kelelahan fisik pada pekerja stasiun boiler sebagai upaya identifikasi potensi risiko ergonomi.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis postur kerja adalah Ovako Working Posture Analysis System (OWAS). Metode ini dirancang untuk mengevaluasi postur tubuh bagian punggung, lengan, tungkai, dan beban yang diangkat atau ditahan oleh pekerja dalam melakukan aktivitas kerja. Dengan menggunakan metode OWAS, postur kerja yang tidak sesuai dapat diklasifikasikan dan diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan tingkat resikonya (Husada et al., 2022).

PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau merupakan salah satu perusahaan pengolahan kelapa sawit di mana aktivitas di stasiun boiler memiliki karakteristik pekerjaan fisik yang berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis postur kerja dan kelelahan fisik pekerja pada stasiun boiler menggunakan metode OWAS, sehingga dapat memberikan masukan terhadap perbaikan kondisi kerja dan peningkatan keselamatan serta kesehatan kerja di lingkungan pabrik.

#### **4.1.2 Perumusan Masalah**

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

1. Bagaimana kondisi postur kerja pekerja pada stasiun boiler di PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau berdasarkan analisis menggunakan metode OWAS?
2. Apa tingkat risiko ergonomi dari postur kerja yang dilakukan oleh pekerja stasiun boiler berdasarkan klasifikasi OWAS?
3. Sejauh mana aktivitas kerja di stasiun boiler menimbulkan kelelahan fisik pada pekerja?

4. Apa rekomendasi perbaikan ergonomis yang dapat diberikan untuk mengurangi risiko kelelahan dan cedera akibat postur kerja yang tidak sesuai?

#### 4.1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada aktivitas kerja di stasiun boiler PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau.
2. Analisis postur kerja dilakukan dengan menggunakan metode OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*).
3. Kelelahan fisik yang dianalisis bersifat subjektif dan observatif, tidak mencakup uji fisiologis seperti pengukuran denyut jantung atau konsumsi oksigen.
4. Data postur kerja yang diamati dibatasi pada jam kerja utama (shift pagi dan malam).
5. Penelitian ini tidak mencakup faktor-faktor lain seperti beban mental, kondisi lingkungan kerja (misalnya suhu atau kebisingan), dan psikologis pekerja.

#### 4.1.4 Asumsi – Asumsi yang Digunakan

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

#### 4.1.5 tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dilakukan yaitu :

1. Untuk menganalisis postur kerja pekerja pada stasiun boiler di PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau menggunakan metode OWAS.
2. Untuk mengidentifikasi tingkat risiko ergonomi dari setiap postur kerja yang

dilakukan pekerja berdasarkan klasifikasi metode OWAS.

3. Untuk mengevaluasi tingkat kelelahan fisik yang dialami oleh pekerja selama melakukan aktivitas di stasiun boiler.
4. Untuk memberikan rekomendasi perbaikan postur kerja dan lingkungan kerja guna meminimalkan risiko kelelahan dan cedera akibat postur kerja yang tidak ergonomis.

#### **4.1.6 Manfaat Penelitian**

1. Menambah wawasan dan referensi ilmiah dalam bidang ergonomi kerja, khususnya penerapan metode OWAS dalam menganalisis postur kerja di industri pengolahan kelapa sawit.
2. Menjadi bahan acuan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengkaji permasalahan ergonomi dan kelelahan fisik pekerja di sektor industri.
3. Memberikan informasi kepada manajemen PT. Biyu Iyas Malela PKS Tanjung Kasau mengenai kondisi postur kerja pekerja stasiun boiler yang berisiko menyebabkan gangguan kesehatan kerja.
4. Menyediakan rekomendasi perbaikan postur dan lingkungan kerja untuk meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan produktivitas pekerja.
5. Mendukung upaya perusahaan dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang lebih baik berdasarkan analisis ergonomis yang terukur.

## **4.2 Landasan Teori**

### **4.2.1 Definisi 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 (Sadikin, 2018).

Berikut beberapa definisi ergonomi menurut para ahli:

- a Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dengan elemen – 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 (Siboro et al., 2013).
- b Definisi ergonomi menurut Ginting Rosnani 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 (Bhirawa et al., 2013).

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 tinginya beban kerja fisik yang dilakukan (Rahdiana, 2018).

#### 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 (Widiastuti, 2006).

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 (Zetli, 2017). 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 (Collins et al., 2021).
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).

#### **4.2.4 OWAS (Ovako Working Posture Analysis System)**

Metode OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) adalah salah satu metode observasi ergonomi yang dikembangkan oleh Ovako Oy, sebuah perusahaan baja dari Finlandia. Metode ini dirancang untuk menganalisis dan mengevaluasi postur kerja yang dilakukan oleh pekerja dalam aktivitas fisik, khususnya yang bersifat berulang dan berisiko menyebabkan gangguan sistem otot dan rangka (*muskuloskeletal*). Dalam penerapannya, metode OWAS mengamati empat komponen utama dari postur kerja, yaitu posisi punggung, lengan, kaki, dan beban yang diangkat atau ditahan oleh pekerja. Setiap komponen ini dikodekan

secara numerik, kemudian digabungkan menjadi satu kode postur yang dapat diklasifikasikan ke dalam empat tingkat risiko ergonomic (Bintang & Dewi, 2017).

Tingkat risiko tersebut dibagi menjadi empat kategori, yakni: kategori 1 (postur aman, tidak memerlukan tindakan), kategori 2 (postur perlu perhatian), kategori 3 (postur berbahaya dan membutuhkan tindakan korektif segera), serta kategori 4 (postur sangat berbahaya yang harus segera diperbaiki). Proses analisis dilakukan melalui observasi langsung atau menggunakan dokumentasi seperti foto dan video saat pekerja melakukan tugasnya. Kemudian, hasil pengamatan dianalisis berdasarkan tabel klasifikasi OWAS untuk mengetahui tingkat risiko postur kerja (Husada et al., 2022).

Keunggulan metode OWAS adalah kemudahannya dalam diterapkan di lapangan tanpa memerlukan peralatan khusus, sehingga sangat cocok untuk industri seperti pabrik kelapa sawit. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena tidak mempertimbangkan frekuensi dan durasi gerakan secara rinci, serta kurang mendalam dalam menganalisis beban statis. Oleh karena itu, dalam beberapa kasus, metode OWAS perlu dikombinasikan dengan metode lain untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih komprehensif. Meskipun demikian, OWAS tetap menjadi alat yang efektif untuk mengevaluasi risiko ergonomi secara cepat dan memberikan dasar dalam merancang perbaikan postur kerja yang lebih aman dan efisien .

Metode OWAS mengevaluasi empat komponen utama postur kerja, yaitu:

**Tabel 4. 1 Empat Komponen Utama Postur Kerja**

Komponen	Keterangan
Punggung (Back)	Misalnya: tegak, membungkuk, memutar.
Lengan (Arms)	Misalnya: kedua tangan di bawah bahu, satu tangan di atas bahu.
Kaki (Legs)	Misalnya: berdiri, jongkok, duduk, berjalan.
Beban (Load)	Misalnya: tidak mengangkat beban, mengangkat beban <10 kg, atau >20 kg.

#### 4.2.5 Pengembangan dari Percobaan Metode OWAS

Seiring berkembangnya kebutuhan analisis ergonomi yang lebih mendalam dan akurat, metode OWAS telah mengalami berbagai bentuk pengembangan dan penggabungan dengan metode lain. Salah satu pengembangan yang umum dilakukan adalah dengan mengintegrasikan OWAS dengan metode penilaian beban kerja fisik atau metode analisis lainnya, seperti RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), atau *Nordic Body Map*. Tujuannya adalah untuk mengatasi keterbatasan OWAS yang hanya berfokus pada postur tanpa mempertimbangkan frekuensi, durasi, dan jenis aktivitas secara rinci .

Dalam percobaan lapangan, OWAS juga dapat dikembangkan dengan penggunaan teknologi berbasis perangkat lunak atau aplikasi komputer. Beberapa penelitian telah memanfaatkan software pendukung seperti *ErgoFellow*, *WinOWAS*, atau aplikasi analisis video berbasis frame untuk mempercepat proses identifikasi postur, mengurangi subjektivitas dalam observasi, serta menghasilkan data yang

lebih presisi. Misalnya, video aktivitas kerja pekerja direkam lalu dianalisis frame-by-frame untuk mengidentifikasi dan mengkodekan postur berdasarkan kriteria OWAS secara otomatis atau semi-otomatis.

Selain itu, dalam praktiknya, pengembangan metode OWAS juga dilakukan dengan penyesuaian kategori risiko berdasarkan konteks industri. Misalnya, pada industri kelapa sawit seperti di stasiun boiler, beban kerja fisik yang tinggi dan suhu lingkungan yang ekstrem dapat dijadikan variabel tambahan dalam memperkuat hasil klasifikasi risiko OWAS. Hal ini menjadikan analisis lebih kontekstual dan sesuai dengan kondisi kerja yang sebenarnya. Lebih lanjut, dalam rangka memvalidasi hasil OWAS, sering dilakukan pengembangan dengan mengkombinasikan hasil observasi dengan kuisisioner subjektif, seperti kuisisioner kelelahan atau keluhan otot. Dengan cara ini, hasil analisis OWAS tidak hanya bersifat visual, tetapi juga mencerminkan kondisi fisik yang dirasakan pekerja secara nyata, sehingga memberikan gambaran risiko ergonomi yang lebih holistik.

Melalui pengembangan-pengembangan tersebut, metode OWAS menjadi semakin fleksibel, aplikatif, dan relevan digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan manual, termasuk di lingkungan kerja dengan risiko fisik tinggi seperti stasiun boiler di pabrik kelapa sawit.

#### **4.2.6 Tujuan Pengembangan OWAS**

Adapun tujuan pengembangan OWAS pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### **a. Meningkatkan Akurasi Analisis Postur**

Pengembangan metode OWAS bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam menganalisis postur kerja dengan memperhitungkan lebih banyak faktor, seperti

frekuensi, durasi, dan variasi aktivitas pekerja yang sebelumnya tidak tercakup dalam metode asli. Dengan pengembangan ini, hasil analisis akan lebih mencerminkan kondisi kerja yang sesungguhnya.

b. Mengadaptasi untuk Industri Tertentu

Tujuan pengembangan lainnya adalah untuk menyesuaikan metode OWAS dengan kebutuhan industri tertentu, seperti industri pengolahan kelapa sawit, yang memiliki karakteristik kerja fisik yang berat dan kondisi lingkungan yang ekstrem (misalnya suhu tinggi, kelembapan, atau kebisingan). Hal ini akan membantu memastikan bahwa rekomendasi yang diberikan lebih relevan dan aplikatif sesuai dengan konteks industri.

c. Integrasi dengan teknologi

Pengembangan metode OWAS bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi terbaru, seperti penggunaan aplikasi perangkat lunak atau perangkat berbasis video analisis, guna mempercepat proses observasi dan meningkatkan objektivitas hasil pengukuran. Dengan menggunakan perangkat lunak atau aplikasi otomatis, analisis postur kerja dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat.

d. Meningkatkan Keberlanjutan dan Efektivitas Tindakan Korektif

Pengembangan ini juga bertujuan untuk memperluas cakupan tindakan korektif yang lebih tepat dan efektif, berdasarkan analisis data yang lebih komprehensif. Tujuan akhirnya adalah untuk mengurangi angka kecelakaan kerja, mengurangi kelelahan fisik pekerja, dan meningkatkan produktivitas dengan menciptakan lingkungan kerja yang lebih ergonomis dan aman.

e. Meningkatkan Keterlibatan Pekerja dalam Proses Evaluasi

Dengan pengembangan metode OWAS, diharapkan dapat meningkatkan partisipasi pekerja dalam memberikan umpan balik mengenai postur kerja mereka. Ini dapat dilakukan melalui kombinasi observasi dan kuisioner, yang memungkinkan pekerja untuk lebih aktif terlibat dalam evaluasi kondisi ergonomi di tempat kerja mereka.

Tujuan-tujuan pengembangan ini akan mendukung keberhasilan penelitian dalam meningkatkan kondisi ergonomi di tempat kerja dan memberi manfaat langsung bagi pekerja dan perusahaan.

#### **4.2.7 Keuntungan Penggunaan OWAS**

Adapun keuntungan dari penggunaan metode OWAS pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mudah Digunakan dan Praktis salah satu keuntungan utama dari metode OWAS adalah kemudahan penggunaannya. Metode ini tidak memerlukan peralatan khusus yang mahal, cukup dengan observasi visual terhadap postur pekerja dan pengkodean postur tersebut sesuai dengan kategori yang telah ditentukan. Hal ini membuat OWAS menjadi metode yang praktis dan mudah diterapkan di berbagai industri tanpa memerlukan pelatihan teknis yang rumit.
2. Identifikasi Risiko Ergonomi yang Cepat dan Efektif metode OWAS memungkinkan identifikasi postur kerja yang berisiko tinggi secara cepat. Dengan hanya mengamati postur pekerja dan membandingkannya dengan klasifikasi yang sudah ada, kita bisa segera mengetahui postur yang berpotensi menyebabkan cedera muskuloskeletal. Hal ini sangat penting

untuk tindakan korektif yang cepat sebelum masalah kesehatan lebih serius muncul.

3. Membantu Peningkatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)  
Dengan menggunakan OWAS, perusahaan dapat menilai dan memperbaiki postur kerja yang berisiko tinggi, yang berkontribusi pada penurunan angka kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan pada pekerja, seperti sakit punggung, nyeri otot, dan cedera akibat postur yang buruk. Ini sejalan dengan tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat.
4. Sederhana dan Tidak Membutuhkan Peralatan Mahal Tidak seperti metode ergonomi lain yang mungkin memerlukan alat atau perangkat mahal (seperti perangkat pengukur beban atau alat penilai postur otomatis), metode OWAS hanya memerlukan pengamatan visual yang sederhana dan penggunaan tabel klasifikasi untuk menilai risiko. Hal ini menjadikan OWAS lebih hemat biaya dan mudah diakses oleh berbagai perusahaan, terutama industri dengan anggaran terbatas.
5. Memfasilitasi Perencanaan Tindakan Korektif Dengan hasil pengkodean postur yang jelas, perusahaan dapat dengan mudah merencanakan dan mengimplementasikan tindakan korektif. Misalnya, jika sebuah postur kerja tergolong dalam kategori risiko tinggi, maka langkah-langkah perbaikan seperti perubahan desain tempat kerja, penggunaan alat bantu ergonomis, atau modifikasi prosedur kerja dapat diterapkan untuk mengurangi risiko cedera.

6. Mendukung Perbaikan Berkelanjutan penggunaan metode OWAS juga memungkinkan evaluasi berkelanjutan terhadap kondisi ergonomi di tempat kerja. Postur kerja yang dianalisis dapat diperbarui secara periodik, sehingga perusahaan dapat melakukan perbaikan berkelanjutan untuk menjaga agar kondisi kerja tetap optimal dan mengurangi risiko cedera jangka panjang.
7. Meningkatkan Produktivitas Pekerja dengan mengurangi kelelahan fisik dan risiko cedera akibat postur yang buruk, pekerja akan merasa lebih nyaman dan sehat. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas kerja, karena pekerja dapat bekerja dengan lebih efektif tanpa terganggu oleh rasa sakit atau ketegangan fisik.

Dengan keuntungan-keuntungan ini, metode OWAS menjadi alat yang efektif dan efisien untuk meningkatkan kualitas dan keselamatan kerja di banyak sektor industri, termasuk di lingkungan kerja yang berat seperti pabrik pengolahan kelapa sawit.

#### **4.2.8 Keterbatasan Penggunaan OWAS**

Pada penelitian, penggunaan metode OWAS terdapat keterbatasan penggunaannya, yaitu sebagai berikut :

1. Fokus Hanya pada Postur, Tidak pada Frekuensi dan Durasi
- Salah satu keterbatasan utama metode OWAS adalah bahwa ia hanya menganalisis postur kerja tanpa memperhitungkan frekuensi dan durasi kegiatan yang dilakukan. Dalam dunia kerja nyata, durasi dan frekuensi gerakan sangat penting untuk menilai seberapa besar potensi risiko cedera.

Misalnya, meskipun postur tertentu tergolong tidak terlalu berisiko, jika dilakukan secara berulang atau dalam waktu lama, risiko cedera tetap tinggi (Andrian & Renilaili, 2021).

2. Subjektivitas dalam Observasi metode OWAS mengandalkan observasi visual untuk menilai postur pekerja, yang bisa menyebabkan subjektivitas dalam penilaian. Pengamat dapat menafsirkan postur yang sama dengan cara yang berbeda, tergantung pada pengalaman dan persepsinya. Hal ini bisa menghasilkan variabilitas dalam hasil observasi, terutama jika pengamatan dilakukan oleh lebih dari satu orang .
3. Tidak Mengukur Beban Dinamis Secara Detil OWAS menilai beban berdasarkan kriteria umum (misalnya, lebih atau kurang dari 10 kg atau 20 kg), namun tidak membedakan antara beban statis dan dinamis secara rinci. Beban yang diangkat, ditarik, atau didorong dalam gerakan dinamis bisa memberi dampak yang berbeda pada tubuh dibandingkan dengan beban statis, yang sering kali diabaikan dalam analisis OWAS.
4. Tidak Memperhitungkan Faktor Lingkungan Metode OWAS berfokus pada postur tubuh pekerja dan beban yang diangkat, namun tidak mempertimbangkan faktor lingkungan yang juga dapat memengaruhi kenyamanan dan kesehatan pekerja, seperti temperatur yang ekstrem, kelembapan, kebisingan, dan pencahayaan yang kurang memadai. Kondisi lingkungan yang buruk dapat meningkatkan stres fisik dan mental pekerja, meskipun postur kerja mereka mungkin tidak menunjukkan risiko tinggi.

5. Tidak Mengakomodasi Perbedaan Individu Metode OWAS menggunakan kategori umum untuk menilai postur dan beban, tanpa memperhitungkan perbedaan individu seperti tinggi badan, kekuatan fisik, atau kondisi kesehatan pekerja. Postur yang dianggap aman untuk sebagian orang bisa sangat berisiko untuk orang lain dengan kondisi fisik yang berbeda.
6. Keterbatasan dalam Menilai Postur Kompleks Meskipun OWAS efektif untuk menilai postur sederhana, ia kurang efektif dalam menilai postur yang lebih kompleks atau gerakan tubuh yang melibatkan beberapa bagian tubuh dalam waktu yang bersamaan. Misalnya, dalam aktivitas yang membutuhkan koordinasi antara tangan, kaki, dan tubuh bagian atas, OWAS mungkin tidak dapat menangkap seluruh kompleksitas gerakan tersebut.
7. Kurangnya Penilaian Kelelahan atau Stres Metode OWAS tidak memberikan informasi langsung mengenai tingkat kelelahan fisik atau stres kerja, yang merupakan faktor penting dalam penilaian ergonomi. Kelelahan dapat meningkatkan risiko cedera dan menurunkan efisiensi kerja, meskipun postur yang diadopsi tampaknya tidak berisiko.
8. Tidak Menghitung Interaksi dengan Alat atau Mesin Jika pekerja menggunakan alat atau mesin dalam pekerjaannya, OWAS hanya mengevaluasi postur tubuh tanpa memperhitungkan interaksi postur dengan alat atau mesin yang digunakan. Misalnya, penggunaan alat yang tidak ergonomis dapat mempengaruhi postur tubuh secara keseluruhan,

yang tidak bisa dianalisis sepenuhnya hanya dengan metode ini.

## **4.3 Hasil dan Pembahasan**

### **4.3.1 Pengolahan Data**

Berikut adalah proses pengolahan data menggunakan Metode *OWAS* untuk mengurangi kelelahan fisik pada operator boiler pada PT. Biyu Iyas Malela (BIM):

#### **4.3.1.1 Pengumpulan Data**

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui beberapa metode yang disesuaikan dengan pendekatan penelitian yang digunakan, sebagaimana dijelaskan dalam uraian berikut :

##### **1. Observasi Langsung**

Dilakukan pengamatan postur kerja di stasiun boiler pada saat melakukan aktivitas:

- a. Pengorekan abu boiler
- b. Membersihkan abu boiler
- c. Mengontrol panel diruang control

##### **2. Dokumentasi**

Ada beberapa dokumentasi yang diambil yaitu:

- a. Foto dan video untuk dianalisis posturnya
- b. Pengambilan data selama 2 shift (pagi dan malam)
- c. Kuesioner Nordic Body Map (NBM)

#### **4.3.1.2 Klasifikasi Postur dengan OWAS**

Metode *OWAS* (*Ovako Working Posture Analysis System*) adalah sebuah teknik analisis ergonomi yang digunakan untuk mengevaluasi postur kerja dalam

aktivitas fisik, terutama yang berulang atau bersifat manual. OWAS mengklasifikasikan postur tubuh pekerja berdasarkan empat elemen utama, yaitu postur punggung, lengan, kaki, dan beban yang diangkat atau ditahan. Setiap elemen diberikan kode numerik yang merepresentasikan kondisi posturnya, contohnya: postur punggung bisa berkode 1 (tegak lurus), 2 (membungkuk sedikit), 3 (membungkuk parah), atau 4 (memutar atau miring). Kombinasi keempat kode ini membentuk kode OWAS seperti “3-2-3-3” yang kemudian diinterpretasikan dalam tingkat risiko ergonomi.

Klasifikasi risiko dalam metode OWAS terbagi menjadi empat kategori, yaitu:

- a. Kategori 1 (Aman): Postur tidak berisiko dan tidak memerlukan tindakan.
- b. Kategori 2 (Risiko Ringan): Perlu dilakukan perbaikan dalam jangka menengah.
- c. Kategori 3 (Risiko Sedang): Perlu tindakan korektif dalam waktu dekat.
- d. Kategori 4 (Risiko Tinggi): Tindakan perbaikan harus dilakukan segera karena berisiko terhadap kesehatan muskuloskeletal pekerja.

Analisis ini sangat membantu dalam mengidentifikasi postur kerja yang berbahaya dan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk modifikasi alat kerja, desain ulang stasiun kerja, atau pengadaan alat bantu kerja agar risiko cedera dapat diminimalkan.



**Gambar 4.1 Pengorekan abu boiler**



**Gambar 4.2 Membersihkan abu boiler**



**Gambar 4.3 Mengontrol panel diruang kontrol**

**Tabel 4. 2 Analisis berdasarkan gambar**

No	Aktivitas	Keterangan
1	Mendorong alat panjang ke dalam furnace	Postur tubuh condong, tangan lurus mendorong alat berat
2	Membersihkan abu boiler	Membungkuk, menggunakan sekop
3	Mengontrol panel ruang kontrol	Duduk, menekan tombol, posisi netral

#### 4.3.1.3 Identifikasi dengan Kuesioner Nordic Body Map (NBM)

*Nordic Body Map* (NBM) merupakan salah satu metode penilaian subjektif yang digunakan untuk mengidentifikasi keluhan atau gangguan pada sistem otot dan rangka (*musculoskeletal disorders/MSDs*) yang dialami oleh pekerja. Metode ini dikembangkan berdasarkan *Standardized Nordic Questionnaire* oleh para peneliti di negara-negara Skandinavia, dan digunakan secara luas dalam studi ergonomi kerja. NBM bekerja dengan cara memetakan tubuh manusia ke dalam beberapa bagian (biasanya 28 area tubuh), seperti leher, bahu, punggung, lengan, pergelangan tangan, pinggang, lutut, hingga telapak kaki. Setiap bagian tubuh tersebut dapat ditandai oleh responden yang merasakan nyeri, pegal, kaku, atau ketidaknyamanan akibat aktivitas kerja yang dilakukan secara berulang, membebani fisik, atau memiliki postur kerja yang tidak ergonomis (Azwar, 2020).

Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) digunakan untuk mengidentifikasi bagian tubuh yang paling sering merasakan ketidaknyamanan. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan responden dengan jumlah 5 orang pekerja.

**Tabel 4. 3 Rekapilitas data kuesioner Nordic Body Map (NBM)**

No	Bagian Tubuh	Jumlah Keluhan (Orang)	Persentase (%)	Keterangan
1	Leher	3	60%	Sedang
2	Bahu kana	4	80%	Berat
3	Bahu kiri	3	60%	Sedang
4	Punggung atas	4	80%	Berat
5	Punggung bawah (Pinggang)	5	100%	Sangat berat
6	Lengan atas kanan	3	60%	Sedang
7	Lengan atas kiri	2	40%	Ringan
8	Siku kanan	1	20%	Ringan
9	Pergelangan tangan kanan	3	60%	Sedang
10	Bokong	1	20%	Ringan
11	Paha kanan	2	40%	Ringan
12	Lutut kanan	2	40%	Ringan
13	Betis kanan	1	20%	Ringan
14	Pergelangan kaki kanan	1	20%	Ringan

Keterangan:

- Jumlah responden: 5 orang
- Persentase (%) =  $(\text{Jumlah keluhan} \div \text{Jumlah responden}) \times 100$
- Tingkat keluhan:
  - 1–2 orang: Ringan
  - 3 orang: Sedang
  - 4 orang: Berat
  - 5 orang: Sangat berat

Interpretasi Kode OWAS:

- Sikap punggung : 1 = Lurus  
2 = Membungkuk  
3 = Memutar atau miring kesamping  
4 = Membungkuk kedepan dan menyamping
- Sikap Lengan : 1 = Kedua lengan berada dibawah bahu  
2 = Satu lengan berada pada atau diatas bahu  
3 = Kedua lengan pada atau diatas bahu
- Sikap kaki : 1 = Duduk  
2 = Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus  
3 = Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus  
4 = Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk  
5 = Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk

6 = Berlutut pada satu atau kedua lutut

7 = Berjalan

- Berat beban : 1 = Berat badan adalah kurang dari 10 Kg ( $W < 10 \text{ Kg}$ )  
 2 = Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ( $10 \text{ Kg} < W = 20 \text{ Kg}$ )  
 3 = Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ( $W > 20 \text{ Kg}$ )

**Tabel 4. 4 Perhitungan OWAS untuk aktivitas gambar 4.1**

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs	Load
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2		
	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	
2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1		
3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		

**Tabel 4. 5 Perhitungan OWAS untuk aktivitas gambar 4.2**

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs	Load
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	
3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
4	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

**Tabel 4. 6 Perhitungan OWAS untuk aktivitas gambar 4.3**

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
4	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

**Tabel 4.7 Hasil pengamatan metode OWAS**

No	Aktivitas Kerja	Kode Punggung	Kode Lengan	Kode Kaki	Beban (Kg)	Kode OWAS	Kategori Risiko	Tindakan yang Dibutuhkan
1	Mengorek abu boiler (gambar 4.1)	4 (membungkuk dan menyamping)	1 (Kedua lengan berada dibawah bahu)	4 (Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk)	>10 kg	4-1-4-3	4 (Risiko Tinggi)	Perlu tindakan segera
2	Menyekop abu dari lantai (gambar 4.2)	4 (membungkuk dan menyamping)	1 (Kedua lengan berada dibawah bahu)	5 (Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk)	>10 kg	4-1-5-3	4 (Risiko Tinggi)	Perlu tindakan segera
3	Duduk mengontrol panel (gambar 4.3)	1 (lurus/duduk tegak)	1 (Kedua lengan berada dibawah bahu)	1 (duduk)	0-5 kg	1-1-1-1	1 (Aman)	Tidak perlu tindakan

### 4.3.1.3 Rekomendasi Perbaikan

Adapun rekomendasi perbaikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.8 Rekomendasi perbaikan**

No	Masalah Utama	Usulan Perbaikan	Postur Kerja	Kombinasi OWAS
1	Membungkuk terlalu lama	Lubang boiler menyesuaikan posisi berdiri tegak	abu tinggi Sikap punggung lurus; sikap lengan berada dibawah bahu; sikap kaki berdiri bertumpu pada kedua kaki; berat beban kurang dari 10 Kg	1-1-2-1
2	Penggunaan alat berat manual	Desain ulang alat bantu (dorong/sekop)	Sikap punggung membungkuk; sikap lengan berada dibawah bahu; sikap kaki berdiri bertumpu pada kedua kaki; berat beban kurang dari 10 Kg	2-1-2-1

**Tabel 4.9 Rekomendasi perbaikan (Lanjutan)**

No	Masalah Utama	Usulan Perbaikan	Postur Kerja	Kombinasi OWAS
3	Keluhan pada pinggang & bahu	Latihan stretching setiap shift	Sikap punggung lurus; sikap lengan berada dibawah bahu; sikap kaki duduk; berat beban kurang dari 10 Kg	1-1-1-1

Berdasarkan tabel di atas, terdapat empat masalah utama ergonomi yang sering terjadi pada pekerja di stasiun boiler, beserta solusi teknis dan ergonomis yang disarankan untuk mengatasinya.

Masalah pertama adalah membungkuk terlalu lama, yang dapat menyebabkan ketegangan otot punggung dan kelelahan. Rekomendasi perbaikan yang diajukan adalah melakukan modifikasi terhadap desain lubang abu boiler dengan menyesuaikan tinggi lubang terhadap posisi berdiri pekerja. Penyesuaian ini bertujuan untuk mengurangi kebutuhan membungkuk yang berlebihan, sehingga pekerja dapat bekerja dengan posisi punggung tetap lurus.

Masalah kedua adalah penggunaan alat berat secara manual, seperti mendorong atau mengangkat menggunakan sekop. Hal ini berpotensi menimbulkan cedera otot dan sendi. Solusi yang disarankan adalah melakukan

desain ulang terhadap alat bantu kerja agar sesuai dengan prinsip ergonomi, terutama dari segi ukuran, bentuk pegangan, dan tinggi alat.

Masalah ketiga yang dihadapi pekerja adalah keluhan pada pinggang dan bahu, akibat posisi kerja yang tidak bervariasi dan beban kerja berulang. Rekomendasi yang diberikan adalah pemberlakuan program stretching atau peregangan otot ringan sebelum dan sesudah shift kerja. Tujuannya adalah untuk mengendurkan otot-otot yang tegang akibat gerakan berulang dan menjaga fleksibilitas tubuh pekerja.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kerja praktek yang telah dilaksanakan di PT. Biyu Iyas Malela, khususnya pada stasiun boiler, serta hasil analisis tugas khusus dengan pendekatan ergonomi menggunakan metode OWAS, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama. Aktivitas kerja yang dilakukan oleh pekerja stasiun boiler umumnya melibatkan postur tubuh yang cenderung tidak ergonomis seperti membungkuk, berdiri lama, mengangkat atau mendorong beban berat, serta melakukan gerakan repetitif. Hasil evaluasi menggunakan metode OWAS menunjukkan bahwa sebagian besar postur kerja yang dilakukan pekerja tergolong dalam kategori sedang hingga tinggi, yang berarti aktivitas tersebut memiliki tingkat risiko yang signifikan terhadap gangguan musculoskeletal dan membutuhkan tindakan korektif dalam waktu dekat atau segera.

Di samping itu, tingkat kelelahan fisik yang dirasakan pekerja juga cukup tinggi, khususnya pada bagian punggung bawah, bahu, dan tungkai bawah. Hal ini diperoleh berdasarkan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* yang menunjukkan banyaknya keluhan rasa sakit dan nyeri pada bagian tubuh yang berperan aktif saat melakukan pekerjaan. Faktor lingkungan kerja seperti suhu panas dari mesin boiler, ventilasi yang kurang optimal, serta alat kerja yang tidak disesuaikan dengan tinggi atau kapasitas fisik pekerja turut memperburuk kondisi tersebut. Temuan ini menegaskan pentingnya perhatian terhadap aspek ergonomi dalam mendesain

stasiun kerja, serta perlunya pengelolaan kelelahan kerja sebagai bagian dari sistem manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Oleh karena itu, metode OWAS dapat dijadikan sebagai alat bantu yang efektif dalam melakukan evaluasi dan identifikasi risiko postur kerja yang tidak ergonomis di lapangan.

## 5.2 Saran

Untuk mengurangi risiko gangguan pada sistem otot dan rangka serta meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja di stasiun boiler, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan kepada pihak perusahaan. Pertama, perusahaan disarankan untuk melakukan perancangan ulang atau perbaikan desain fasilitas kerja di stasiun boiler dengan mengedepankan prinsip-prinsip ergonomi. Misalnya, mengatur tinggi dan posisi alat kerja agar sesuai dengan postur tubuh pekerja sehingga dapat mengurangi tekanan pada otot dan sendi. Selain itu, penggunaan alat bantu mekanis seperti troli, alat angkut manual, atau pengungkit sangat direkomendasikan untuk mengurangi beban kerja fisik yang tinggi, terutama pada saat mengangkat atau memindahkan benda berat.

Kedua, sistem rotasi kerja dan pemberian waktu istirahat yang cukup harus diterapkan secara konsisten guna mencegah akumulasi kelelahan yang berlebihan. Dengan rotasi, pekerja tidak terus-menerus berada dalam posisi atau aktivitas yang sama dalam jangka waktu lama sehingga dapat mengurangi potensi cedera akibat gerakan berulang. Ketiga, pelatihan tentang ergonomi dasar bagi seluruh pekerja perlu diselenggarakan secara rutin agar pekerja memiliki pemahaman tentang cara kerja yang benar, termasuk teknik mengangkat beban, posisi berdiri yang baik, serta cara menghindari cedera otot dan sendi saat bekerja.

Selain itu, evaluasi ergonomi sebaiknya dilakukan secara berkala dengan metode yang relevan seperti OWAS, RULA, atau REBA untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan berjalan efektif dan untuk mengidentifikasi risiko baru yang mungkin muncul akibat perubahan proses kerja.

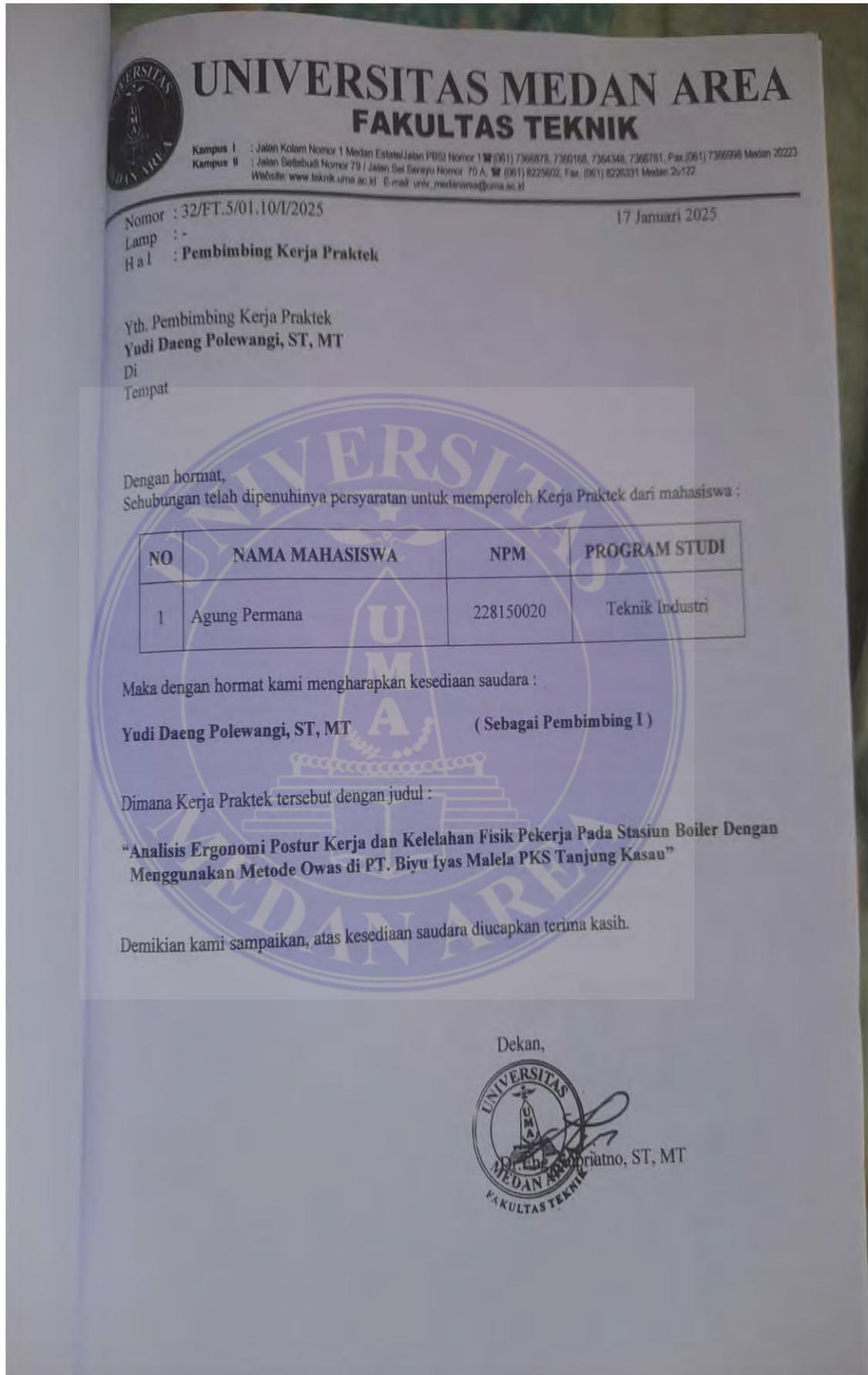


## DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, D., & Renilaili. (2021). Pengukuran Tingkat Risiko Ergonomi Dengan Menggunakan Metode Ovako Working Analysis System ( OWAS ) Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Measurement of Ergonomic Risk Levels Using the Ovako Working Analysis System ( OWAS ) Method to Reduce Muscleskele. *INTEGRASI:Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 32–37.
- 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.
- Azwar, A. G. (2020). Analisis Postur Kerja Dan Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode Nordic Body Map Dan Nasa-Tlx Pada Karyawan Ukm Ucong Taylor Bandung. *Techno-Socio Ekonomika*, 13(2), 90–101. <https://doi.org/10.32897/techno.2020.13.2.424>
- Bhirawa, W. T., Arianto, B., Industri, S. T., Dirgantara, U., Suryadarma, M., Industri, S. T., & Nurtanio, U. (2013). Perancangan Rak Tempe Yang Ergonomi Dengan Pendekatan Reba (Rapid Entire Body Assesment). *Jurnal TeknikIndustri*, 12(2), 174–200. <https://doi.org/10.35968/jtin.v12i2.1165>
- Bintang, A. N., & Dewi, S. K. (2017). Analisa Postur Kerja Menggunakan Metode OWAS dan RULA. *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 43–54. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol18.no1.43-54>

- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *No Title 濟無No Title No Title No Title*. *13*(1), 301–306.
- Husada, I. H., Suparjo, & Prabowo, R. (2022). Analisis Postur Kerja Dengan Metode OWAS Dan REBA Untuk Perbaikan Aspek Ergonomi. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan X, 011*, 1–7.
- Rahdiana, N. (2018). Identifikasi Risiko Ergonomi Operator Mesin Potong Guillotine Dengan Metode Nordic Body Map (Studi Kasus Di Pt. Xzy). *Industry Xplore*, *2*(1), 1–12. <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v2i1.185>
- Sadikin, I. (2018). *Peran Ergonomi Dalam Meningkatkan Keselamatan Dan Hygiene Kerja*. 1–10.
- Siboro, B. A. H., Suroso, Suhendrianto, & Esmijati. (2013). Penerapan 12 Prinsip Ergonomi pada Ruang Server (Studi Kasus Ruang Server Universitas Gadjah Mada). *Profisiensi*, *1*(1), 17–29.
- Widiastuti, I. (2006). Tinjauan Prinsip-prinsip Ergonomi dalam Perbaikan Sarana Pembelajaran di Prodi Pendidikan Teknik Mesin UNS. *Performa : Media Ilmiah Teknik Industri*, *5*(1), 87–92.
- Zetli, S. (2017). Analisis Postur Tubuh Pekerja Manual Material Handling dengan Pendekatan Owas (Ovaco Working Posture Analysis System) di Indah Property. *None*, *3*(1), 16–25.







# UNIVERSITAS MEDAN AREA

## FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎ (061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax. (061) 7366998 Medan 20223  
 Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A. ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122  
 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ\_medanarea@uma.ac.id

---

Nomor : 31/FT.5/01.10/1/2025 17 Januari 2025  
 Lamp : -  
 Hal : **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 Owas 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	Sigothber 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

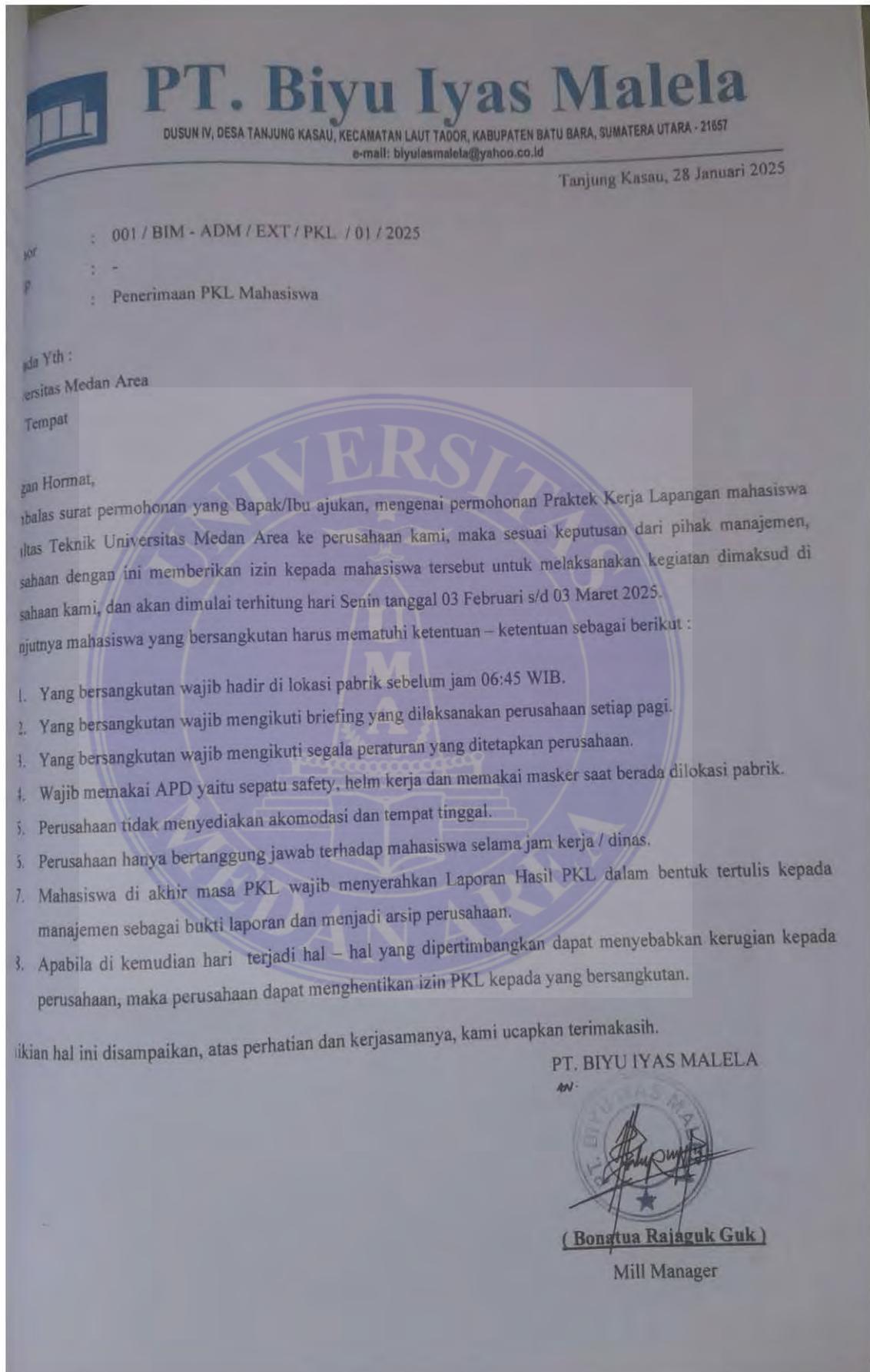
Untuk melaksanakan Kerja Praktek pada Perusahaan/ Instansi yang Bapak/ Ibu Pimpin.  
 Perlu kami jelaskan bahwa Kerja Praktek tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah. Kami mohon kiranya juga dapat diberikan kemudahan untuk terlaksananya Kerja Praktek ini.  
 Demikian kami sampaikan, atas kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

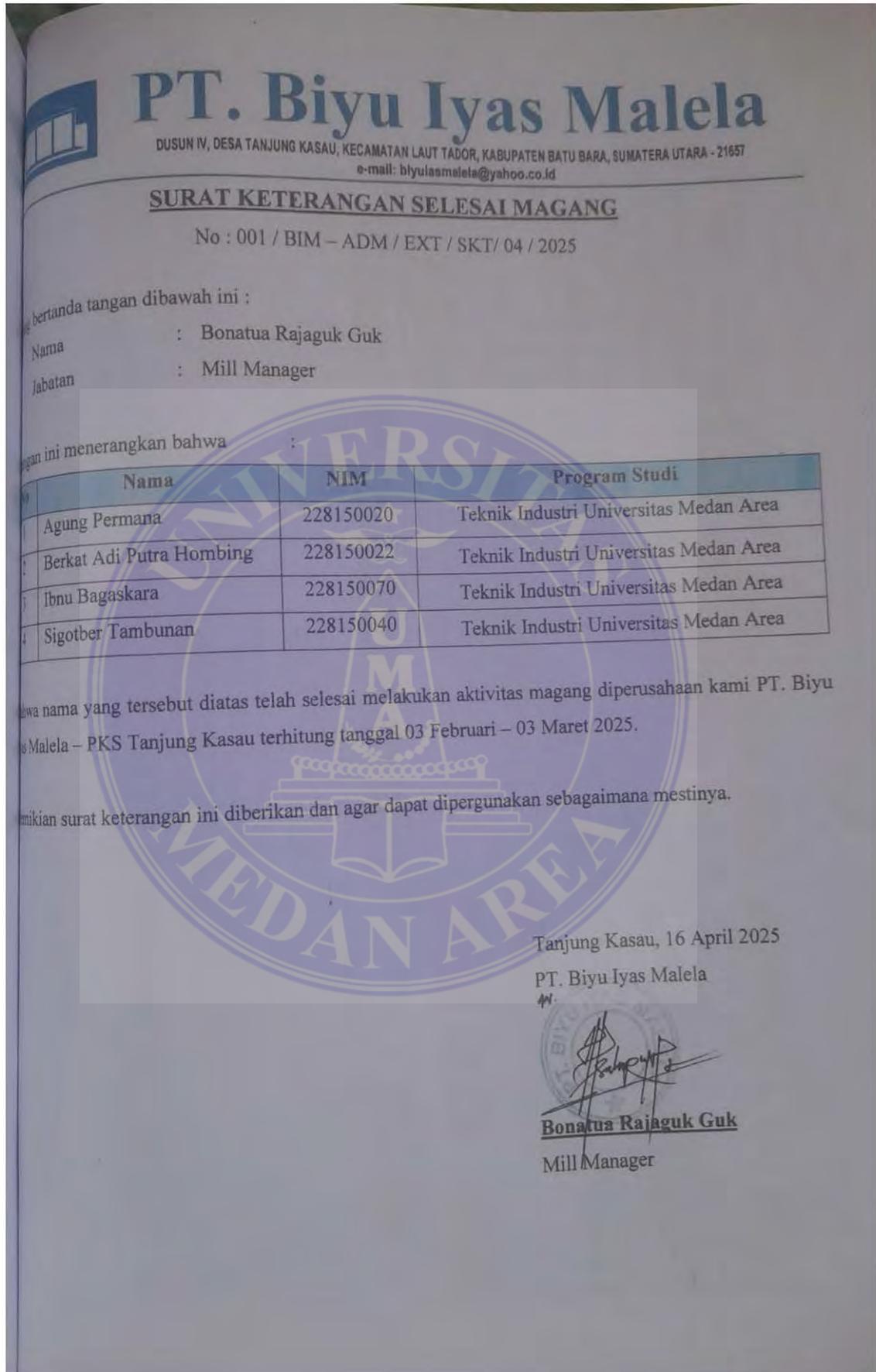


Dekan,  
 Priatno, ST, MT

Tembusan :

1. Ka. BPMPP
2. Mahasiswa
3. File





## FORM PENILAIAN KERJA PRAKTIK

Nama Mahasiswa : Agung Permana  
 NPM : 228150020  
 Tempat Pelaksanaan : PT Biyu Iyas Malela  
 Waktu Pelaksanaan : 3 Februari – 3 Maret 2025

NO	ASPEK YANG DINILAI	NILAI (0-100)
1	Kemampuan pemecahan masalah	93
2	Kemampuan teknis	90
3	Kualitas hasil kerja	90
4	Perilaku dan etika kerja (kedisiplinan, tanggung jawab, dan adaptasi)	94
5	Komunikasi interpersonal	90
6	Inisiatif kerja (kontribusi ide dan pendapat)	90

Komentar :

Perilaku baik. Mudah beradaptasi di lingkungan pekerjaan. Rajin dan berdedikasi yg tinggi.

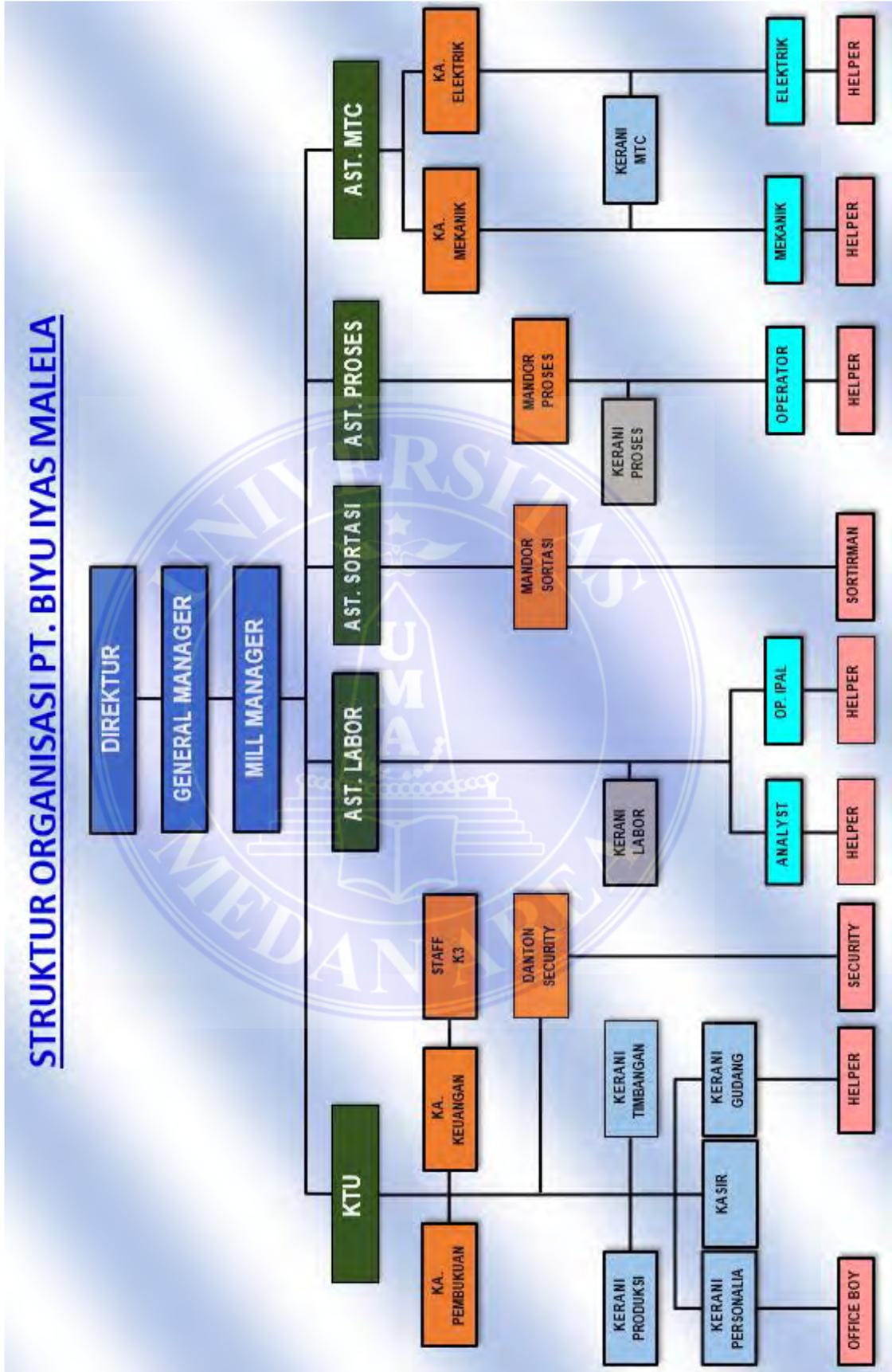
Nama Pembimbing : Suwanto  
 Posisi/Jabatan : Asisten Proses  
 No. Handphone : +62 853-5857-6100  
 Alamat Email :

Batu bara , 2 Maret 2025

Pembimbing Lapangan,



( Suwanto )







Gambar 3. DENAH PKS PT. BIM

