

**PENGOLAHAN LIMBAH KELAPA SAWIT (POME) MENJADI
ENERGI LISTIK DI PKS PAGAR MERBAU**

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

MAHASISWA KERJA PRAKTEK:

NAMA

NIM

DIMAS RAHDAN HARSI

188130134



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2021

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/2/23

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)9/2/23

**PENGOLAHAN LIMBAH KELAPA SAWIT (POME)
MENJADI ENERGI LISTRIK DI PKS PAGAR MERBAU**

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Pengajuan
Tugas Akhirdi Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Mahasiswa Kerja Praktek:

Dimas Rahdan Harsi

188130134

Dosen Pembimbing Kerja

Praktek:

Muhammad Idris, ST, MT.

010658104

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/2/23

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)9/2/23

HALAMAN PENGESAHAN KERJA PRAKTEK

Judul Kerja Praktek : Pengolahan Limbah Kelapa Sawit (POME)
Menjadi Energi Listrik Di PKS Pagar
Merbau

Tempat Kerja Praktek: PTPN II Pabrik Kelapa Sawit Pagar Merbau

Waktu Kerja Praktek : Mulai: 28 Juni 2021 Selesai: 28 Juli 2021

Nama Mahasiswa Peserta KP: NIM:
Dimas Rahdan Harsi 188130134

Telah mengikuti kegiatan Kerja Praktek sebagai salah satu syarat untuk mengajukan
Tugas Akhir/Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Medan Area.

Nama Dosen Pembimbing Kerja Praktek : Muhamad Idris, ST.,MT
NIDN : 010406058104

Medan, 31 Agustus 2021

Diketahui Dosen Pembimbing KP

Mahasiswa Peserta KP

Muhamad Idris, ST.,MT
NIDN. 010406058104

Dimas Rahdan Harsi
NIM. 188130134

Disetujui Oleh:

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Muhamad Idris, ST.,MT
NIDN. 010406058104

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah *Subhaanahu Wa Ta'aala* yang telah memberikan rahmat, hidayah dan nikmat-Nya sehingga pada kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan laporan kegiatan kerja praktik di Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau. Tidak lupa penulis sampaikan shalawat beserta salam kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wassallam* dan para sahabat beliau yang telah menunjukkan kepada kita semua jalan yang lurus berupa ajaran agama islam yang sempurna.

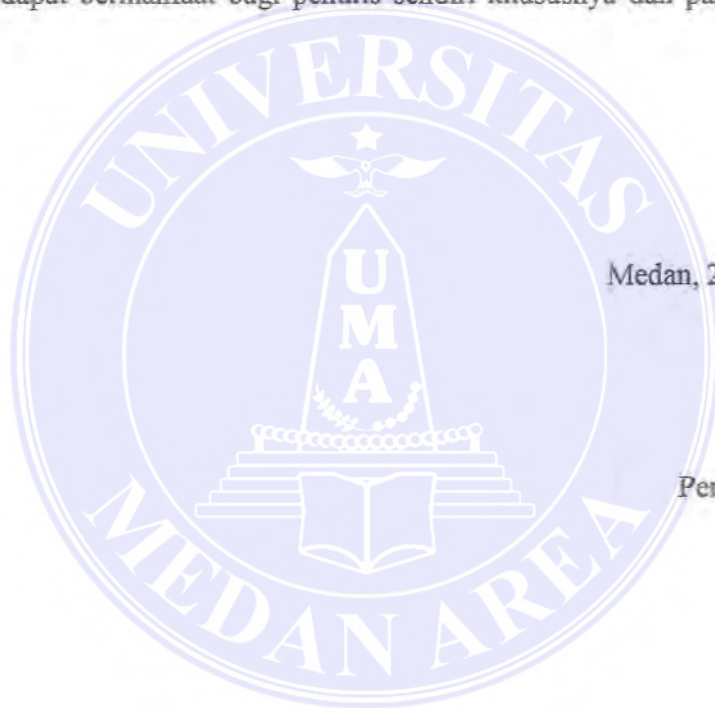
Laporan kerja praktik ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (satu) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pelaksanaan kegiatan kerja praktik ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan saran dari berbagai pihak sehingga kegiatan kerja praktik ini dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta beserta keluarga yang tidak henti-hentinya memberikan doa serta motivasi baik moral maupun material demi kesuksesan kerja praktik ini.
2. Muhammad Idris ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. M. Yusuf Rahmansyah Siahaan ST., MT selaku Koordinator Kerja Praktik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Muhammad Idris ST., MT selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Obet MT Sipayung selaku *Manager* Pabrik Kelapa Sawit Pagar Merbau.
6. Mardiansyah selaku *Asisten* Lab Pabrik Kelapa Sawit Pagar Merbau.
7. Dedek Dwi Syahputra selaku *Supervisor* Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau
8. Seluruh karyawan Pabrik Kelapa Sawit Pagar Merbau dan PLTBg PKS Pagar Merbau khususnya *Operator Gas Engine* yang telah sabar

menjelaskan mengenai permasalahan yang terdapat pada *Gas Engine* sehingga memudahkan penulis dalam menyusun laporan.

9. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan kegiatan Kerja Praktek ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan pengetahuan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif agar pada masa yang akan datang penulis dapat melakukan perbaikan untuk penulisan karya ilmiah lainnya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan kegiatan Kerja Praktek ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca umumnya.



Medan, 28 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Kerja Praktik.....	1
B. Tujuan Kerja Praktik.....	2
C. Manfaat Kerja Praktik.....	2
D. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	4
A. Sejarah Singkat Perusahaan	4
B. Ruang Lingkup Perusahaan.....	6
C. Visi dan Misi PLTBg PKS Pagar Merbau	6
1. Visi Perusahaan.....	6
2. Misi Perusahaan.....	6
D. Struktur Organisasi Pada PLTBg Pagar Merbau.....	7
E. Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	11
F. Jam Kerja.....	12
1. Bagian <i>Biogas</i>	12
2. Bagian Operator <i>Gas Engine</i>	12
3. Bagian Security.....	12
G. Fasilitas dari Perusahaan	13
H. Kewajiban Penggunaan APD (Alat Pelindung Diri).....	13
1. Manajemen Peraturan Dan Lokasi Kerja.....	14
BAB III SISTEM KERJA PERUSAHAAN.....	16
A. Alat Proses Produksi	16
1. Bak Parit.....	16
2. Deoling Pond	17
3. Raw Pump Feed.....	18

4. Mixing Tank.....	18
5. Recirculatin Pump PC – 004.....	20
6. Sludge Pump PC – 006	21
7. Sludge Pump PC – 005	21
8. Bio-Digester / Lagoon.....	22
9. Over Weir Tank	23
10. Discharge pump PC - 007.....	24
11. Anaerobic Pond.....	24
12. Scruber.....	25
13. Scrubber Pump	26
14. Cyclone	27
15. Chiller	28
16. Biogas Dryer.....	29
17. Blower.....	30
18. Gas Filter.....	31
19. Gas Engine.....	31
20. Flare Biogas.....	32
B. Bahan Penghasil Biogas	33
C. Block Diagram Alir Proses Biogas	35
1. Sistem <i>Bio-digester</i>	36
2. Pengolahan Biogas.....	37
3. Gas Engine.....	38
4. Burner dan Boiler.....	38
5. Flare Biogas	38
D. Langkah Kerja	39
1. Langkah Kerja Proses Biogas Dari POME.....	39
a. Diagram Alur Proses POME Menjadi Biogas	39
b. POME	39
c. Biogas.....	40
2. Langkah Kerja <i>Bio-digester</i> ke <i>Gas Engine</i>	41
a. Diagram Alur Proses Gas Menjadi Listik	41
b. Tahap purifikasi pemurnian biogas.....	41
c. Tahap Drying Pada Gas.....	43
d. Biogas Filter	45

e. Gas Engine	45
3. Spesifikasi Mesin Produksi	47
E. Maintenance (Perawatan) Mesin	49
1. Sistem Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	50
2. Metode Pemeliharaan.....	51
3. Maintenance Selama Kerja Praktek.....	52
a. Penambalan <i>Bio-digester</i>	52
b. Pembersian Pompa Effluent.....	52
c. Penyedotan Genangan Air di Atas <i>Bio-digester</i>	53
d. Pengecekan Kandungan Gas Scrubber.....	54
e. Perbaikan Blower Gas.....	55
f. Pencucian Scrubber.....	55
g. Perawatan <i>Gas Engine</i>	56
F. Energi Listik Yang Diproduksi.....	57
BAB IV PENUTUP.....	59
1. Kesimpulan.....	59
2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo Perusahaan.....	4
Gambar 2.2 Struktur Organisasi PLTBg Pagar Merbau.....	7
Gambar 2.3 Peringatan Penggunaan APD.....	14
Gambar 2.4 Himbauan Dan Larangan di PLTBg.....	15
Gambar 3.1 Bak Parit.....	17
Gambar 3.2 <i>Deoling pond</i>	18
Gambar 3.3 <i>Raw Pump Feed</i>	18
Gambar 3.4 <i>Mixing Tank</i>	19
Gambar 3.5 <i>Pump Mixing Tank</i>	20
Gambar 3.6 <i>Reciculation Pump</i>	20
Gambar 3.7 <i>Sludge Pump PC – 006</i>	21
Gambar 3.8 <i>Sludger Pump PC – 005</i>	22
Gambar 3.9 <i>Bio-digester / lagoon</i>	23
Gambar 3.10 <i>Over Weir Tank</i>	24
Gambar 3.11 <i>Discharge Pump</i>	24
Gambar 3.12 <i>Anaerobik Pond</i>	25
Gambar 3.13 <i>Scrubber</i>	26
Gambar 3.14 <i>Scrubber Pump</i>	27
Gambar 3.15 <i>Cyclone</i>	28
Gambar 3.16 <i>Chiller</i>	29
Gambar 3.17 <i>Biogas Dryer</i>	30
Gambar 3.18 <i>Blower</i>	30
Gambar 3.19 <i>Gas Filter</i>	31
Gambar 3.20 <i>Gas Engine</i>	32
Gambar 3.21 <i>Flare</i>	33
Gambar 3.22 Block Diagram Alir Proses Biogas.....	35
Gambar 3.23 Kandungan Biogas Yang Dihasilkan.....	40
Gambar 3.24 Kandungan Gas Pada <i>Bio-digester</i>	42

Gambar 3.25 Kandungan Gas Setelah Purifikasi.....	43
Gambar 3.26 Skema Elemen Pada Gas <i>Engine</i>	46
Gambar 3.27 Skema Metode Pemeliharaan	51
Gambar 3.28 Penambalan <i>Bio-digester</i>	52
Gambar 3.29 Pembersihan Pompa <i>Effluent</i>	53
Gambar 3.30 Penyedotan Genangan Air di <i>Bio-digester</i>	54
Gambar 3.31 Pengecekan Kandungan Gas Scrubber	54
Gambar 3.32 Perbaikan Blower Gas.....	55
Gambar 3.33 Pencucian Scrubber	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Pekerja Dalam Satu <i>Shift</i> di PLTBg.....	13
Tabel 3.1 Komposisi Biogas.....	35
Tabel 3.2 Massa Jenis Metana.....	43
Tabel 3.3 Spesifikasi Mesin.....	47
Tabel 3.4 Energi Listrik Yang Diproduksi.....	58



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Halaman Pengesahan Laporan Kerja Praktek	62
Lampiran 2	Lembar Persetujuan Kerja Praktek	63
Lampiran 3	Lembar Pengajuan Dosen Pembimbing Kerja Praktek	64
Lampiran 4	Lembar Penilaian Kerja Praktek	65
Lampiran 5	Catatan Harian Kerja Praktek	67



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Kerja Praktik

Kerja Praktik merupakan kurikulum yang wajib di Fakultas Teknik Universitas Medan Area sebelum memasuki masa penyusunan Tugas Akhir (TA) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dengan adanya kerja praktik mahasiswa dapat menambah pemahaman dan pengalaman tentang dunia kerja. Ditambah lagi dengan tingginya tingkat kompetisi mengharuskan mahasiswa meningkatkan keahlian (*skill*) dan keterampilan lainnya yang menunjang bidang keilmuannya. Kondisi nyata yang ada dilapangan dalam sebuah industri bukanlah sesuatu yang hanya dapat kita pahami dibangku perkuliahan. Selain itu, mata kuliah kerja praktik menjadi kesempatan mahasiswa untuk mengenal kondisi dilapangan kerja dan keselarasan antara ilmu yang diperoleh di bangku kuliah dengan aplikasi praktik di dunia kerja.

Aplikasi kegiatan kerja lapangan diharapkan mampu mengembangkan dan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja nantinya, dimana adanya pengalaman dengan keterlibatan dalam kegiatan industri ini merupakan penerapan perbandingan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama perkuliahan dengan kegiatan praktek kerja lapangan yang dapat diperoleh melalui kesempatan belajar dan bekerja di Pembangkit Listrik Tenaga Bio-gas

PT Pertamina Power Indonesia dan PT Perkebunan Nusantara (PTPN) II telah melakukan inisiasi kerjasama tentang Pengembangan Usaha Pembangkit Listrik dan Bisnis Energi Baru & Terbarukan di Pagar Merbau, Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. PT Pertamina Power Indonesia menginisiasi pengembangan pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) bersama dengan PTPN II selaku pemilik Pabrik Kelapa Sawit Pagar Merbau.

PLTBg Pagar Merbau memiliki kapasitas 1 MW perusahaan ini adalah salah satu proyek Pertamina Power Indonesia yang bertujuan untuk memaksimalkan penyediaan energi di kawasan penghasil Energi Baru Terbarukan (EBT) sejalan dengan upaya mendukung program pemerintah dalam pengembangan EBT.

B. Tujuan Kerja Praktik

Pelaksanaan kerja praktik di Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) Perkebunan Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) II Pagar Merbau ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui dan memahami aplikasi ilmu pengetahuan di Energi Baru Terbarukan (EBT) pada umumnya serta mampu menyerap dan berasosiasi dengan dunia kerja secara utuh.
2. Menjadikan sarana untuk mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan serta menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa mengenai kondisi nyata di lingkungan kerja.
3. Mempelajari pengetahuan tentang suatu proses terjadinya operasional yang berhubungan dengan sistem Pembangkit Tenaga Listrik Tenaga Biogas (PLTBg).

C. Manfaat Kerja Praktik

Pelaksanaan kerja praktik ini terdapat beberapa manfaat bagi Mahasiswa, Fakultas dan Perusahaan antara lain sebagai berikut :

- a. Bagi Mahasiswa
 1. Memperoleh pengalaman kerja terutama yang berkaitan dengan Energi Baru Terbarukan (EBT) Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) dan penyelesaian masalah yang sedang dihadapi.
 2. Memperoleh pengetahuan yang berguna dalam perwujudan kerja yang akan dihadapi kelak setelah mahasiswa tersebut menyelesaikan studinya.
 3. Sebagai bahan penulisan laporan Kuliah Kerja Praktek yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk penulisan Tugas Akhir/Karya Akhir.
- b. Bagi Fakultas
 1. Tercipta pola kemitraan yang baik dengan perusahaan tempat mahasiswa melaksanakan kerja praktek.

2. Mempererat kerjasama antara perusahaan dengan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

c. Bagi Perusahaan

1. Sebagai bahan masukan untuk pimpinan perusahaan dalam memajukan pembangunan di bidang pendidikan dan dalam upaya peningkatan efisiensi kinerja perusahaan.
2. Dapat saling menukar informasi perkembangan teknologi antara institusi pengguna teknologi dengan lembaga perguruan tinggi.

D. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek



BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

A. Sejarah Singkat Perusahaan



Gambar 2.1 Logo Perusahaan

PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) II Pagar Merbau Kabupaten Deli Serdang merupakan salah satu pabrik kelapa sawit yang ada di Pulau Sumatera Indonesia. Pabrik kelapa sawit ini berada di Kecamatan P.Merbau Kabupaten Deli Serdang, dengan jarak ± 2 km dari Jl.Lintas Sumatra. Pabrik kelapa sawit ini didirikan pada tanggal 11 Maret 1996 dengan Akte No.35 dan diperbarui dengan akte Notaris N.M. Dipo Nusantara Pua Upa, SH no 33 tanggal 13 Agustus 2008. Pengolahan pada pabrik kelapa sawit saat ini memiliki kapasitas olah 30 ton/jam. PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) II adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri kelapa sawit dan produk perkebunan yang dihasilkan adalah minyak sawit (cpo) dan inti sawit (palm kernel).

PT Pertamina Power Indonesia (PPI) atau disebut sebagai “Perseroan”, merupakan salah satu entitas anak BUMN, yakni PT Pertamina (Persero) atau “Pertamina”. Secara historis, Perseroan pertama kali didirikan sebagai strategic holding company Pertamina pada tanggal 26 Oktober 2016 yang bertugas untuk

menjalankan, mengendalikan, dan mengelola kegiatan usaha bisnis power berbasis gas dan energi baru & terbarukan (EBT) milik Pertamina, baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Perseroan senantiasa menjalankan kegiatan usahanya secara profesional dengan menerapkan praktik bisnis korporasi yang sehat dan selalu mengedepankan prinsip-prinsip Tata Kelola Perusahaan Yang Baik di setiap aspek bisnis maupun operasionalnya sehari-hari agar mampu memberikan nilai tambah yang berkelanjutan kepada para Pemangku Kepentingan (Stakeholder) Perseroan. Sebagai bagian dari Pertamina Group, Perseroan memanfaatkan sinergi kuat yang terjalin bersama Pertamina sehingga Perseroan optimis dapat menjadi pemain utama di bidang bisnis power berbasis gas dan EBT, termasuk captive power business dan bisnis EBT to power di Indonesia.

PT Elnusa Fabrikasi Konstruksi sebelumnya bernama PT Purna Bina Nusa merupakan anak perusahaan dari PT Elnusa Tbk. (anak perusahaan Pertamina) telah berdiri sejak 7 Mei 1982 dengan fokus bisnis inti di Fabrikasi & Konstruksi, Peralatan Minyak dan Jasa Pemeliharaan. Terletak sekitar 100 meter dari pelabuhan Batu Ampar, di atas lahan seluas 35.158 meter persegi, terdiri dari perkantoran, bengkel dan lapangan terbuka untuk pengoperasian dan penyimpanan pipa. Elnusa Fabrikasi Konstruksi telah memperoleh pengakuan/sertifikasi internasional ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007. Kompetensi perusahaan merupakan faktor kunci dari keberadaan dan perkembangan bisnisnya. Untuk menghadapi tantangan global, perusahaan terus meningkatkan kualitasnya. Kami memulai bisnis kami dengan memainkan peran utama dalam bisnis hilir minyak dan gas.

PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) II dan PT. Pertamina Power Indonesia (PPI) telah melakukan inisiasi kerjasama dan Perjanjian tentang Pengembangan Usaha Pembangkit Listrik dan Bisnis Energi Baru & Terbarukan di kawasan Pagar Merbau Kab. Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. PT Pertamina Power Indonesia (PPI) kemudian menyerahkan kepada anak perusahaannya yaitu PT. Elnusa Tbk untuk mengoperasikan dan yang mengatur tata kelola dari pengembangan pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) bersama dengan PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) II selaku pemilik Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Pagar Merbau yang bertujuan untuk memaksimalkan penyediaan energi dikawasan

penghasil Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sejalan dengan upaya mendukung program pemerintah dalam mengedepankan energi yang ramah lingkungan. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau itu sendiri pertama kali dibangun untuk pengerukan untuk *digester/lagoon* pada tahun 2013 dan selesai ditahun 2015 setelah selesai PLTBg PKS Pagar Merbau tidak langsung beroperasi hingga 4 tahun dikarenakan masih banyaknya hal yang harus dipertimbangkan, kemudian di awal tahun 2020 baru beroperasi untuk pertama kali dengan kapasitas pada *Gas Engine* sebesar 1 MW.

B. Ruang Lingkup Perusahaan

Adapun kerja praktek dilaksanakan di PT Perkebunan Nusantara (PTPN) II dan PT Pertamina Power Indonesia (PPI) yang telah melakukan inisiasi kerjasama tentang Pengembangan Usaha Pembangkit Listrik dan Bisnis Energi Baru & Terbarukan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau Yang berlokasi di Jl. Lubuk Pakam, Sumberejo Kec. Pagar Merbau, Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara, Indonesia. Status kepemilikan dari Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau yang dikelola sejak awal tahun 2020 hak kepemilikannya dipegang oleh PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) II.

C. Visi dan Misi PLTBg PKS Pagar Merbau

Setiap perusahaan memiliki visi misinya sendiri begitu juga dengan PT. Teupin Lada memiliki visi dan misi, adapun visi misinya, diantaranya:

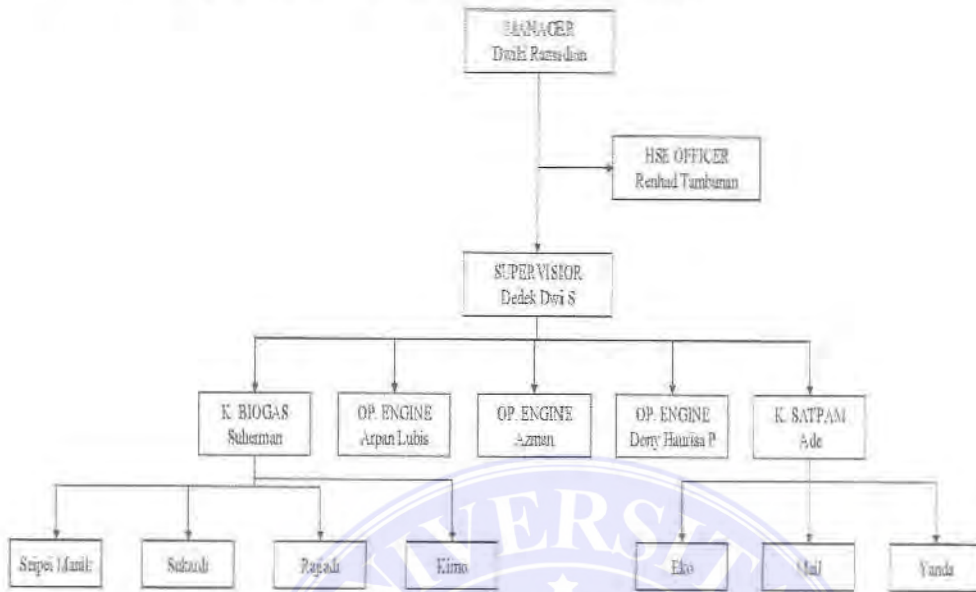
1. Visi Perusahaan

Menjadi perusahaan yang paling inovatif dan terkemuka dalam penyedia Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang bersih untuk menopang bumi dan mengurangi dari Efek Rumah Kaca (ERK)

2. Misi Perusahaan

Melaksanakan pengelolaan operasi dan portofolio usaha sektor hilir di bidang power plant berbasis gas dan Eneergi Baru dan Terbarukan (EBT) secara profesional, berwawasan lingkungan, memiliki keunggulan, mengutamakan safety serta memberikan nilai tambah bagi Stakeholders.

C. Struktur Organisasi Pada PLTBg Pagar Merbau



Gambar 2.2 Struktur Organisasi PLTBg PKS Pagar Merbau

Pada Pembangkit Tenaga Listrik Biogas (PLTBg) setiap *stakeholder* dalam Struktur Organisasi mempunyai tugas dan tanggung jawab masing-masing. Berikut adalah tugas dan tanggung jawab pada beberapa *stakeholder* dalam struktur Organisasi di Pembangkit Tenaga Listrik Biogas (PLTBg).

1. *Manager*

Adapun tugas pokok dari *Manager* antara lain :

- a. Merencanakan bagaimana setiap divisi akan bekerja untuk mengembangkan perusahaan dan mencapai tujuan. Perencanaan dapat menyangkut banyak hal, dari soal rencana bisnis, kebutuhan tenaga kerja, target pertumbuhan, hingga penyusunan anggaran.
- b. Mengatur dan mengelola tim agar sejalan dengan tujuan organisasi. Tanggung jawab ini meliputi perencanaan pekerjaan, pembagian dan pendistribusian tugas ke setiap staf, penetapan target, penyusunan prosedur operasional dan standar kinerja, serta penerapan proses kerja yang efisien.
- c. Mengawasi dan mengendalikan tim untuk memastikan agar proses berjalan sesuai rencana. Manajer juga bertanggung jawab untuk

mengidentifikasi kendala dan hambatan tim serta membantu mereka mengatasinya.

- d. Evaluasi dan penilaian terhadap proses dan hasil, apakah melewat atau melampaui target. Manajer bertanggung jawab mencari tahu di mana *bottleneck* dari keseluruhan proses dan apa yang harus diperbaiki. Mereka juga mengevaluasi bagaimana kinerja setiap karyawan dan memberikan penilaian individual.

2. *Health Safety dan Environment (HSE) Officer*

Adapun tugas dari *Health Safety dan Environment (HSE) Officer* antara lain:

- a. Melakukan identifikasi sekaligus pemetaan dari potensi bahaya yang berpeluang terjadi pada lingkungan kerja. Tidak terkecuali seorang HSE officer juga harus membuat tingkatan atau level dari risiko bahaya sampai dengan peluang risiko bahaya tersebut sampai terjadi. Dengan demikian, dapat dipelajari dengan baik seberapa besar tingkat risiko bahaya tersebut dapat terjadi untuk dapat dicegah dan diminimalkan dampak buruknya.
- b. Membuat suatu gagasan yang berkaitan dengan program K3. Program yang dimaksud haruslah mencakup usaha pencegahan (preventif) dan juga usaha koreksi. Di mana tujuan usaha preventif ini dilakukan dengan tujuan mengurangi adanya risiko bahaya atau terjadinya kecelakaan dalam lingkungan kerja. Sementara adanya usaha koreksi ini dimaksudkan untuk menanggulangi dengan cepat jika terjadi bahaya atau kecelakaan dalam lingkungan kerja.
- c. Membuat sekaligus memelihara berbagai dokumen yang berkaitan langsung dengan K3, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Adanya pendokumentasian yang baik, berupa dokumen dan banyak hal-hal administrasi lainnya, menjadi salah satu aspek yang tidak boleh diremehkan dalam menghindari bahaya. Begitu pula saat menanggulangi bahaya yang telah terjadi di lingkungan kerja. Hal ini bahkan menjadi standar baku pemeliharaan barang atau catatan yang berkaitan dengan K3.

- d. Melakukan evaluasi adanya kemungkinan atau peluang insiden kecelakaan yang dapat terjadi. Juga harus melakukan analisis akar masalah mengenai kecelakaan tersebut dapat terjadi termasuk tindakan preventif dan koreksi. HSE officer juga harus dapat melakukan monitoring dari efektivitas program yang sedang berjalan atau justru direncanakan akan diubah. Menjadi tugas HSE officer juga untuk membuat dan mengelola laporan yang diserahkan kepada manajemen perusahaan.
- e. Tidak kalah penting dari mengurus kesehatan dan keselamatan kerja, HSE officer juga harus menjadi jembatan antara pemerintah dan perusahaan. Dengan kata lain, HSE officer menjadi penghubung antara regulasi yang diinginkan oleh pemerintah dan kebijakan implementasi yang dilakukan oleh perusahaan. Tugas dan tanggung jawab HSE officer juga harus memastikan kriteria standar K3 yang diinginkan pemerintah telah dijalankan dengan baik oleh perusahaan.

3. *Supervisor*

Adapun tugas dari *Supervisor* antara lain :

- a. Mengatur pekerjaan-pekerjaan yang akan diselesaikan oleh tim pelaksana. Jika tidak ada pengaturan yang baik kekacauan bisa terjadi saat menyelesaikan tugas perusahaan. Jadi diperlukan pengaturan harian oleh seorang supervisor kepada staf yang ada di bawahnya supaya tercipta suasana kerja yang tertib dan disiplin.
- b. Mampu menjembatani antara perencanaan yang dibuat oleh manajer kepada staf bawahnya. Ini yang menjadi tantangan sendiri bagi seorang *Supervisor*. Terkadang tugas yang keluar dari manajer tidak bisa langsung dicerna oleh staf pelaksana. Perlu penjelasan yang baik dari *Supervisor* untuk mengarahkannya supaya tugas yang akan dikerjakan mampu dipahami oleh staf pelaksana.
- c. Melakukan briefing atau pengarahan ke Staf bawahan karena biasanya dengan pengarahan yang rutin akan membuat tugas

kantor terlaksana dengan baik. Pengarahan yang rutin juga akan membuat jalur komunikasi yang baik antara staf, sehingga tercipta lingkungan kerja yang nyaman.

- d. mengontrol dan memberikan evaluasi dari setiap tugas perusahaan yang dilakukan oleh staf pelaksana. Secara tidak langsung inilah bentuk tanggung jawab seorang supervisor kepada manajer atas kinerja staf pelaksana. Perusahaan yang ideal memiliki Alat evaluasi berupa *Key Performance Indicator* di setiap posisi.
- e. Memotivasi supaya staf pelaksana tidak kehilangan fokus dan jenuh dengan tugas-tugas yang diberikan. Jika terkadang tugas yang diberikan memerlukan pemikiran yang berat, supervisor harus mampu membuatnya mudah dan menyenangkan untuk diselesaikan. Supervisor yang baik dan handal akan disukai staf pelaksana yang ada di bawahnya.

4. Operator Biogas

Adapun tugas dari Operstor Biogas antara lain :

- a. Memelihara berbagai bakteri yang terdapat pada digester reactor/ cover lagoon agar tetap hidup dan bekerja untuk menghasilkan gas dengan baik.
- b. Menjalankan dan merawat *digester reactor/ cover lagoon* dan *Pump (Equitment)* agar tetap bekerja dengan baik.
- c. Menjaga kualitas pome yang dihasilkan dari limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) agar tetap memiliki kualitas yang bagus dan tidak terjadi pencampuran dengan *Crude Palm Oil (CPO)*

5. Operator *Gas Engine*

Adapun tugas dari Operator *Gas Engine* antara lain:

- a. Mengoprasikan *Gas Engine* agar tetap beroperasi secara optimal.
- b. Melakukan pengecekan kualitas terhadap *Gas Methan* yang dihasilkan pada *Scrubber* sebelum gas tersebut masuk ke *gas engine*.

- c. Melakukan pemeriksaan atau monitoring suatu gejala kerusakan pada *Gas Engine* agar dapat dipredeksi kerusakan yang mungkin akan timbul.

6. Danru Satpam

Adapun tugas dari Danru Satpam antara lain :

- a. Mengatur pembagian kerja masing – masing anggota regu, termasuk di dalamnya adalah penjadwalan (shift).
- b. Mengatur pos penempatan masing – masing anggota regu dengan mempertimbangkan pada kemampuan dan ketrampilan yang dimiliki setiap personel.
- c. Menerima laporan, arahan, masukan, serta aspirasi dari anggota regu dan meneruskannya kepada kepala sekuriti.
- d. Memegang tanggung jawab atas setiap anggota regu, melakukan pengecekan pada absensi dan mutasi.
- e. Melakukan pengecekan terhadap identitas setiap pengunjung melalui kartu ID maupun buku tamu.

D. Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pengawasan pengendalian dan perlindungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau menjamin terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, produktif, dan efektif di seluruh bagian dan Unit-Unit Usaha dengan memenuhi peraturan dan perundang-undangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja secara berkesinambungan dan terpelihara.

Pengawasan, pengendalian, dan perlindungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dilakukan dengan cara:

- a. Meminimalisasi potensi bahaya dengan menjagasisistem pengawasan, perawatan kesiapanlingkungan, dan tata cara pelaksanaan kerja karyawan.
- b. Memakai atau mempergunakan APD (Alat Pelindung Diri) di lokasi kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja.
- c. Memastikan bahwa Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dipatuhi dan dilaksanakan sesuai kebijakan dan prosedur serta instruksi kerja yang telah ditetapkan.

- c. Melakukan pemeriksaan atau monitoring suatu gejala kerusakan pada *Gas Engine* agar dapat dipredeksi kerusakan yang mungkin akan timbul.

6. Danru Satpam

Adapun tugas dari Danru Satpam antara lain :

- a. Mengatur pembagian kerja masing – masing anggota regu, termasuk di dalamnya adalah penjadwalan (shift).
- b. Mengatur pos penempatan masing – masing anggota regu dengan mempertimbangkan pada kemampuan dan ketrampilan yang dimiliki setiap personel.
- c. Menerima laporan, arahan, masukan, serta aspirasi dari anggota regu dan meneruskannya kepada kepala sekuriti.
- d. Memegang tanggung jawab atas setiap anggota regu, melakukan pengecekan pada absensi dan mutasi.
- e. Melakukan pengecekan terhadap identitas setiap pengunjung melalui kartu ID maupun buku tamu.

D. Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pengawasan pengendalian dan perlindungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau menjamin terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, produktif, dan efektif di seluruh bagian dan Unit-Unit Usaha dengan memenuhi peraturan dan perundang-undangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja secara berkesinambungan dan terpelihara.

Pengawasan, pengendalian, dan perlindungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dilakukan dengan cara:

- a. Meminimalisasi potensi bahaya dengan menjagasisistem pengawasan, perawatan kesiapanlingkungan, dan tata cara pelaksanaan kerja karyawan.
- b. Memakai atau mempergunakan APD (Alat Pelindung Diri) di lokasi kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan dan penyakit akibat kerja.
- c. Memastikan bahwa Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dipatuhi dan dilaksanakan sesuai kebijakan dan prosedur serta instruksi kerja yang telah ditetapkan.

E. Jam Kerja

Adapun jam kerja yang berlaku pada tenaga kerja Pembangkit Tenaga Listrik Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau dibagi atas tiga bagian, yaitu :

1. Bagian *Biogas*

Untuk bagian *Biogas* ditetapkan tiga *shift* dengan 24 jam kerja per hari. Adapun uraian jam kerja di bagian *Security* adalah sebagai berikut:

- a. *Shif* I
Pukul 07.00 – 15.00
- b. *Shif* II
Pukul 15.00 – 23.00
- c. *Shift* III
Pukul 23.00 – 07.00

2. Bagian Operator *Gas Engine*

Untuk bagian Operator *Gas Engine* ditetapkan dua *shift* dengan 24 jam kerja per hari. Adapun uraian jam kerja di bagian Operator *Gas Engine* adalah sebagai berikut:

- a. *Shif* I
Pukul 07.00 – 15.00
- b. *Shif* II
Pukul 15.00 – 23.00
- c. *Shift* III
Pukul 23.00 – 07.00

3. Bagian *Security*

Untuk bagian *Security* ditetapkan tiga *shift* dengan 24 jam kerja per hari. Adapun uraian jam kerja di bagian *Security* adalah sebagai berikut:

- a. *Shif* I
Pukul 07.00 – 15.00
- b. *Shif* II
Pukul 15.00 – 23.00
- c. *Shift* III
Pukul 23.00 – 07.00

Tabel 2.1 Jumlah Pekerja Dalam Satu *Shift* di PLTBg

NO	Stasiun	Jumlah Tenaga Kerja (Orang)	Jumlah <i>Shift</i>
1	<i>Manager</i>	1	-
2	<i>HSE Officer</i>	1	-
3	<i>Supervisor</i>	1	-
4	Bagian <i>Biogas</i>	5	3
5	Bagian <i>Gas Engine</i>	4	3
6	Bagian <i>Security</i>	4	3

F. Fasilitas dari Perusahaan

Adapun fasilitas khusus yang diberikan oleh Perusahaan pada Karyawan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau antara lain :

1. Perumahan untuk setiap Karyawan dan Pimpinan yang berasal dari luar daerah lokasi pabrik.
2. Mobil yang digunakan karyawan untuk keperluan dari Perusahaan.
3. Rumah sakit rujukan BPJS yang memberikan pelayanan kesehatan bagi Karyawan.
4. Tempat ibadah (Musholla) dilokasi pabrik.

G. Kewajiban Penggunaan APD (Alat Pelindung Diri)

Menjaga berbagai kemungkinan kecelakaan maka setiap orang yang berada dilokasi perusahaan wajib menggunakan alat pelindung diri, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau :

1. *Safety Helmet* (Helm)
2. *Safety Shoes* (Sepatu)
3. *Ear Plug* (Pelindung Telinga)
4. Masker

Alat pelindung diri seperti diatas merupakan alat pelindung diri yang umum harus dipakai. Adakalanya pada tempat lain dan situasi khusus para pekerja harus menggunakan alat pelindung diri tambahan atau khusus seperti pada pekerja bagian chemical plant, para pekerja harus menggunakan pakaian khusus, pelindung kepala

dan wajah khusus, sarung tangan, dan lain-lain. Adapun gambar peringatan APD yang harus digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Peringatan Penggunaan APD
Sumber: (Dokumentasi Kerja Praktik)

1. Manajemen Peraturan Dan Lokasi Kerja

Untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien dan produktif, maka dibuat beberapa peraturan yang dilakukan pada lokasi kerja. Dalam perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) PKS Pagar Merbau terutama pada bagian panel listrik dan *Biodigester* yang dikarenakan disitu tempat terjadinya pengolahan gas yang dihasilkan dari bakteri yang diberi makanan POME diberlakukan beberapa peraturan yang dapat dilihat pada penempatan beberapa tanda himbuaan dan larangan yang harus diikuti. Adapun gambar himbaun dan larangan yang ada di PLTBg PKS Pagar Merbau Gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2.4 Himbuan Dan Larangan di PLTBg
Sumber: (Dokumentasi Kerja Praktik)

BAB III

SISTEM KERJA PERUSAHAAN

A. Alat Proses Produksi

Perkembangan teknologi mesin industri yang semakin meningkat akan mendorong semua perusahaan industri agar dapat mengadopsi teknologi tersebut untuk menghasilkan produk yang berkualitas terlepas dari biaya investasi yang harus dikeluarkan. Di era globalisasi seperti sekarang, perusahaan dituntut untuk semakin hati-hati dalam memilih dan menentukan aspek-aspek penting dalam proses produksi, dalam hal ini mesin produksi. Salah satu faktor yang mampu menunjang kelancaran proses produksi yang dominan menggunakan tenaga mesin adalah pelaksanaan maintenance, mesin merupakan suatu peralatan yang digerakkan oleh suatu kekuatan/tenaga yang digunakan untuk membantu manusia dalam menghasilkan produk, setiap mesin atau peralatan diharapkan mampu beroperasi dengan baik secara maksimal. Pada bagian ini setiap alat saling berhubungan dan berjalan secara berputar. Setiap alat memiliki perannya masing-masing sehingga lancarnya proses dari bahan dasar sampai akhir (luaran). Berikut fungsi dari alat kerja PLTBg

1. Bak Parit

Parit ini berfungsi untuk menyalurkan limbah yang disalurkan langsung dari Pabrik Kelapa Sawit. Limbah tersebut di salurkan ke penampungan *deoling pond* yang telah tersedia. Suhu limbah yang dihasilkan PKS berkisar $60^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C}$ dan akan berkurang sampai pada *deoling pond* yang berkisar $50^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$. Suhu tersebut standart dari limbah yang bisa digunakan. Adapun gambar parit tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Bak Parit
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

2. Deoling Pond

Deoling Pond yang berfungsi untuk mengutip minyak hingga kadar minyak 0.4%. Netralisasi. Sementara pembuatan kolam pembiakan bakteri untuk membiakkan bakteri pada awal pengoperasian kolam pengendalian limbah. Untuk membiakkan bakteri diperlukan kondisi yang optimum seperti, pH netral yaitu 7.0, suhu 30 - 40°C untuk bakteri mesophil, 57 - 60°C untuk bakteri *thermophil*.

Kemudian, nutrisi yang cukup mengandung nitrogen dengan posfat, kedalaman kolam 5 – 6 m. Ukuran kolam diupayakan dapat menampung limbah 2 hari olah setara 400 m³ untuk PKS kapasitas 30 ton TBS/Jam.

Deoling pond memiliki fungsi untuk pemisahan POME dan sisah minyak yang masih terkandung pada limbah. POME berada paling bawah di *eoling pound*. Sehingga PLTBg hanya perlu memompa pada bagian bawah *deoling pound*. Adapun gambar *Deoling Pond* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Deoling Pond
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

3. Raw Pump Feed

Raw pump feed berfungsi memompa POME pada *deoling pond* menuju ke *mixing tank* dengan pompa yang penggerakannya bertenaga motor listrik. Putaran yang dihasilkan motor listrik memutar *impeller* yang akan menghisap POME pada *deoling pond*. Adapun gambar dari *raw pump feed* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3.3 Raw Pump Feed
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

4. Mixing Tank

Mixing tank berfungsi sebagai wadah penampung POME yang akan di sirkulasi ke *bio-digester*. *Mixing tank* akan mengaduk POME yang baru dengan POME yang ada pada *bio-digester* untuk menjaga kesetabilan proses anaerobik. Proses pengadukan akan dilakukan dengan memompa POME pada seluruh bagian

sisi pada *bio-digester* dan POME lama akan kembali pada *mixing tank* melalui pipa bagian bawah yang terhubung pada *bio-digester*.

Pengadukan dilakukan untuk memudahkan kontak antara mikroorganisme dengan substrat dan meningkatkan laju dekomposisi dengan membebaskan (mengeluarkan) gelembung gas yang terjat dalam matrik sel mikroorganisme (Subramanian, 1978). Hal ini dilakukan untuk pencampuran POME pada bakteri mikroorganisme yang ada pada *Bio-Digester*.

Mikroorganisme memerlukan hara seperti karbohidrat, lemak, protein dan fosfor agar proses perombakan anaerob berlangsung efisien dan mampu menghasilkan metan (Adams, 1981). Namun demikian bahan berserat seperti limbah padat PKS mengandung lignin yang merupakan senyawa inhibitor. Adapun gambar dari *mixing tank* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini :



Gambar 3.4 *Mixing Tank*
Sumber : (Dokumentasi Kerja Praktik)

5. *Pump Mixing Tank*

Pump mixing tank berfungsi untuk memompa POME pada *mixing tank* yang berada pada bagian atau atau POME segar. Kemudian mengalirkannya ke *bio-digester* pada bagian sisi kanan, kiri dan depan. *Pump mixing tank* berperan sebagai pompa sirkulasi untuk menjaga proses anaerob pada *bio-digester*. Adapun gambar dari *pump mixing tank* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3.5 Pump Mixing Tank
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

6. Recirculatin Pump PC – 004

Reciculation Pump ini berfungsi sebagai pensirkulasi POME pada *bio-digester*. Sistem sirkulasinya cukup sederhana, pompa memasukan POME yang baru ke pada bagian belakang *bio-digester* agar proses anaerob lebih merata dan bakteri tetap terjaga. Proses ini dilakukan dalam selang waktu 5 jam sekali dalam waktu kerja pompa 1 jam mensirkulasi dari *mixing tank* ke *bio-digester*. Adapun gambar dari *reciculation pump* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini :



Gambar 3.6 Recirculatin Pump PC – 004
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

7. *Sludge Pump* PC – 006

Pada bagian ini memiliki peran sebagai sirkulasi. *Sludge Pump* berfungsi sebagai penghisap *effluent* yang berada pada bagian tengah Reaktor yang kemudian di buang pada *over weir tank*. Ini bertujuan agar *effluent* tidak menghambat prncampuran POME yang baru dengan bakteri yang berada pama POME lama di bagian bawah *bio-digester*. Adapun gambar dari *sludge pump* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut ini :



Gambar 3.7 *Sludge Pump* PC – 006
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

8. *Sludge Pump* PC – 005

Pada bagian ini memiliki peran yang juga sama sebagai sirkulasi. *Sludge pump* berfungsi sebagai pengangkat serat-serat dan endapan lumpur akpid yang berada pada bagian paling bawah *bio-digester* yang kemudian di kembalikan lagi pada *mixing tank* utnuk di campur dengan POME yang baru agar bakteri pada endapan tetap bertahan dan digunakan lagi pada *bio-digester*. Adapun gambar dari *sludge pump* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini :



Gambar 3.8 Sludge Pump PC – 005
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

9. Bio-Digester / Lagoon

Prinsip dari sistem *Bio-Digester/lagoon* adalah dengan menutup kolam dengan bahan penutup yang kedap gas untuk menangkap biogas yang terbentuk di dalam kolam. Kelebihan dari sistem ini adalah kemudahan dalam konstruksi, pengoperasian, dan perawatan, namun membutuhkan lahan yang lebih luas dan memiliki keterbatasan proses. Kinerja *Bio-Digester/lagoon* dapat ditingkatkan dengan menyiapkan sistem yang memungkinkan adanya pengadukan cairan di dalam kolam.

Pada bagian dalam *bio-digester* terjadi proses pembusukan atau disebut proses fermentasi anaerobic. Proses fermentasi anaerobik adalah perombakan bahan organik yang dilakukan oleh sekelompok mikroorganisme anaerobik fakulatif maupun obligat dalam suatu reaktor tertutup yang dioperasikan pada temperature mesofilik (35°C) atau termofilik (55°C). Proses tersebut berlangsung pada kadar bahan kering 30 – 35 persen (De Beare et al., 1985).

Perombakan bahan organik dikelompokkan dalam empat tahapan proses (De Wilde dan Vanhille, 1985). Pada tahap pertama bakteri fermentative menghidrolisa, bahan polimer menjadi senyawa sederhana yang bersifat terlarut, pada tahap kedua, monomer dan oligomer tersebut dirombak menjadi asetat, H_2 , CO_2 . Sejumlah asam

lemak rantai pendek dan alcohol (Zinder *et al.*, 1984), yaitu pada tahap asidogenesis.

Asam volatile rantai pendek dan alkohol dari tahap kedua dirombak oleh bakteri asetogenik (produsen H_2), menghasilkan asetat, CO_2 dan H_2 pada tahap ketiga (Hashimoto *et al.*, 1980). Produk dari fase ini-metanogenik (terutama asetat, CO_2 dan H_2) selanjutnya digunakan oleh bakteri metanogenik untuk menghasilkan gas metana. Adapun gambar *Bio-Digester / Lagoon* dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut ini :



Gambar 3.9 *Bio-Digester / Lagoon*
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

10. Over Weir Tank

Over weir tank berfungsi sebagai penampung *effluent* pada *bio-digester*. *Effluent* pada *bio-digester* yang melewati level sekitar 100cm dari permukaan tanah secara otomatis akan mengalir pada *over weir tank*. Ini bertujuan agar kapasitas didalam *bio-digester* tetap terjaga dan menjaga kesetabilan proses anaerobik. Adapun gambar dari *over weir tank* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut ini :



Gambar 3.10 *Over Weir Tank*
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

11. *Discharge pump* PC - 007

Discharge pump berfungsi sebagai pemompa *effluent* dari *over weir tank* menuju ke *anaerobic pond* dan tangki oren *effluent*. Adapun gambar dari *discharge pump* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut ini :



Gambar 3.11 *Discharge pump* PC - 007
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

12. *Anaerobic Pond*

Anaerobic pond berfungsi sebagai penampung limbah akhir dari proses anaerobik atau disebut *effluent* pada *bio-digester*. Limbah ini akan mengalami proses penetralan secara alami sehingga dapat di alirkan ke pemukiman masyarakat.

Karena kandungan pH *effluent* berkisar 6-7 sehingga kadar asam tidak tinggi. Adapun gambar dari *anaerobic pond* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut ini :



Gambar 3.12 Anaerobic Pond
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

13. *Scrubber*

Scrubber berfungsi sebagai penyaringan gas H_2S yang terkandung pada gas dari hasil proses anaerobik pada *bio-digester*. Gas tersebut akan melalui tahap *sulfiltrasi*. Komponen pengotor dalam biogas berupa H_2S dan CO_2 harus dihilangkan untuk mencapai kualitas gas yang lebih baik. Secara teknis pemakaian biogas yang belum mengalami pemurnian biasanya dicampur dengan gas alam untuk meningkatkan pembakaran. Sistem kerjanya yaitu gas akan melewati *scrubber* dari bagian bawah kemudian melewati penyaring dan cairan yang kemudian gas keluar dari atas *scrubber*.

Secara sederhana wet scrubber adalah metode yang digunakan untuk menghilangkan CO_2 dan H_2S dari biogas karena gas tersebut lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan metana. Pemurnian dilakukan dengan menggunakan air supaya H_2S dan CO_2 larut dalam air. Kelarutan H_2S lebih tinggi daripada CO_2 . Pemurnian ini murni secara fisik dan tekanan pada scrubber biasanya pada tekanan 7 – 10 bar. Kelebihan metode ini adalah efisiensi $>97\%$ CH_4 , kehilangan CH_4 rendah $<2\%$ dan kekurangannya adalah membutuhkan banyak air, terjadi penyumbatan apabila terdapat kotoran pada spuyer (Rozaq, 2016).

Untuk konsep penyaringannya terdapat tiga bagian pada *scrubber* yang digunakan dalam proses *desulfiltrasi* untuk menurunkan kandungan H_2S dalam

biogas yang pertama dan kedua adalah lapisan yang terdapat bola-bola sebagai filtrasi *gas* yang dikirim dari *digester/lagoon* untuk menghilangkan partikel – partikel yang terkandung dalam *gas* tersebut, kemudian lapisan yang ketiga terdapat jaring – jaring filtrasi dimana disini *gas* yang sudah di saring dari bagian pertama dan kedua disaring lagi ke bagian ketiga bersamaan dengan pencucian *gas* menggunakan *effluent* yang memiliki PH 6 – 7. Adapun gambar dari *scrubber* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut ini :



Gambar 3.13 Scrubber
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

14. Scrubber Pump

Scrubber pump memiliki peran sebagai siklus cairan *effluent* pada Scrubber yang sangat penting dan harus selalu di cek tiap hari nya. Siklus ini bertahap melalui pipa yang di alirkan pada bagian atas Scrubber dengan spuyer sehingga air *effluent* akan tersebar secara merata pada bagian dalam Scrubber. Air *effluent* tersebut akan membasahi penyaringan tahap pertama, kemudian penyaringan kedua begitu jugak pada penyaringan ketiga. Air tersebut akan terus di pompa secara terus menerus seperti proses tersebut.

Proses tersebut bertujuan untuk menjaga penyaring tetap basah agar *gas* tetap berproses dengan lancar. Dan proses ini jugak bertujuan untuk mengurangi

H₂S pada gas yang berada pada *scrubber*. Dan ini air effluent harus di cek setiap harinya, apabila Ph air berada dibawah angka 2. Dan harus mengganti air effluent yang baru yang telah di endapkan pada toren. Siklus ini akan terus dilakukan *scrubber pump* untuk menjaga proses proses *desulfitrasi* pada *scrubber*. Adapun gambar dari *scrubber pump* dapat dilihat pada Gambar 3.14 berikut ini :



Gambar 3.14 *Scrubber Pump*
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

15. Cyclone

Cyclone adalah gaya sentrifugal yang diciptakan untuk memisahkan gas dan material/debu yang terbawa dalam aliran. Cyclone Separator lebih efisien jika bekerja pada tekanan rendah. Cyclone atau centrifugal separator terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. Badan berbentuk silinder vertikal dengan bagian bawah berbentuk corong (conical),
2. Pipa inlet tangensial gas/fluida,
3. Pipa outlet pada bagian bawah untuk mengeluarkan partikulat hasil pemisahan, dan pipa outlet gas pada bagian atas untuk mengalirkan gas bersih.

Prinsip aliran pada Cyclone Separator ini ditunjukkan pada Gambar 1 [8].

Bentuk kerucut cyclone menginduksikan aliran gas atau fluida untuk berputar,

menciptakan vortex, sehingga material padatan akan terpisah ke dasar kerucut, sedangkan udara bersih akan kembali mengalir ke atas melalui pusat Cyclone. Efektifitas pemisahan pada Cyclone sangat dipengaruhi oleh massa jenis dan ukuran partikel yang terbawa dalam aliran fluida. Gaya sentrifugal timbul saat partikulat di dalam udara masuk ke puncak kolektor silindris pada suatu sudut dan diputar dengan cepat mengarah ke bawah seperti pusaran air. Aliran udara mengalir secara melingkar dan partikulat yang lebih berat mengarah ke bawah setelah menabrak ke dinding Cyclone, dan meluncur ke bawah ke ujung corong conical yang disebut dengan dust hopper. Adapun gambar dari *Cyclone* dapat dilihat pada Gambar 3.15 berikut ini :



Gambar 3.15 *Cyclone*

Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

16. Chiller

Chiller digunakan untuk mendinginkan air yang nanti nya akan digunakan pada *biogas dryer*. Chiller adalah mesin refrigerasi yang memiliki fungsi utama mendinginkan air pada sisi evaporatornya, kemudian air yang dingin tersebut dialirkan menuju FCU (Fan Coil Unit) dan AHU (Air Handling Unit) dan kemudian di suplay ke produksi. Sistem refrigerasi terdiri dari empat komponen utama yaitu kompresor, evaporator, kondensor, katup ekspansi. Sistem Kompresi Uap tersusun atas empat bagian pokok, yaitu: kompresor, kondensor, katup ekspansi dan

evaporator, yang masing-masing dihubungkan dengan pipa penyalur fluida kerja. Chiller dapat di klasifikasikan sebagai pendingin absorpsi dan pendingin kompresi refrigeran, berdasarkan siklus refrigeran tempat mereka bekerja (Nathan & Scobell, 2012). Suhu yang digunakan untuk *biogas dryer* berkisar 20°C - 22°C dan untuk tekanan air berkisar 1.2 kg/m. Adapun gambar dari *chiller* dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut ini :



Gambar 3.16 Chiller
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

17. Biogas Dryer

Biogas dryer adalah adalah alat tempat berlangsungnya kondensasi pada bio gas. Gas akan melewati tabung kapsul yang terlapisi *cooling water* yang dihasilkan oleh chiller. Refrigeran di dalam kompresor *chiller* dikompresikan kemudian dialirkan ke kondensor. Refrigeran yang mengalir ke kondensor mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi. Di kondensor refrigeran didinginkan dan juga dibantu oleh udara luar disekitar kondensor sehingga terjadi perubahan fase dari uap menjadi cair. Kemudian refrigeran mengalir menuju katup ekspansi dan terjadi penurunan tekanan (Nathan & Scobell, 2012). Hal ini bertujuan mengunrangi kadar air yang masih ada pada biogas. Proses penyaringan air yang terkandung pada biogas. hal ini membantu mengoptimalkan proses pembakaran pada mesin, mencegah pengembunan, dan melindungi mesin dari pembentukan asam. Asam yang terbentuk saat air bereaksi dengan H_2S dan oksigen. Biogas yang berkualitas tinggi dengan kelembapan yang relatif di bawah 80% meningkatkan efesiensi mesin

dan mengurangi konsumsi bahan bakar (winrock international 2015). Adapun gambar dari *biogas dryer* dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut ini :



Gambar 3.17 Biogas Dryer
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

18. Blower

Blower adalah berfungsi sebagai penghisap biogas yang ada pada *bio-digester* melewati *sulfitrasi* dan *dehumidifier biogas* yang kemudian menuju *gas engine*. Blower akan memadatkan gas dengan tekanan yang sesuai dengan beban engine yang di butuhkan. Semakin padat gas yang di hasilkan blower maka beban *gas engine* bisa di tingkatkan sehingga meghasilkan daya listrik yang besar pula. Adapun gambar dari blower dapat dilihat pada Gambar 3.18 berikut ini :



Gambar 3.18 Blower
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

19. Gas Filter

Gas filter berfungsi sebagai penyaringan gas tahap akhir, bertujuan menghindari kotoran yang berlebih dari biogas yang kemudian akan di gunakan pada *gas engine*. hal ini bertujuan untuk menjaga proses pembakaran yang lebih baik. Adapun gambar dari *gas filter* dapat dilihat pada Gambar 3.19 berikut ini :



Gambar 3.19 Gas Filter
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

20. Gas Engine

Gas engine termasuk mesin pembakaran dalam yang bekerja dengan bahan bakar gas seperti gas alam atau biogas. Setelah kandungan pengotor pada biogas diturunkan hingga kadar tertentu, biogas kemudian dialirkan ke *gas engine* untuk menghasilkan listrik. Bergantung pada spesifikasi *gas engine* yang digunakan, *gas engine* yang berbahan bakar biogas umumnya memerlukan biogas dengan kadar air dibawah 80% dan konsentrasi H_2S kurang dari 200 ppm. *Gas engine* mengubah energy yang terkandung dalam biogas menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator yang menghasilkan listrik. Biasanya *gas engine* memiliki efisiensi listrik antara 36-41% (winrock international 2015). Adapun gambar dari *gas filter* dapat dilihat pada Gambar 2.24 berikut ini :



Gambar 3.20 Gas Engine
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

21. Flare

Flare digunakan di industri proses atau pabrik untuk membakar kelebihan gas. Dengan alasan keamanan, pembangkit listrik tenaga biogas harus memasang flare untuk membakar kelebihan gas, terutama pada saat biogas tidak bisa diumpungkan ke gas engine atau peralatan pembakaran lainnya. Umumnya hal ini terjadi saat puncak panen tandan buah segar, yang menyebabkan kelebihan produksi biogas. Kelebihan produksi meningkatkan laju alir biogas melebihi batas maksimum biogas yang dapat masuk ke gas engine. Flare juga digunakan saat gas engine sedang tidak beroperasi dalam masa pemeliharaan. Instalasi biogas tanpa gas engine atau boiler harus menggunakan flare secara terus-menerus untuk membakar biogas. Operator tidak boleh melepaskan kelebihan biogas secara langsung ke atmosfer karena sifatnya yang mudah terbakar pada konsentrasi tinggi. Selain itu, pelepasan biogas secara langsung juga berarti pelepasan gas rumah kaca ke atmosfer seperti layaknya di penggunaan kolam limbah terbuka. Adapun gambar dari flare biogas dapat dilihat pada Gambar 3.21 berikut ini :



Gambar 3.21 Flare
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

B. Bahan Penghasil Biogas

Bahan bakar gas yang digunakan adalah compressed natural gas (CNG), dimana sebagian besar unsur kimianya terdiri dari methane (CH_4) dan sisanya berupa methane, propane, butane, pentane, dan carbon monoxide. Komposisi dan karakteristik dari gas akan sangat bervariasi dari satu sumber dengan sumber lainnya, dimana hal ini mempengaruhi kondisi stoikiometrinya. Compressed natural gas memiliki beberapa kekurangan, yakni fasenya dalam temperatur ruangan sehingga akan menyulitkan dalam hal penyimpanan dan mobilitas. Selain itu, natural gas memiliki energi persatuan volume (energy density) yang lebih kecil dibandingkan solar, methanol, gasoline, atau bahan bakar hidrokarbon cair lainnya (Santoso A.B, 2013).

Gas alam terkompresi (compressed natural gas) adalah alternatif bahan bakar selain bensin atau solar. Di Indonesia, kita mengenal gas CNG sebagai bahan bakar gas (BBG). Bahan bakar ini lebih bersih bila dibandingkan dengan bahan bakar minyak karena emisi gas buangnya yang ramah lingkungan. Gas CNG dibuat dengan melakukan kompresi methane (CH_4) yang diekstrak dari gas alam.

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupan manusia. Salah satu potensi perkebunan yang cukup besar didapatkan dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS), yang mengolah Tandan Buah

1. Sistem Bio-digester

Limbah hasil dari pengolahan TBS pada pabrik kelapa sawit di alirkan oleh parit menuju *deoling pond* yang nantinya POME dan kandungan minyak akan memisah sendirinya karena massa jenis yang berbeda. POME akan dihisap oleh pompa bertenaga listrik. POME dialirkan ke *mixting tank* yang akan melakukan proses pengadukan dan terjadinya proses substrat. Pada *mixting tank* akan di salurkan ke *bio-digester* dengan bantuan pompa bertenaga listrik. Dan bantuan beberapa pompa lainnya untuk mendukung sirkulasi proses anaerobik. POME dikondisikan untuk mencapai nilai-nilai parameter yang dibutuhkan untuk masuk ke digester. Pada tahap ini, dilakukan proses penyaringan untuk menghilangkan partikel besar seperti kotoran atau serat. Proses pengadukan dan netralisasi pH dilakukan untuk mencapai pH optimal pada 6,5-7,5. Sebuah sistem pendingin (*cooling tower* atau *heat changer*) berfungsi untuk menurunkan suhu POME menjadi sekitar 40°- 50°C. Suhu digester harus dijaga dibawah 40°C agar kondisi mesofilik optimal. Penurunan suhu ini juga dibantu dengan proses resirkulasi air limbah keluaran dari digester. Air limbah setelah pengolahan awal dipompa ke *bio-digester*, yang dapat berupa kolam tertutup.

Proses penguraian POME, menghasilkan biogas dan residu (*slurry*). *Bio-digester* harus dirancang kedap udara dan air. Digester dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, dan dari berbagai bahan. Ukuran *bio-digester* ditentukan berdasarkan laju aliran POME, beban COD, dan waktu retensi hidrolik (HRT) yang diperlukan untuk penguraian yang optimal (Herringshaw 2009). Air limbah hasil proses anaerobik dari digester mengalir ke kolam sedimentasi dimana POME yang telah terurai dipisahkan lebih lanjut dari lumpur dan padatan. Perkebunan dapat menggunakan limbah cair dari sedimentasi sebagai pupuk. Sistem pembuangan padatan berfungsi untuk memisahkan lumpur dan padatan yang terakumulasi baik di dalam digester maupun di dalam kolam sedimentasi.

Biogas yang dihasilkan melalui proses anaerobik terkumpul di bawah cover/penutup digester pada kolam tertutup. Sistem kolam tertutup mempertahankan tekanan rendah 0-2 mbarg (tergantung pada desain penyedia teknologi), sementara sistem tangki menyimpan biogas pada tekanan yang lebih tinggi yakni 8-30 mbarg. Pabrik pengolahan kelapa sawit umumnya tidak

Segar (TBS) Kelapa Sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO), adalah limbah biomassa dengan jumlah yang cukup besar dalam bentuk limbah organik berupa tandan kosong kelapa sawit (Tankos), cangkang dan sabut, serta limbah cair (Palm Oil Mill Effluent/POME).

POME memiliki potensi energi yang tinggi, namun pada umumnya belum dimanfaatkan secara optimal. POME adalah limbah yang dihasilkan pada industri kelapa sawit terdiri dari limbah padat, cair, dan gas (Tuty, 2016). POME diurai di kolam limbah dibiarkan membusuk secara alami. Proses pembusukan biomassa ini akan menghasilkan biogas dengan kandungan utama gas methana (CH_4). Gas ini muncul akibat dari proses perombakan senyawa-senyawa organik secara anaerobic

Biogas terbentuk secara alami ketika limbah cair kelapa sawit (pome) teruraikan pada kondisi anaerob. Tanpa pengendalian, biogas merupakan kontributor utama bagi perubahan iklim global. Jika pengelolaan POME tidak terkendali, metana di dalam biogas terlepas langsung ke atmosfer. Sebagai gas rumah kaca (GRK), metana mempunyai efek 21 kali lebih besar dibandingkan dengan .Pembangkit listrik tenaga biogas mengambil manfaat dari proses penguraian alami untuk membangkitkan listrik. Limbah cair organik yang dihasilkan selama produksi kelapa sawit merupakan sumber energi besar yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Mengubah Pome menjadi biogas untuk dibakar dapat menghasilkan energi sekaligus mengurangi dampak perubahan iklim dari proses produksi minyak kelapa sawit. (Deublein dan Steinhauster, 2008) Pemanfaatan limbah padat dan cair dapat dikonversikan menjadi energi listrik.

Komponen terbesar yang terkandung dalam biogas adalah CH_4 (55 % – 70 %) dan CO_2 (30 % – 45 %) serta sejumlah kecil, nitrogen dan hidrogen sulfida. Apabila kandungan gas metan dalam biogas lebih dari 50%, biogas tersebut layak digunakan sebagai bahan bakar, bersifat mudah meledak dan terbakar. Gas metana memiliki nilai kalor 50,1 MJ/kg. Jika densitas methana 0,717 kg/m³, gas 1m³ methana akan memiliki energi setara dengan 35,9 MJ atau sekitar 10 kWh. Jika kandungan gas methana adalah 62% dalam biogas, biogas 1 m³ akan memiliki tingkat energi sebesar 6,2 kWh, dengan asumsi efisiensi konversi biogas menjadi sifat dan kualitas biogas sebagai bahan bakar (Anonymous, 2011).

Kandungan CO₂ dalam biogas sebesar 25 – 50 % dapat mengurangi nilai kalor bakar dari biogas tersebut. Sedangkan, kandungan H₂S dalam biogas dapat menyebabkan korosi pada peralatan dan perpipaan dan nitrogen dalam biogas juga dapat mengurangi nilai kalor bakar biogas tersebut. Pada lower explosion limit (LEL) 5,4 vol % metana dan upper explosion limit (UEL) 13,9 vol %. Di bawah 5,4 % tidak cukup metana sedangkan di atas 14% terlalu sedikit oksigen untuk menyebabkan ledakan. Temperatur yang dapat menyebabkan ledakan sekitar 650–750 o C, percikan api dan korek api cukup panas untuk menyebabkan ledakan (Iqbal,2008).

No	Komposisi Biogas	Jumlah
1	Methana (CH ₄)	55% – 70%
2	Karbon Dioksida (CO ₂)	30% - 45%
3	Nitrogen (N ₂)	0% - 0,3%
4	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	1% - 5%

Tabel 3.1. Komposisi Biogas.
 Sumber; Deublein dan Steinhauster, 2008

C. Block Diagram Alir Proses Biogas

Bagian utama dari suatu fasilitas komersial konversi POME menjadi biogas ditunjukkan pada Gambar 3.3.1. Setiap komponen dalam gambar akan dibahas pada bagian selanjutnya. Adapun gambar dari block diagram itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.22 berikut ini :



Gambar 3.22 Block Diagram Alir Proses Biogas

menggunakan tangki penyimpanan biogas yang terpisah karena biayanya tinggi. Sistem tangki memiliki kapasitas penyimpanan biogas antara 30 menit hingga 3 jam, sedangkan kolam tertutup memiliki kapasitas penyimpanan 1 hingga 2 hari. Biogas yang terkumpul di dalam digester kemudian dialirkan dan diproses lebih lanjut ke dalam sistem pengolahan gas atau dibakar di dalam flare.

2. Pengolahan Biogas

Sebelum biogas dapat menghasilkan daya listrik, scrubber hidrogen sulfida digunakan untuk menurunkan konsentrasi H_2S ke tingkat yang disyaratkan oleh *gas engine*, biasanya di bawah 200 ppm. Hal ini untuk mencegah korosi, mengoptimalkan operasi, dan memperpanjang umur *gas engine*. H_2S dalam biogas berasal dari komponen sulfat (SO_4) dan sulfur lainnya dalam air limbah. Dalam digester anaerobik pada kondisi tidak ada oksigen, sulfat berubah menjadi H_2S .

Ada tiga jenis scrubber yang digunakan dalam proses sulfidasi untuk menurunkan kandungan H_2S dalam biogas, yaitu scrubber biologis, kimia, atau air. Scrubber biologis menggunakan bakteri sulfur-oksidasi untuk mengubah H_2S dan, sementara scrubber kimia menggunakan bahan kimia seperti NaOH untuk mengubah H_2S menjadi SO_4 . Scrubber air bekerja berdasarkan penyerapan fisik dari gas-gas terlarut dalam air dan menggunakan air bertekanan tinggi. Scrubber biologis biasa digunakan untuk aplikasi POME menjadi energi karena biaya operasionalnya rendah.

3. Dehumidifier Biogas

Dehumidifier gas dalam bentuk dryer, chiller, atau cyclone, berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam biogas yang akan dialirkan ke dalam *gas engine*. Dehumidifier mengambil air yang terkandung dalam biogas. Hal ini membantu mengoptimalkan proses pembakaran pada mesin, mencegah pengembunan, dan melindungi mesin dari pembentukan asam. Asam terbentuk saat air bereaksi dengan H_2S dan oksigen. Biogas yang berkualitas tinggi dengan kelembaban relatif di bawah 80% meningkatkan efisiensi mesin dan mengurangi konsumsi bahan bakar gas.

4. Gas Engine

Gas engine termasuk mesin pembakaran dalam yang bekerja dengan bahan bakar gas seperti gas alam atau biogas. Setelah kandungan pengotor pada biogas diturunkan hingga kadar tertentu, biogas kemudian dialirkan ke gas engine untuk menghasilkan listrik. Bergantung pada spesifikasi gas engine yang digunakan, gas engine yang berbahan bakar biogas umumnya memerlukan biogas dengan kadar air di bawah 80% dan konsentrasi H₂S kurang dari 200 ppm. Gas engine mengubah energi yang terkandung dalam biogas menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator yang menghasilkan listrik. Biasanya gas engine memiliki efisiensi antara 36-42%.

5. Burner dan Boiler

Biogas yang dihasilkan dari proses penguraian anaerobik dapat menjadi bahan bakar boiler. Burner gas biasanya dipasang pada dinding boiler. Biogas merupakan bahan bakar alternatif bagi boiler untuk menghasilkan panas atau listrik menggantikan bahan bakar biomassa, seperti cangkang dan serat, yang biasa digunakan di pabrik kelapa sawit.

6. Flare Biogas

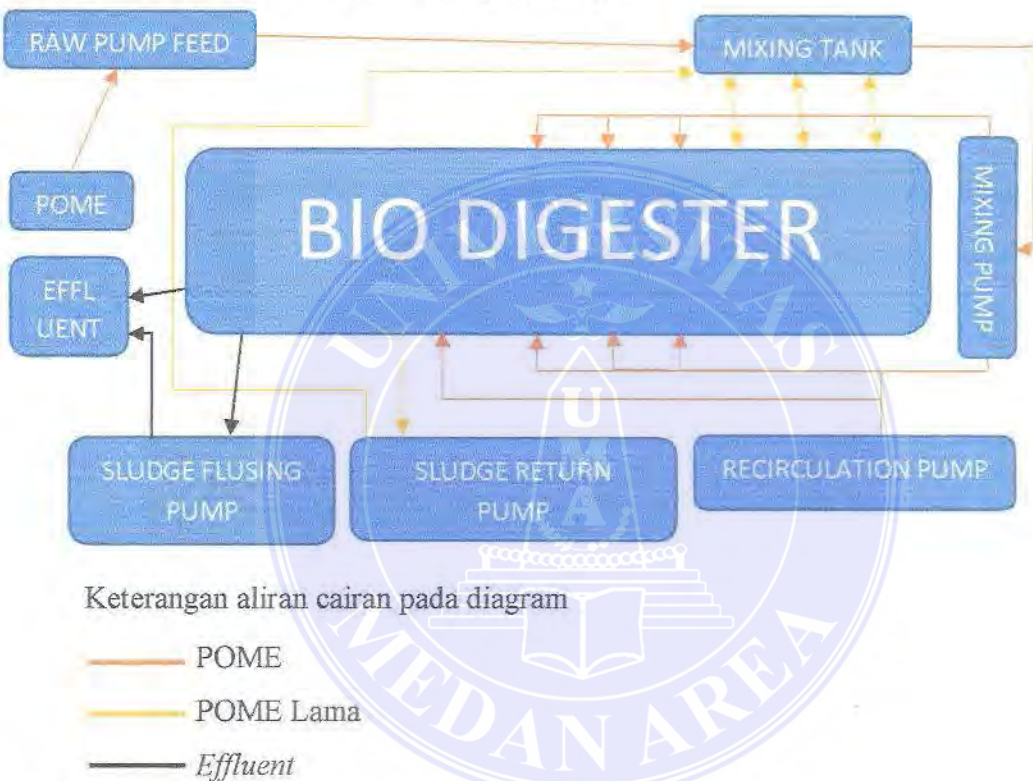
Flare digunakan di industri proses atau pabrik untuk membakar kelebihan gas. Dengan alasan keamanan, pembangkit listrik tenaga biogas harus memasang flare untuk membakar kelebihan gas, terutama pada saat biogas tidak bisa diumpankan ke gas engine atau peralatan pembakaran lainnya. Umumnya hal ini terjadi saat puncak panen tandan buah segar, yang menyebabkan kelebihan produksi biogas. Kelebihan produksi meningkatkan laju alir biogas melebihi batas maksimum biogas yang dapat masuk ke gas engine. Flare juga digunakan saat gas engine sedang tidak beroperasi dalam masa pemeliharaan. Instalasi biogas tanpa gas engine atau boiler harus menggunakan flare secara terus-menerus untuk membakar biogas. Operator tidak boleh melepaskan kelebihan biogas secara langsung ke atmosfer karena sifatnya yang mudah terbakar pada konsentrasi tinggi. Selain itu, pelepasan biogas secara langsung juga berarti pelepasan gas rumah kaca ke atmosfer seperti layaknya di penggunaan kolam limbah terbuka.

D. Langkah Kerja

Dalam menghasilkan produk jadi atau hasil sebuah industri memiliki beberapa langkah kerja. Dalam langkah kerja perusahaan menerapkan segala hal yang mendukung berlajanya proses. Adapun langkah kerja PLTBg menghasilkan listrik dengan bahan bakar biogas untuk memutar *gas engine*.

1. Langkah Kerja Proses Biogas Dari POME

a. Diagram Alur Proses POME Menjadi Biogas



b. POME

Limbah cair kelapa sawit awalnya dari suatu kondensat, stasiun klarifikasi serta hidrocyclone, nama lainnya adalah Palm Oil Mill Effluent (POME). POME sebenarnya adalah sisa buangan yang tidak beracun atau tidak toksik, akan tetapi daya pencemarannya sebelum treatment of pome cukup tinggi diakibatkan oleh kandungan bahan organiknya mempunyai nilai BOD 18.000 sampai 48.000 mg/1.

Limbah yang dihalikan PKS di alirkan ke *deoling pound* sebagai penampung limbah. Limbah ini tidak seutuhnya POME, masih mengandung minyak dan air dari hasil perubasan pada *sterilizer*. Sehingga akan terjadinya pemisahan pada *deoling pound* antara minyak, air dan POME. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan massa jenis yang berbeda. Sehingga memudahkan oprator biogas

untuk mengambil POME tanpa proses pemisahan. POME ini memiliki suhu berkisar 40/50°C, suhu tersebut optimal untuk kemudian di proses pada *bio-digester*.

c. Biogas

POME dengan klasifikasi yang sesuai selanjutnya di pompa dari *deoling pound* menuju *mixting tank* yang kemudian dilakukan pengadukan dan memasukan POME baru ke dalam *bio-digester*. Proses pembusukan pada POME di dalam *bio-digester* ini disebut anaerobik. Proses anaerobic di lakukan dengan sistem pengiraian POME yang dilakukan oleh bakteri. Mikroorganisme yang digunakan sebagian besar dari keluarga *thiobacillus*. Bakteri tersebut menguraikan POME yang ada di dalam *bio-digester* dengan suhu yang stabil berkisar 40/50°C sehingga menghasilkan biogas yang memiliki kandungan gas yang dapat dilihat pada Gambar 3.23 berikut ini :



Gambar 3.23 Kandungan Biogas Yang Dihasilkan
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

Dari hasil proses anaerobik menghasilkan limbah yang disebut *effluent*. Limbah ini digunakan untuk membantu proses penyaringan H₂S pada scrubber dan sisahnya akan dibuang pada penampung limbah atau disebut *anaerobic pound* untuk proses netralisasi sehingga limbah ini tidak berbahaya untuk lingkungan sekitar atau pemukiman. Karena tidak memiliki kandungan gas yang berbahaya dan nilai BOD yang rendah.

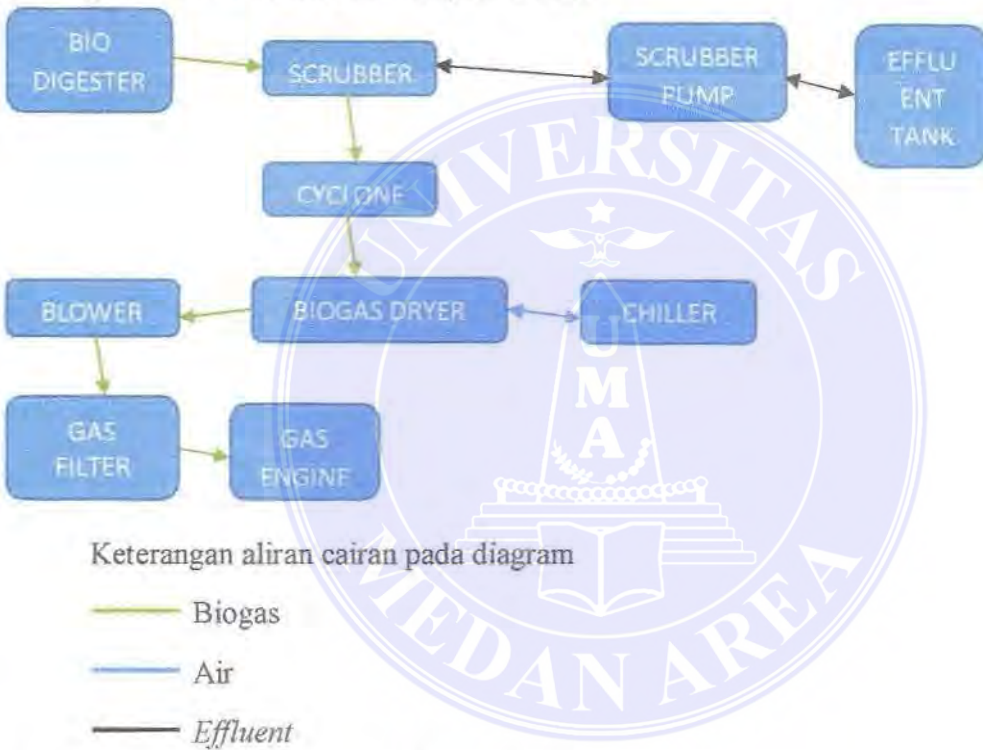
Pada proses kerja *bio-digester* menerapkan sistem sirkulasi secara kontinu dengan alat – alat pendukung berjalanya proses *bio-digester* untuk menghasilkan

gas. Konsep sirkulasi ini dilakukan agar bakteri yang ada *bio-digester* tetap stabil. POME yang masuk harus sesuai dengan *effluent* yang keluar.

2. Langkah Kerja *Bio-digester* ke *Gas Engine*

Pada langkah kerja ini, gas yang telah di hasilkan oleh *bio-digester* akan di teruskan pada tahap penyaringan pengotor kandungan gas atau disebut *dehumidifier* biogas. Gas tersebut akan melewati beberapa alat yang memiliki fungsi masing masing. Proses akan dilakukan beberapa tahap yaitu:

a. Diagram Alur Proses Gas Menjadi Listik



b. Tahap purifikasi pemurnian biogas

Pada tahap ini gas akan melewati purifikasi dengan metode Water Scrubber System. Komponen pengotor dalam biogas berupa H_2S dan CO_2 harus dihilangkan untuk mencapai kualitas gas yang lebih baik. Kandungan gas yang dihasilkan di *bio-digester* kemudian akan di hisap oleh blower gas. Namun kandungan gas tidak seutuhnya bisa di gunakan. Gas akan melewati *scrubber* untuk penyaringan kandungan pada gas yang tidak dibutuhkan. Gas akan di alirkan pada bagian bawah *scrubber* sehingga gas akan melewati tiga penyaringan dan di bantu oleh *effluent*. Adapun kandungan biogas sebelum melewati *scrubber* dapat dilihat pada gambar 3.24 berikut ini :



Gambar 3.24 Kandungan Gas Pada *Bio-digester*
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

Secara teknis pemakaian biogas yang belum mengalami pemurnian biasanya dicampur dengan gas alam untuk meningkatkan pembakaran. Banyak proses yang tersedia untuk memperbanyak komposisi gas metana dalam biogas dengan cara menghilangkan komponen pengotor berupa CO₂ dan H₂S. Proses-proses tersebut telah banyak dikembangkan untuk penggunaan gas alam, industri perminyakan dan petrokimia. Namun sebagian besar dari proses-proses tersebut tidak cocok diterapkan dalam aplikasi biogas kecuali lajur alir yang digunakan cukup tinggi. Terutama untuk penghilangan CO₂ dan H₂S. Menurut Vijay dkk., 2006, klasifikasi proses-proses tersebut antara lain : absorpsi ke dalam cairan (fisika / kimia), adsorpsi melalui permukaan padatan, pemisahan melalui membran, pemisahan kriogenik, perubahan kimia menjadi senyawa lain. Pada penelitian ini digunakan proses absorpsi dengan metode water scrubber system (jenis wet scrubber).

Efisiensi pengumpulan partikel pada Wet Scrubber lebih baik dibandingkan Dry Scrubber, karena Wet Scrubber mampu menangkap partikel dengan ukuran yang lebih kecil serta mampu mengikat emisi dalam bentuk gas. Pada Wet Scrubber prinsip kerjanya adalah dengan mengalirkan fluida cair pada aliran gas, sehingga gas yang mengalir akan difiltrasi oleh fluida cair tersebut. Beberapa cara yang ada pada Wet Scrubber untuk sistem distribusi fluida cair diantaranya adalah dengan proses atomizing, proses ini mengatomisasi fluida cair menjadi partikel-partikel yang didistribusikan dalam jumlah banyak sehingga sistem filtrasi terjadi secara merata. Dari hasil purifikasi gas tersebut, maka gas yang dihasilkan menjadi lebih baik. Hal ini dilakukan agar kualitas gas tetap bertahan dan tidak merusak gas

engine. Adapun kandungan gas dari hasil purifikasi pada scrubber dapat dilihat pada gambar 3.25 berikut ini :



Gambar 3.25 Kandungan Gas Setelah Purifikasi
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

c. Tahap Drying Pada Gas

Gas akan di lakukan tahap penyaringan H₂O pada cyclone dan biogas dryer. Pada tahap cyclone penyaringan H₂O dilakukan dengan penerapan perbedaan massa jenis H₂O dan CH₄. Massa jenis H₂O 997 Kg/m³ dan massa jenis CH₄ 1,21 Kg/m³ seperti pada Tabel 3.2 :

Parameter	Biogas (60% CH ₄)	Gas Alam	Gas Kota
Nilai kalor bawah (MJ/m ³)	21,48	36,14	16,1
Massa jenis (kg/m ³)	1,21	0,82	0,51
Indeks Wobbe bawah (MJ/m ³)	19,5	39,9	22,5
Kecepatan penyalaan maksimum (m/s)	0,25	0,39	0,70
Kebutuhan udara teoritis (m ³ udara/m ³ gas)	5,71	9,53	3,83
Konsentrasi maksimum CO ₂ dalam cerobong (vol%)	17,8	11,9	13,1
Titik embun (°C)	60-160	59	60

Tabel 3.2 Massa Jenis Metana

Dari perbedan tersebut di manfaat kan pada cyclone shingga H₂O akan berpisah dari kandungan gas, shingga mengurangi H₂O pada gas tersebut. Cyclone juga berperan dalam pemisah debu pada gas.

Cyclone adalah unit operasi dust collector yang menggunakan prinsip kerja gaya sentrifugal digunakan untuk memisahkan gas dan material/debu yang terbawa dalam aliran. Cyclone Separator lebih efisien jika bekerja pada tekanan rendah.

Cyclone atau centrifugal separator terdiri yaitu:

1. Badan berbentuk silinder vertikal dengan bagian bawah berbentuk corong (conical).
2. Pipa outlet pada bagian bawah untuk mengeluarkan partikulat hasil pemisahan, dan pipa outlet gas pada bagian atas untuk mengalirkan gas bersih.
3. Pipa inlet tangensial gas/fluida

Bentuk kerucut cyclone menginduksikan aliran gas atau fluida untuk berputar, menciptakan vortex, sehingga material padatan akan terpisah ke dasar kerucut, sedangkan udara bersih akan kembali mengalir ke atas melalui pusat Cyclone. Efektifitas pemisahan pada Cyclone sangat dipengaruhi oleh massa jenis dan ukuran partikel yang terbawa dalam aliran fluida. Gaya sentrifugal timbul saat partikulat di dalam udara masuk ke puncak kolektor silindris pada suatu sudut dan diputar dengan cepat mengarah ke bawah seperti pusaran air. Aliran udara mengalir secara melingkar dan partikulat yang lebih berat mengarah ke bawah setelah menabrak ke dinding Cyclone, dan meluncur ke bawah ke ujung corong conical yang disebut dengan dust hopper.

Setelah melewati *cyclone* gas akan di melewati pengeringan dengan metode kondensasi pada biogas *dryer*. Proses pengembunan adalah proses perubahan wujud gas menjadi wujud cair karena adanya perbedaan temperature. Temperatur pengembunan berubah sejalan dengan tekanan uap. Oleh karena itu temperatur pengembunan didefinisikan sebagai temperatur pada kondisi jenuh akan dicapai bila udara didinginkan pada tekanan tetap tanpa penambahan kelembaban.

Terdapat dua cara kondensasi yaitu:

- Menurunkan temperatur sehingga mereduksi kapasitas dari uap air.
- Menambah jumlah uap air

Gas akan melewati tabung kapsul yang terlapisi *cooling water* yang dihasilkan oleh chiller. Refrigeran di dalam kompresor *chiller* dikompresikan kemudian dialirkan ke kondensor. Refrigeran yang mengalir ke kondensor mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi. Di kondensor refrigeran didinginkan dan juga dibantu oleh udara luar disekitar kondensor sehingga terjadi perubahan fase dari uap menjadi cair. Kemudian refrigeran mengalir menuju katup ekspansi dan terjadi penurunan tekanan (Nathan & Scobell, 2012).

Proses kondensasi untuk mengendalikan/ menyisahkan gas polutan dibedakan atas teknik kondensasi kontak langsung dan tidak langsung (surface). Dalam teknik kondensasi kontak langsung, gas polutan berkontak langsung dengan media pendingin, dan kondensat (polutan yang terkondensasi) akan bercampur dengan media pendingin. Sedangkan dalam teknik tidak langsung, gas polutan dan pendingin dipisahkan oleh suatu permukaan Kondensor, permukaan disebut pula shell-and-tube heat exchanger. Dalam kondensor permukaan atau heat exchanger, panas ditransfer dari gas menuju pendingin melalui permukaan heat exchanger.

Laju tranfer panas tergantung kepada tiga factor yaitu:

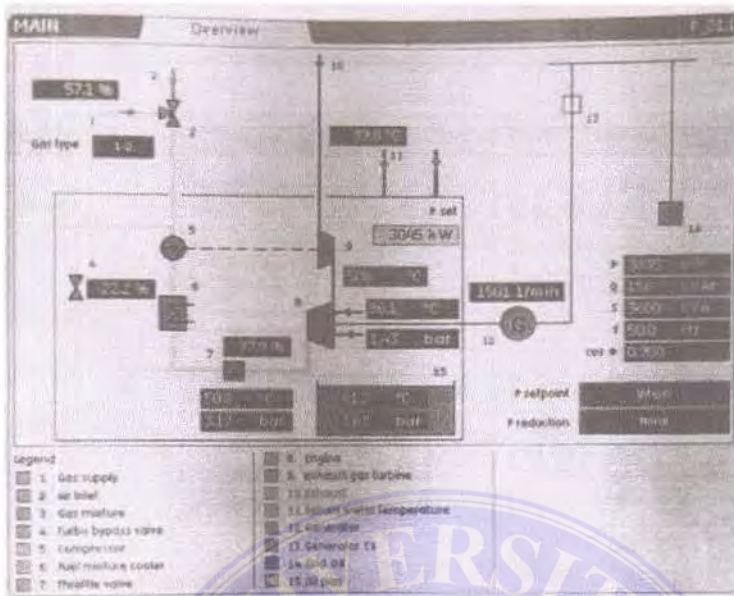
- Total luas permukaan kondensor,
 - Hambatan untuk transfer panas, dan
 - Perbedaan temperatur antara gas dengan pendingin
- Koefisien perpindahan panas (U) diukur dari total hambatan transfer panas. Dalam shell-and-tube condenser, air dingin mengalir dalam tabung yang menyebabkan uap (gas) terkondensasi pada permukaan luar tabung. Panas ditransfer dari gas ke pendingin. Kondisi idealnya transfer panas tersebut terjadi tanpa kehilangan panas (heat resistance).

d. Biogas Filter

Salah satu komponen yang ada di sistem suplai bahan bakar adalah saringan udara atau filter. Komponen ini berfungsi untuk menyaring gas agar gas yang masuk bersih dari debu atau kotoran. Saringan gas berada di posisi sebelum masuk gas engine. Filter ini digunakan agar pembakaran pada gas engine lebih optimal. Filter ini jugak berfungsi menahan H_2O yang masih ikut dengan gas.

e. Gas Engine

Gas engine adalah alat yang mengubah bahan bakar biogas menjadi energi listrik. Gas yang telah melewati tahap *dehumidifier* gas akan digunakan untuk bahan bakar sehingga engine dapat beroperasi yang kemudian akan menghasilkan listrik dari putaran yang dihasilkan. Gas engine menggunakan konsep pembakaran dalam dengan empat langkah kerja.



Gambar 3.26 Skema Elemen Pada Gas Engine

Gas engine tesusun dari komponen – komponen elemen mesin untuk bejalanan nya proses pembakaran biogas menghasilkan putaran pada engine yang kemudian menghasilkan listrik.

No	Nama Mesin	Fungsi Mesin	Spesifikasi
1.	<i>Raw POME Feed</i>	Alat pemompa POME ke mixing tank	Kapasitas : 25 m ³ / jam Kepala : 8 m T.OP : 55/65 °C
2.	<i>Reactor Feed Pump</i>	Alat untuk memompa POME pada <i>mixing tank</i> ke <i>reactor</i>	Kapasitas : 220 m ³ / jam Kepala : 15 m T.OP : 40/50 °C
3.	<i>Recirculation Pump</i>	Alat untuk memompa POME pada bagian belakang <i>reactor</i>	Kapasitas : 80 m ³ / jam Kepala : 10 m T.OP : 40/50 °C
4.	<i>Sludge Return Pump</i>	Alat untuk memompa effluent dari kedalaman 200 cm dari atas permukaan tanah	Kapasitas : 50 m ³ / jam Kepala : 10 m T.OP : 40/50 °C
5.	<i>Sludge Flushing Pump</i>	Alat untuk memompa effluent dari kedalaman 100 cm dari atas permukaan tanah	Kapasitas : 50 m ³ / jam Kepala : 10 m T.OP : 40/50 °C
6.	<i>Discharge Pump</i>	Alat untuk memompa effluent dari <i>weir effluent tank</i> ke kolam tiga	Kapasitas : 25 m ³ / jam Kepala : 10 m T.OP : 40/50 °C
7.	<i>Bio Scrubber</i>	Alat untuk mengurangi kandungan gas H ₂ S	Kapasitas : 0.5 m ³ P.ops : 1/6.3 BARG T.ops : 40/50 °C

8.	<i>Scrubber Pump</i>	Alat untuk memompa <i>effluent</i> ke <i>scrubber</i>	Kapasitas : 1 m ³ / jam Kepala : 15 m T.ops : 25/40 °C
9.	<i>Cyclone</i>	Alat untuk menyaring kandungan air pada gas yang melewati <i>cyclone</i>	Kapasitas : 600 Nm ³ / jam P.ops : 1/6.3 BARG T.ops : 40/50 °C
10.	<i>Biogas Dryer</i>	Alat ini kapsul sebagai pengering gas dengan sistem kondensat	Kapasitas : 20 kW P.ops : 1/6.3 BARG T.ops : 25/40 °C
11.	<i>Chiller</i>	Alat pendingin kapsul pada pengering gas	Kapasitas : 20 kW T.ops : 20/40 °C
12.	<i>Gas Filter</i>	Penyaring gas dari kotoran	Kapasitas : 600 Nm ³ / jam P.ops : 1.45/6.3 BARG T.ops : 40/50 °C
13.	<i>Gas engine</i>	Pengubah biogas menjadi listrik	<i>Electrical output</i> 526 – 1,063 kW (50 Hz) 633 – 1,059 kW (60 Hz) V20 <i>cylinder</i> 1.500 rpm (50 Hz) 1.800 rpm (60 Hz)

E. Spesifikasi Mesin Produksi

Tabel 3.3 Spesifikasi Mesin

F. Maintenance (Perawatan) Mesin

Pentingnya fungsi pemeliharaan/*maintenance* dalam industri merupakan hal yang sangat penting. Tentu saja tidak semudah fungsi pemasaran, meskipun tidak terlalu diperhatikan sebagaimana operasi produksi. Namun demikian tetap disadari bahwa akan timbul banyak kesulitan apabila *maintenance* tidak dilakukan. Operasi tidak aman, kemacetan produksi, kerugian daya, panas, penerangan, dan berbagai fungsi sarana lain yang tidak diketahui untuk masa yang lama. Dengan semakin tingginya biaya *maintenance* yang dikeluarkan setiap tahun, menyebabkan timbulnya kesadaran untuk me-manage bidang pemeliharaan ini dalam ilmu tersendiri dengan nama manajemen pemeliharaan. Bidang ilmu manajemen pemeliharaan ini bisa dikatakan baru berkembang secara luas pada era tahun 70an dan menjadi bidang yang semakin penting dalam industri.

Manajemen pemeliharaan juga dapat diartikan secara singkat seperti menjaga asset (sarana produksi, mesin- mesin dan peralatan) agar tetap memproduksi secara baik, apabila hanya memperhatikan produksi tetapi tidak melakukan pemeliharaan terhadap asset maka lambat laun akan kehilangan nilai produksi karena asset sudah tidak dapat memproduksi dengan baik.

Maintenance dilakukan pada mesin/ peralatan dengan maksud agar tujuan komersil perusahaan dapat tercapai dan juga kegiatan *maintenance* yang dilakukan adalah untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kerusakan yang terlalu cepat dimana kerusakan tersebut bisa saja dikarenakan keausan akibat pengoperasian yang salah. Karena *maintenance* adalah kegiatan pendukung bagi kegiatan komersil, maka seperti kegiatan lainnya, *maintenance* harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya kegiatan *maintenance* ini, maka mesin/ peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai.

Beberapa tujuan *maintenance* yang utama antara lain:

1. Menjaga agar setiap mesin/peralatan dalam kondisi baik dan dalam keadaan baik.
2. Untuk memperpanjang umur/ masa pakai dari mesin dan peralatan.
3. Dapat menjadi ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi.

4. Memaksimalkan ketersediaan semua mesin/peralatan sistem produksi mengurangi (*downtime*).
5. Dapat menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
6. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.

1. Sistem Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan atau perawatan dalam suatu industri merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses produksi. Oleh karena itu proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai hal itu maka peralatan-peralatan penunjang proses produksi ini harus mendapatkan perawatan yang teratur dan terencana (Daryus, 2007). Sedangkan tujuan dilakukannya pemeliharaan menurut Corder (1996) antara lain adalah:

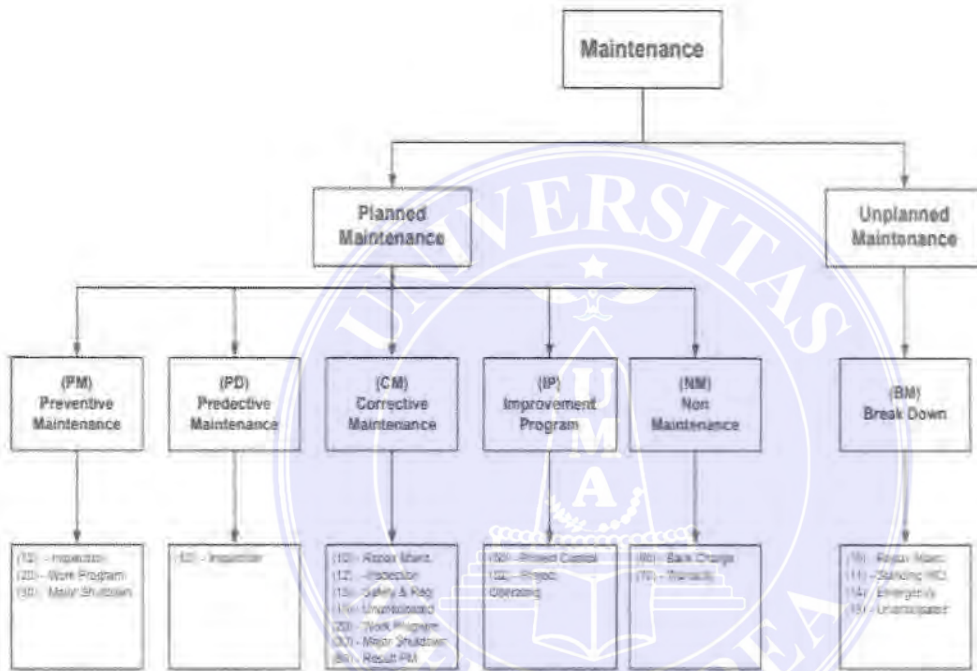
1. Memperpanjang kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Parida and Kumar (2006) menyatakan bahwa tingkat efisiensi dan efektivitas sistem pemeliharaan memiliki peran yang penting dalam kesuksesan dan keberlangsungan sebuah perusahaan. Sehingga performance dari sistem tersebut perlu diukur menggunakan sebuah teknik pengukuran kinerja. Beberapa alasan yang mendukung pentingnya MPM menurut Parida dan Kumar (2006) yaitu :

1. Untuk mengukur nilai yang ditimbulkan oleh pemeliharaan.
2. Untuk menganalisis investasi yang dilakukan.
3. Untuk meninjau sumber daya yang dialokasikan.
4. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman.
5. Untuk berfokus pada knowledge management.
6. Untuk beradaptasi dengan tren baru pada strategi operasi dan pemeliharaan.
7. Untuk perubahan organisasi secara struktural.

2. Metode Pemeliharaan

Ditinjau dari saat pelaksanaan perawatan, dapat dibagi menjadi dua cara yakni perawatan yang direncanakan (Planned Maintenance) dan perawatan yang tidak direncanakan (Corder,1992). Menjaga atau memastikan agar semua fasilitas yang dimiliki oleh perusahaan dapat berfungsi dengan baik (reliable).



Gambar 3.27 Skema Metode Pemeliharaan

Breakdown Maintenance : Perbaikan dilaksanakan setelah kerusakan atau tidak berfungsinya suatu peralatan.

Preventive Maintenance : Pemeliharaan dilaksanakan sebelum peralatan rusak atau tidak berfungsi.

Predictive Maintenance : Pemeriksaan atau monitoring suatu gejala kerusakan agar dapat diprediksi kerusakan yang mungkin akan timbul.

Corrective Maintenance : Pemeliharaan dijadwalkan untuk dikerjakan serta dilakukan penelitian lebih lanjut dari terjadinya suatu kerusakan atau tidak berfungsinya suatu peralatan.

Improvement Program : Modifikasi yang dilakukan sehubungan dengan seringnya suatu peralatan rusak atau gagal beroperasi.

3. Maintenance Selama Kerja Praktek

a. Penambalan *Bio-digester*

Bio-digester pada PLTBg Pagar Merbau berbahan Membran HDPE yang dapat koyak apabila bersentuhan dengan benda tajam yang diberi tekanan, guncangan angin yang kencang, dan apabila terjadi muatan yang overload. Hal hal tersebut adalah suatu masalah yang harus di perhatikan. Apabila itu terjadi makan harus ada penanganan secara sigap oleh oprator reaktor. Seperti pada gambar di bawah ini adalah penambalan reaktor pada saluran buang pada reaktor. Adapun gambar proses dari penambalan itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.28 berikut ini :



Gambar 3.28 Penambalan *Bio-digester*
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

b. Pembersian Pompa Effluent

Pembuangan effluent pada reaktor adalah hal penting yang harus di jaga dan pengecekan rutin harus di terapkan. Masalah yang terjadi pada pompa yaitu kotoran pada POME yang berada pada reaktor maupun sisah Membran HDPE yang ada pada raktor sehingga menghambat putaran Impeler pompa. Hal tersebut mengakibatkan laju aliran effluent menjadi berkurang dan dapat mengakibatkan berlebih nya effluent pada reaktor dan dapat mengakibatkan aliran effluent masuk

UNIVERSITAS MEDAN AREA dapat membuat *gas engine* menajadi mati. Di bawah ini

adalah foto saat perawatan pompa *effluent*. Adapun gambar dari proses pembersian pompa *effluent* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.29 berikut ini :



Gambar 3.29 Pembersian Pompa Effluent
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

c. Penyedotan Genangan Air di Atas *Bio-digester*

Air hujan yang tergenang di atas *bio-digester* bisa menjadi masalah dan keuntungan pada oprator reaktor. Saat reaktor dalam keadaan gas pada *bio-digester* di bawah 70% maka air hujan bisa mengenai *bio-digester*. Masalah yang di hadapi yaitu air tersbut akan mengakibatkan tekanan di dalam reaktor sehingga tinggi *effluent* menjadi bertambah yang mengakibatkan *effluent* bisa masuk pada selang gas. Keuntungannya yaitu air yang tergenang akan membuat gas terpusat di tengah reaktor sehingga saat bertiup angin kencang, reaktor akan stabil dan tidak terjadinya robek pada *bio-digester*. Adapun gambar proses proses dari penyedotan genangan air di atas *bio-digester* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.30 berikut ini :



Gambar 3.30 Penyedotan Genangan Air di *Bio-digester*
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

d. Pengecekan Kandungan Gas Scrubber

Pengecekan kandungan gas yang telah melewati scrubber harus di lakukan setiap hari nya di pagi hari untuk menjaga kesetabilan gas dan merawat *gas engine*. Apabila kandungan gas terjaga maka alat dan komponen yang berbahan logam akan terjaga kualitas dan *durability*. Begitu juga dengan *gas engine* tetap stabil dan tingkat *durability* yang terjaga. Ini adalah tugas yang harus selalu di perhatikan oleh *oprator engine*. Adapun gambar proses dari pengecekan kandungan gas scrubber itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.31 berikut ini :



Gambar 3.31 Pengecekan Kandungan Gas Scrubber
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

e. Perbaikan Blower Gas

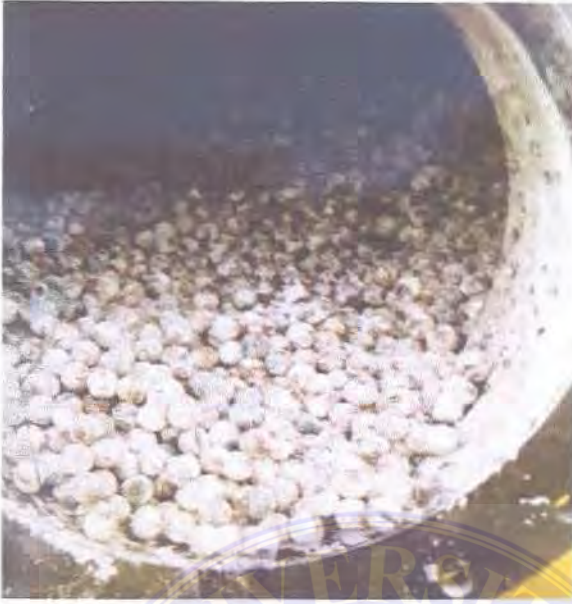
Seperti yang telah di jelaskan pada bagian alat, blower gas berperan sebagai penghisap gas pada raktor. Namun memiliki kendala kerusakan yang di akibatkan oleh unsur kandungan gas seperti Hidrogen Sulfida (H_2S) yang memiliki sifat korosif pada bahan logam seperti blower gas. Hal tersebut menimbulkan karat pada bagian dalam sehingga blower berhenti berputar. Hal ini mengakibatkan *stop gas engine* karena tidak adanya gas yg di *supllay* ke *gas engine*. Adapun gambar proses dari perbaikan blower gas itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.32 berikut ini :



Gambar 3.32 Perbaikan Blower Gas
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

f. Pencucian Scrubber

Pencucian scrubber di lakukan setiap 6 bulan sekali. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas kandungan gas. Untuk pengerjaanya tiap bagian penyaringan di bersihkan begitu juga dengan bola penyaring. Kegiatan ini dilakukan oleh pihak *operator engine* dan harus dilengkapi dengan perlengkapan khusus karena kandungan Hidrogen Sulfida yang masih tersisah pada scrubber sangat tinggi. Adapun gambar proses dari pencucian scrubber itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 3.33 berikut ini :



Gambar 3.33 Pencucian Scrubber
Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

g. Perawatan Gas Engine

Perawatan juga di lakukan untuk *gas engine* agar performa dan *durability* tetap terjaga. Perawatan *gas engine* diantaranya ialah servis ringan berkala setiap 2.000 jam seperti penggantian oli, penggantian *filter exhaust manifold* dan penyetelan *valve engine*. Proses *overhaull* dilakukan setiap 10.000 jam kerja. Proses perawatan *gas engine* seperti gambar di bawah ini.

G. Energi Listrik Yang Diproduksi

Konversi POME menjadi biogas berdasarkan efisiensi COD removal (COD_{eff}) diasumsikan sebesar 90% dan rasio konversi CH₄ terhadap COD sebesar 0,35 Nm³ CH₄/ kg COD (Buku Panduan Konversi POME, 2015). Produksi gas metana (CH₄) dapat dihitung berdasarkan COD minimum dan COD maksimum. Untuk konversi biogas (CH₄) dengan kadar COD minimum menghasilkan 907.330,41 Nm³ CH₄/tahun sedangkan konversi biogas (CH₄) dengan kadar maksimum diperkirakan menghasilkan biogas 1.360.995,615 Nm³ CH₄/tahun. Berdasarkan Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas (2015), kandungan energi metana yaitu sebesar 35,7 MJ/m³, jika dikonversi ke listrik menjadi 10 kWh/m³ dan asumsi efisiensi kelistrikan sebesar 38%. Potensi energi Listrik adalah suatu sumber daya yang dapat diolah dan dikembangkan menjadi energi listrik sehingga potensi energi listrik dapat dihitung berdasarkan kadar COD minimum dan Kadar COD maksimum. Kadar COD minimum menghasilkan potensi energi listrik 34.478.555,58 kWh/tahun dan potensi energi listrik yang dihasilkan variable kadar COD maksimum adalah 51.717.833,37 kWh/tahun,

Dalam kegiatan proses produksi perusahaan selalu memperhatikan tahapan dalam proses produksinya seperti adanya perencanaan (mengecek bahan baku, membuat desain serta pola) dan membuat urutan kerja (Budiantami & Wijaya, 2019). Produk luaran yang dihasilkan oleh PLTBg Pagar Merbau yaitu listrik yang kemudian di salurkan pada masyarakat sekitar. Listrik di sebarakan melalui pihak PLN sebagai pembeli produk yang dihasilkan oleh PLTBg Pagar Merbau. Beban kW yang dihasilkan perhari nya berkisar 750 kW hingga 780 kW. Beban daya yang dihasilakn bisa semakin besar dan bisa sebaliknya. Tinggi dan rendah nya beban daya yang di hasilkan *engine* tergantung dari suhu dan cuaca lingkungan.

Dari tabel di bawah ini terdapat hasil dari jumlah beban daya yang dihasilkan oleh *engine* berkisar 5.908.577 untuk tanggal 17 Juli 2021 dan tiap hari nya akan terus bertambah. Untuk beban daya kW yang dihasilakan perjam nya di antara 750 kW sampai 780 kW. Adapun laporan penghasilan daya dari yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.34 berikut ini :

Jam	kWh (Ekspor)	kWh (Impor)	Pump proses PC-01 ON/OFF	PKS Proses ON/OFF	kVAr (Ekspor)	Beban Kw	kVa
01.00	5,892,533	23,262	ON	ON	140	780	735
02.00	5,893,293	23,262	ON	ON	138	780	737
03.00	5,894,007	23,262	ON	ON	137	780	734
04.00	5,894,723	23,262	ON	ON	133	780	739
05.00	5,895,438	23,262	ON	ON	130	780	733
06.00	5,896,145	23,262	ON	OFF	134	780	734
07.00	5,896,812	23,262	ON	OFF	129	780	733
08.00	5,897,532	23,262	ON	OFF	130	750	710
09.00	5,898,284	23,262	ON	OFF	129	750	712
10.00	5,898,976	23,262	ON	OFF	138	750	715
11.00	5,899,670	23,262	ON	OFF	130	750	713
12.00	5,900,362	23,262	ON	OFF	129	750	714
13.00	5,901,040	23,262	ON	OFF	135	750	712
14.00	5,901,743	23,262	ON	OFF	130	750	713
15.00	5,902,508	23,262	ON	OFF	139	750	709
16.00	5,903,126	23,262	ON	OFF	154	750	702
17.00	5,903,877	23,262	ON	ON	150	750	704
18.00	5,904,485	23,262	ON	ON	143	750	703
19.00	5,905,220	23,262	ON	ON	144	750	702
20.00	5,905,898	23,262	ON	ON	140	750	702
21.00	5,906,571	23,262	ON	ON	146	750	701
22.00	5,907,252	23,262	ON	ON	147	750	709
23.00	5,907,896	23,262	ON	ON	145	750	702
00.00	5,908,577	23,262	ON	ON	142	770	725
			22	13			

Tabel 3.4 Energi Listrik Yang Diproduksi
 Sumber : (Dokumentasi kerja praktik)

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang saya peroleh selama melaksanakan kegiatan PKL di PLTBg PKS Pagar Merbau :

1. Mutu biogas yang dihasilkan dipengaruhi oleh kualitas limbah yang di hasilkan, seperti halnya masih banyaknya kandungan minyak yang dikarenakan kurangnya pengolahan limbah yang mendukung. Kurangnya pendukung alat untuk menjaga kualitas limbah sampai ke *deolting pound* sehingga masuknya kandungan air pada limbah saat hujan turun. Hal tersebut mengakibatkan kualitas POME menjadi kurang baik sehingga kualitas kandungan biogas yang dihasilkan kurang baik. Sehingga hal tersebut membuat peralatan kerja menjadi lebih cepat mengalami kerusakan dan kegiatan meaintenance terus dilakukan dengan waktu yang tidak sesuai jadwal.
2. Daya listrik yang dihasilkan PLTBg dipengaruhi oleh kegiatan berjalanya PKS dalam mengelolah TBS. Apabila PKS tidak berjalan dan tidak menghasilkan limbah, maka POME tidak tersedia hal tersebut mengakibatkan PLTBg tidak dapat mensupplay biomasa pada *bio-digester* sehingga gas yang dihasilkan berkurang. Hal ini dapat mengakibatkan gas yang ada di *bio-digester* menipis dan seiring berjalanya waktu akan habis. Hal tersebut membuat *gas engine* mati dan tidak menghasilkan listrik.
3. Cuaca mempengaruhi kinerja dalam proses berjalanya PLTBg untuk menghasilkan gas. Seperti hujan yang menggenang di atas *bio-digester* yang mempengaruhi volume di dalam nya. Tekanan suhu yang tinggi saat di siang hari yang terik pans matahari meningkat mengakibatkan menurunnya tekanan gas pada *gas engine* sehingga perlu penurunan beban listrik atau meningkatkan putaran blower.
4. Alat proses berjalanya gas seperti *scrubber, cyclone, gas dryer, gas filter* mempengaruhi kualitas biogas yang dihasilkan untuk digunakan

menjadi bahan bakar gas *engine*. Kualitas gak mempengaruhi daya tahan komponen gas *engine*.

5. Maintenance harus terus di lakukan dengan prosedur yang telah ditetapkan. Agar daya tahan alat berjalanya proses tetap terjaga.
6. Para pekerja harus menggunakan alat pelindung diri (APD) sesuai dengan arahan *health safety dan environment* (HSE) yaitu program K3.
7. Gas *engine* yang digunakan yaitu Jenbacher Type 3 dengan Electrical output 526 – 1.063 kW (50 Hz), V20 cylinder, 1.500 (50 Hz).
8. Daya listrik yang dihasilkan perharinya berkisar 16.044 kW perharinya.

B. Saran

Dari hasil pengamatan Kerja Praktek di lapangan yang telah dilakukan penulis, penulis memberikan saran terhadap semua kegiatan pengolahan yang berlangsung di PLTBg PKS Pagar Merbau. Saran yang diberikan penulis buakn lah sebuah keritikan melainkan pendapat yang bersifat membangun demi PLTBg PKS Pagar Merbau antara lain :

1. Penggunaan alat - alat kerja dan pengaman perlu ditingkatkan demi tercapainya keamanan dan kenyamanan kerja di lingkungan pabrik.
2. Sebaiknya kebersihan di lingkungan pabrik harus dijaga dan dilakukan kebersihan secara terjadwal sehingga akan mengurangi tingkat kecelakaan yang disebabkan karena lingkungan kerja yang tidak mendukung seperti lantai licin dan lainnya.
3. Setiap proses produksi harus lebih diawasi pelaksanaannya sehingga dapat menghasilkan produksi yang maksimal.
4. Melakukan preventif maintenance secara berkala terhadap mesin- mesin produksi.
5. Tetap menjaga kerja sama tim dan keharmonisan para pekerja untuk meningkatkan kualitas kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Feasibility Study. 2007. *Anaerobic Digester and Gas Processing Facility in the Fraser Valley*. British Columbia: Electrigaz.
- Forster-Carneiro, T.; Pérez, M. et al. 2007. *Dry Thermophilic Anaerobic Digestion of Organic Fraction of Municipal Solid Waste: Focusing on The Inoculums Sources*. *Biorec Techno* 198: 3195-3203.
- Gerardi. 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*.
- Andrew K.S Jardine and Albert H.C. Tsang, Maintenance, Replacement, Reliability, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 2006.
- Patton, J.D. 1983. Preventive Maintenance. Instrument Society America. Publisher Creative Services Inc. New York.
- Hadi, Syamsul. 2019. Perawatan dan perbaikan mesin industri. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Astamura, R. P, & dkk. (2018). Kajian Teknis Dan Keekonomian Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dari Limbah Cair Sawit (Studi Kasus di PLTBIogas Bangka). ISBN: 978-602-61545-0-7.

