

**ANALISA BIAYA PENGHASILAN ENERGI LISTRIK PLTU
MENGUNAKAN SISTEM KOGENERASI DI PT. SOCFINDO**

SKRIPSI

OLEH

SITI AZURA SAPUTRI

NPM : 18 812 0014



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 5/7/23

Access From (repository.uma.ac.id)5/7/23

ANALISA BIAYA PENGHASILAN ENERGI LISTRIK PLTU MENGUNAKAN SISTEM KOGENERASI DI PT. SOCFINDO

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Medan Area



Oleh
SITI AZURA SAPUTRI
18 812 0014

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 5/7/23

Access From (repository.uma.ac.id)5/7/23

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisa Biaya Penghasilan Energi Listrik PLTU di PT. Socfindo
dengan Menggunakan Sistem Kogenerasi.

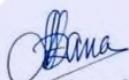
Nama : Siti Azura Saputri

NPM : 188120014

Fakultas : Teknik


Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Dina Maizana, MT

NIDN.0112096601

Pembimbing II


Ir. Haryb Satria, MT, IPP

NIDN. 0122069301

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Reza Ad Syah, S.Kom., M.Kom

NIDN. 0105058804

Ketua Program Studi



Ir. Haryb Satria, MT, IPP

NIDN. 012206-301

Scanned by TapScanner

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat sebagai syarat memperoleh gelar sarjana teknik elektro merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun yang menjadi bagian dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain tertulis sumbernya dengan jelas sesuai dengan norma, kaidah penulisan karya ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang telah saya peroleh dan sanksi maupun peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam penulisan skripsi ini.

Medan, 13 Februari 2023


METERAI TEMPEL
112FDAKX452842246
Siti Azura Saputri


Scanned by TapScanner

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Siti Azura Saputri
NPM : 18 812 0014
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul Analisa Biaya Penghasilan Energi Listrik PLTU Menggunakan Sistem Kogenerasi di PT. Socfindo beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yang menyatakan

(Siti Azura Saputri)

Scanned by TapScanner

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Aek Loba Kabupaten Asahan pada tanggal 09 Januari 2001. Anak dari Ayahanda yang bernama Sariono dan Ibunda yang bernama Andini Dewi Pohan. Penulis merupakan putri pertama dari dua bersaudara. Penulis Pertama kali menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 101877 Aek Kuasan pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2012, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Aek Kuasan pada tahun 2012 dan selesai pada tahun 2015, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), SMK Negeri 1 Pulau Rakyat penulis mengambil Jurusan Teknik Komputer Jaringan (TKJ) dan selesai pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis terdaftar pada salah satu perguruan tinggi swasta Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area, dan Alhamdulillah selesai tahun 2022.

ABSTRAK

PT Socfindo Aek Loba termasuk perusahaan swasta yang berbadan nasional perseroan terbatas yang bergerak di bidang usaha pabrik pengolahan kelapa sawit (*Palm Oil Mill*). Pabrik kelapa sawit ini menggunakan pembangkit listrik sendiri sebagai sumber energi listrik untuk menjalankan pengolahan pabrik kelapa sawit. Harga listrik PT Socfindo menurut perhitungan menggunakan suku bunga 6% dan 12% dengan menggunakan bahan bakar bakar solar 6%= Rp.10.154.317 kWh, 12% =Rp.3.918.084 kWh dan pada Cangkang 6%= Rp.10.105.487, 12%=3.918036 kWh dan Fiber 6%= Rp.10.105.487, 12%= Rp.3.918.036 kWh. Penggunaan bahan bakar Cangkang dan Fiber lebih ekonomis dan lebih menguntungkan pada pembangkit listrik tenaga uap yang berada pada PKS PT Socfindo dengan *Break Event Point* yang didapat yaitu 0,037 tahun dengan total biaya pokok produksi dala setahun yaitu Rp.63.000.000.000. Dari kinerja penggunaan bahan bakar Cangkang dan Fiber dapat memenuhi kebutuhan pada pembakaran boiler dengan besar 659.700.000 Mj/tahun yang Dimana energi yang dihasilkan bahan bakar cangkang dan fiber yaitu sebesar 8.816.804.044. Mj/tahun. Biaya Produksi listrik PLTU dalamkebutuhsn pengolahan pabrik kelapa sawit kWh.

ABSTRACT

PT Socfindo Aek Loba is a private company with a national limited liability company operating in the palm oil mill business. This palm oil mill uses its own power plant as a source of electrical energy to run the processing of the palm oil mill. PT Socfindo's electricity price according to calculations uses an interest rate of 6% and 12% using diesel fuel 6% = IDR 211,5258 kWh, 12% = IDR 212,8517 kWh and in the shell 6% = IDR 162,7548, 12% = 164,0807 kWh and Fiber 6%= Rp.162.7338, 12%= Rp.164.0597 kWh. The use of Shell and Fiber fuel is more economical and more profitable in the steam power plant which is in PT Socfindo's PKS with the Break Even Point obtained which is 0.037 years with a total cost of production in a year of IDR 63,000,000,000. From the performance of using shell and fiber fuel, it can meet the needs for burning boilers with a magnitude of 659,700,000 Mj/year, where the energy produced by shell and fiber fuel is 8,816,804,044. Mj/year. The cost of producing electricity from PLTU for the processing needs of palm oil mills is very economical compared to the price at PT PLN, which is Rp. 1,644.52 per kWh.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah rabbil'alamiin, Puji Syukur kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar dan baik, serta tidak lupa pula shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari adanya kerjasaa dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, atas segala dukungan dan kasih sayang jasmani dan rohani kepada penulis hingga detik ini.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr.Rahat Syah, S.kom, M.kom Selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Satria ST, MT, selaku Ketua jurusan Teknik Elektro.
5. Ibu Dr.Dina Maizana, MT, selaku dosen pembimbing 1 (satu) untuk tugas akhir ini yang memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Habib Satria ST, MT, selaku dosen pembimbing 2 (dua) untuk tugas akhir ini yang memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan tugas akhir ini.

7. Bapak subangkit Julio jaya siagian selaku Tekniker 1 serta pembibing saya di PT socfindo.
8. Untuk orang yang special Muhammad Ghaffar Ramadhan yang terus menemani, mensupport, dan membantu saya dalam segala hal mengenai tugas akhir ini.
9. Untuk ibu saya Andini Dewi yang selalu memberi nasehat baik dan doa yang penuh dengan harapan terhadap saya.
10. Seluruh Dosen Program Teknik Elektro, Staff dan Civitas Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat bagi banyak pihak.

Aamin.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Medan, 13 Februari 2023


Siti Azura Saputri

Scanned by TapScanner

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGHANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1. Energi Bioassa | 6 |
| 2.2.1 Energi Biomassa Fiber dan Cangkang | 6 |
| 2.2.2. Bahan Bakar Solar..... | 7 |
| 2.2 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) | 7 |
| 2.3. Prinsip Kerja PLTU | 9 |
| 2.4 Konversi Energi..... | 10 |
| 2.4.1 Konversi Energi Kimia Menjadi Energi Panas | 11 |
| 2.4.2 Konversi Energi Panas Menjadi Uap | 11 |
| 2.4.3 Konversi Energi Uap Menjadi Mekanik..... | 15 |
| 2.4.5 Konversi Energi Mekanik Menjadi Energi Listrik..... | 17 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.5 | Sistem Kogenerasi..... | 18 |
| 2.6 | Sistem Kogenerasi Pabrik Kelapa Sawit..... | 19 |
| 2.7. | Keuntungan Sistem Kogenerasi..... | 19 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 20 |
| 3.1. | Lokasi dan Penelitian..... | 20 |
| 3.2. | Waktu Penelitian..... | 21 |
| 3.3. | <i>Flowchart</i> Diagram Alir Penelitian | 22 |
| 3.4. | Metode Analisa Data | 23 |
| 3.5. | Metode Pengumpulan Data..... | 24 |
| 3.6. | Potensi Serabut dan Cangkang Pada Pabrik Kelapa Sawit..... | 25 |
| 3.7. | Biaya Bahan Bakar..... | 26 |
| 3.7.1 | Biaya Total PLTU | 27 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 28 |
| 4.1. | Profil PT.Socfindo | 28 |
| 4.2 | Umum | 29 |
| 4.2.1 | Data-Data Penggunaan PLTU Sebagai Penghasil Listrik | 29 |
| 4.2.2 | Hasil Pembakaran Cangkang Dan Serabut | 29 |
| 4.2.3 | Perhitungan Biaya Bahan Bakar | 30 |
| 4.2.4 | Biaya Modal | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.5 Biaya Operasional dan Perawatan | 37 |
| 4.2.6 Biaya Total Pebangkitan PLTU | 39 |
| 4.2.7 Pendapatan Per tahun | 39 |
| 4.2.8. <i>Break Event Point</i> | 38 |
| 4.2.9. Perbandingan Total Biaya Produksi Listrik PLTU dengan Harga Beli PT.Socfindo | 39 |
| 4.2.10. Grafik | 40 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 40 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 45 |
| 5.2 Saran | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 44 |
| Lampiran 1 Data Terkait PLTU PT Socfindo Aek Loba..... | 47 |
| Lampiran 2 DOKUMENTASI PT Socfindo Aek Loba..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Prinsip Kerja PLTU | 8 |
| Gambar 2.2 Boiler di PT Socfindo | 12 |
| Gambar 2.3 <i>Carrier Air Fan</i> | 13 |
| Gambar 2.4 <i>Secondary Air Fan</i> | 14 |
| Gambar 2.5 Turbin Uap di PT Socfindo..... | 15 |
| Gambar 2.6 Generator di PT Socfindo | 16 |
| Gambar 2.7 <i>Back Pressure Vessel</i> | 17 |
| Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian | 20 |
| Gambar 4.1 Grafik Pemakaian Solar | 40 |
| Gambar 4.2 Grafik Pemakaian Cangkang | 40 |
| Gambar 4.2 Grafik Pemakaian Fiber | 41 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------|---|----|
| Tabel | 2.1 Spesifikasi Boiler di PT Socfindo..... | 12 |
| Tabel | 2.2 Spesifikasi Turbin Uap di PT Socfindo | 15 |
| Tabel | 2.3 Generator di PT Socfindo | 16 |
| Tabel | 3.1 Waktu Penelitian..... | 20 |
| Tabel | 3.2 Komposisi Kandungan Bahan Bakar | 24 |
| Tabel | 4.1 Nilai Kalor pada cangkang dan serabut | 28 |
| Tabel | 4.2. Ketersediaan Cangkang dan Fiber PT Socfindo | 29 |
| Tabel | 4.3. Pemakaian Bahan Bakar Cangkang dan Fiber..... | 31 |
| Tabel | 4.4. Pemakaian Bahan Bakar Solar..... | 31 |
| Tabel | 4.5 Modal Investasi PT Socfindo..... | 33 |
| Tabel | 4.6. Data Pembangkit PT Socfindo..... | 34 |
| Tabel | 4.7 Biaya Operasional dan Perawatan PT Socfindo | 35 |
| Tabel | 4.8 Biaya Pembangkitan PLTU | 36 |
| Tabel | 4.9. Perbandingan Suku Bunga 6% dan 12% | 38 |
| Tabel | 4.10. Perbandingan Biaya Produksi Listrik PLTU dan PT PLN di PT Socfindo | 39 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

PT Socfindo termasuk salah Satu perusahaan swasta yang berbadan nasional Perseroan Terbatas, yang bergerak dibidang usaha Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit. Kelapa sawit merupakan tanaman yang dipilih untuk pelaksanaan pemerataan kesejahteraan rakyat melalui pola perkebunan inti rakyat (PIR). Disamping itu kelapa sawit dikembangkan di PTP maupun perkebunan swasta dalam rangka peningkatan ekspor non migas. Pada saat ini Indonesia adalah Negara kedua dengan penghasil kelapa sawit terbesar setelah Negara Malaysia. Untuk menghasilkan minyak kelapa sawit yang bermutu baik dan memenuhi standart mempunyai banyak faktor pendorong diantaranya, mesin-mesin yang bekerja secara optimal, tenaga kerja, serta memiliki manajemen biaya yang baik.

Penggunaan konsumsi energi listrik yang tinggi otomatis mempengaruhi biaya operasional yang tinggi. Pemenuhan energi listrik yang tinggi terhadap biaya operasional lantas tidak diimbangi dengan peningkatan produksi dan kapasitas pabrik, maka akan menimbulkan kerugian yang lebih besar. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya guna mengidentifikasi penyebab tingginya penggunaan energi listrik di PKS (pabrik kelapa sawit) dampak dari nilai konsumsi listrik yang diatas standart bisa mengindikasikan adanya pemborosan penggunaan energi listrik pada kelapa sawit, akan tetapi perlu ditinjau terlebih dahulu pembebanan yang ada selain itu konsumsi listrik yang tinggi bisa meyebabkan tingginya biaya.

Pada saat melakukan studi pendahuluan dilapangan, Proses produksi minyak kelapa sawit mengalami berbagai kendala, seperti terjadinya pembengkakan biaya pemakaian energi listrik, ini terjadi karena pemborosan pada bagian pengolahan produksi kelapa sawit. Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan suatu sistem yang berguna membangkitkan energi listrik dengan memanfaatkan energi panas (thermal) sebagai sumber asukan (input) (Irfan nadhif,dkk,2021). Proses terjadinya pembangkit energi listrik pada PLTU dimulai dari proses pembakaran bahan bakar yang dilakukan diruang bakar. Energi panas yang dihasilkan selajutnya digunakan untuk memanaskan air sehingga menghasilkan uap (steam). Uap yang telah dihasilkan tersebut digunakan untuk memutar turbin sehingga terjadi konversi energi uap menjadi energi mekanik.

Dari uraian tersebut diatas bahwa perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan energi listrik pada PT. Socfindo. Pada penelitian ini akan digunakan metode pengukuran penghematan energi listrik dengan menggunakan sistem kogenerasi, Sehingga penulis tertarik untuk mengambil judul penelitian “Analisa Biaya Penghasilan Energi Listrik PLTU di PT. Socfindo Dengan Sistem Kogenerasi”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana Kebutuhan energi listrik yang digunakan pada pabrik kelapa sawit di PT. Socfindo Aek Loba?
2. Bagaimana perbandingan biaya produksi antara bahan bakar solar dengan bahan bakar limbah kelapa sawit dalam kebutuhan pabrik kelapa sawit ?

3. Bagaimana Potensi cangkang dan serabut yang dapat dihasilkan dari proses pengolahan pabrik kelapa sawit PT Socfindo Aek Loba?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui jumlah energi listrik yang dihasilkan PLTU untuk menjalankan pabrik kelapa sawit berkapasitas 60 ton/jam di PT Socfindo Kebun Aek Loba.
2. Mengetahui perbandingan biaya pokok produksi antara bahan bakar solar dengan bahan bakar limbah kelapa sawit dalam kebutuhan pabrik kelapa sawit.
3. Mengetahui penghematan biaya yang dihasilkan dengan penggunaan bahan bakar solar dan cangkang pada pabrik kelapa sawit PT Socfindo Aek Loba.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang meliputi penelitian ini antara lain :

1. Hanya membahas seputar perbandingan biaya produksi dan tidak membahas efek samping pada lingkungan di PT.Socfindo.
2. Hanya melakukan perhitungan biaya penghasilan PLTU di PT. Socfindo Aek Loba.
3. Data yang diambil hanya dari PT Socfindo Aek Loba.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian pada tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai bahan pembelajaran mengenai perkembangan ilmu pengetahuan dan menyelesaikan studi Sarjana Teknik Elektro di Universitas Medan Area..
2. Hasil dari penelitian dapat dijadikan pedoman dalam melakukan tindakan penghematan energi listrik untuk menunjang produktivitas perusahaan.
3. Dapat memberikan informasi atau wawasan kepada masyarakat tentang pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) di Desa Aek Loba dan sekitarnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan ini, penulis memberikan gambaran isi dari penyusunan skripsi yang dapat diperinci sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi tentang teori-teori yang akan digunakan sebagai acuan pemecahan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

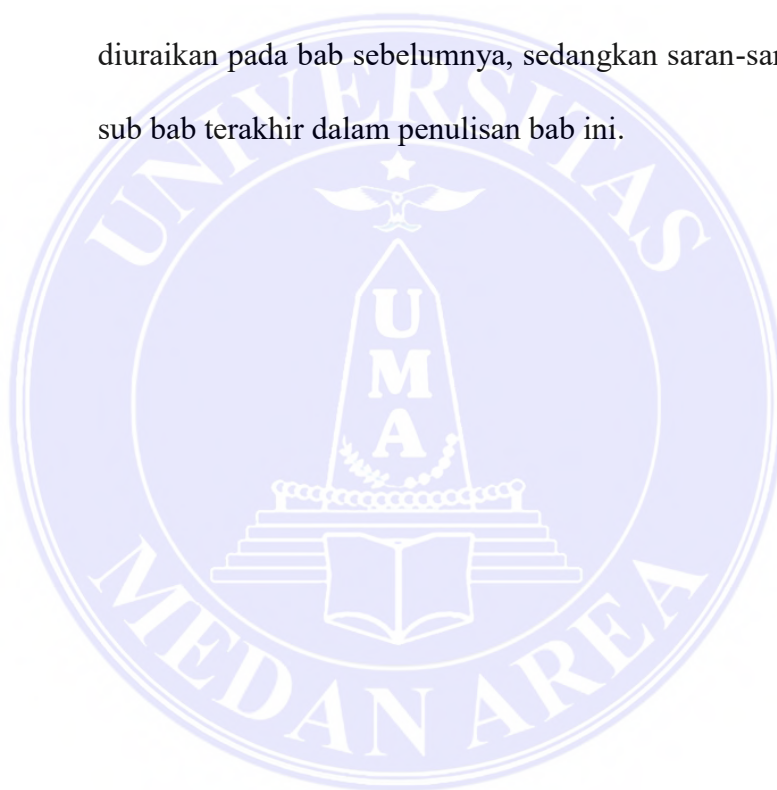
Dalam bab ini berisikan tentang uraian lokasi penelitian, jenis penelitian, variabel penelitian, data dari sumber data serta langkah pemecahan masalah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengidentifikasi keseluruhan data hasil penelitian yang dilanjutkan dengan pengumpulan data, menganalisis hasil penelitian dan perhitungan berdasarkan pengolahan data serta pemecahan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan atas semua yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, sedangkan saran-saran merupakan sub bab terakhir dalam penulisan bab ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Biomassa

Secara umum biomassa merupakan bahan yang dapat diperoleh dari tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung, biomassa (bahan organik) dapat digunakan untuk menyediakan panas, membuat bahan bakar, dan membangkitkan listrik. Ini disebut bioenergi (Nazaruddin dkk,2015). Biomassa merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan berkelanjutan, tetapi ada beban dalam memproduksi dan mengkonversi biomassa menjadi bahan bakar dan listrik (Arief Tajalli,2015). Biomassa adalah bahan biologis yang berasal dari organisme atau makhluk hidup. Biomassa terbentuk dari energi matahari yang telah ditransformasi menjadi energi kimia oleh tumbuhan hijau melalui proses fotosintesis. Karena itu biomassa lebih identik dengan tumbuhan dari pada hewan. Biomassa merupakan sumber energi yang paling populer yang dapat diperbaharui, sebagai sumber tidak akan pernah habis, karena bahan biologis yang di butuhkan untuk membuat energi biomassa akan selalu tersedia selama kehidupan di muka bumi ini masih ada (Michel dkk,2019).

2.1.1 Energi Biomassa Fiber dan Cangkang

Definisi limbah adalah kotoran atau buangan yang merupakan komponen penyebab pencemaran terdiri dari zat atau bahan yang tidak mempunyai kegunaan lagi bagi masyarakat. Limbah kelapa sawit adalah sisa hasil tanaman yang tidak

termasuk kedalam produk utama atau yang merupakan hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa sawit. Limbah dari proses pengolahan kelapa sawit digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah gas yang berasal dari cerobong asap dan uap air buangan yang dialirkan melalui cerobong asap setinggi 25 meter dari permukaan tanah. Dalam satu hektar tanaman sawit akan menghasilkan 2,1 ton TBS/bulan dan limbah padat yang dihasilkan pada proses pengolahan kelapa sawit dari setiap ton tandan buah segar menghasilkan cangkang (shell) 6,5 %, serabut (fibre) 13 %, tandan kosong (TKS) 23 % dan limbah cair 60%. Limbah padat cangkang (*shell*) dan serabut (fibre) setiap ton TBS mencapai 190 kg. Limbah padat lainnya yang jumlahnya sangat besar dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) atau TBK yang mencapai 230 kg, jumlah dari TKKS ini sangat besar di pabrik-pabrik kelapa sawit.

2.2.2 Bahan bakar Solar

Bahan bakar solar adalah bahan bakar minyak hasil sulingan dari minyak bumi mentah, bahan bakar ini umumnya berwarna coklat yang jernih (Pertamina, 2005). Penggunaan solar umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (diatas 1000 rpm), yang juga dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam dapur-dapur kecil yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih. Minyak solar ini biasa juga disebut *Gas Oil*, *Automotive Diesel Oil*, *High Speed Diesel* (Pertamina, 2005).

2.2. Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

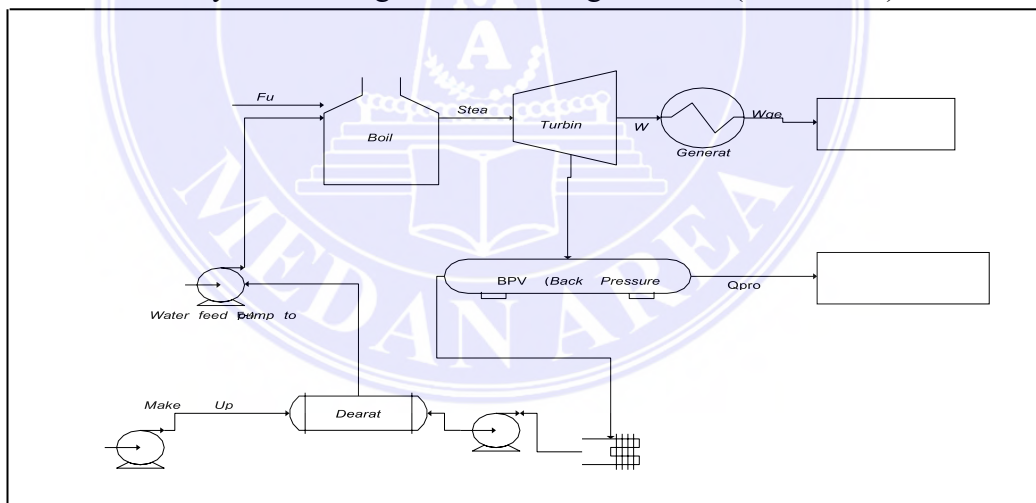
Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan pembangkit tenaga listrik yang bekerja menggunakan uap air (*steam*) sebagai fluida kerjanya. Proses pembangkitan energi listrik pada PLTU dimulai dari proses pembakaran bahan bakar yang dilakukan di ruang bakar (*furnance*). Pada prinsip kerjanya pembangkit listrik tenaga uap menghasilkan listrik dengan mengambil energi panas yang terkandung di dalam bahan bakar *fiber* dan cangkang yang terbakar di dalam *boiler* untuk produksi energi panas (uap). Energi panas yang dihasilkan selanjutnya akan digunakan untuk memanaskan pipa air boiler sehingga menghasilkan uap yang bertekanan dan bertemperatur tinggi (Yulia, 2013). Uap yang telah dihasilkan selanjutnya digunakan sebagai masukan turbin sehingga terjadi konversi dari energi potensial pada uap menjadi energi mekanik berupa putaran-putaran poros turbin.

Secara umum pembangkit listrik merupakan proses perubahan bentuk satu energi ke bentuk energi lain dimana sebagai produknya berupa energi listrik. PLTU mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas yang ditransfer ke air pengisi sehingga menjadi energi kinetik pada uap yang kemudian uap tersebut digunakan untuk memutar turbin, dari putaran poros turbin menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik (Hamzah,2019). PLTU adalah singkatan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Pembangkit ini memiliki alat pembakaran yang dinamakan dengan *boiler* sehingga dihasilkan uap panas kering (*steam*) yang akan digunakan untuk memutar sudu-sudu turbin (Yulia, 2013). Sudu-sudu turbin yang berputar akan memutar poros turbin yang terhubung langsung dengan poros generator, sehingga akan menghasilkan energi

listrik. Seperti yang kita ketahui bahwa generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik (poros turbin yang berputar) menjadi energi listrik yang nantinya akan disalurkan ke gardu induk melalui transformator. PLTU pada umumnya menggunakan bahan bakar minyak dan batubara. PLTU yang menggunakan minyak sebagai bahan bakarnya memiliki gas buang yang relatif bersih dibandingkan dengan PLTU yang menggunakan batubara. PLTU batubara lebih cocok dipakai pada wilayah yang memiliki kandungan batubara yang banyak seperti daerah Sumatera.

2.3. Prinsip Kerja PLTU

PLTU menggunakan fluida kerja air uap yang bersikulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan sirkulasinya secara singkat adalah sebagai berikut (Yulia,2013):



Gambar 2.1 Prinsip Kerja PITU

(Sumber: PT Socfindo)

1. Air diisikan ke boiler hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Di dalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.

2. Uap yang dihasilkan *boiller* dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
3. Generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran dari medan magnet dalam kumparan.

Uap bekas keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi boiler. Demikian siklus ini berlangsung terus menerus dan berulang-ulang. Putaran turbin digunakan untuk memutar generator yang dikopel langsung dengan turbin sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal *output* generator (Yulia, 2013). Sekalipun siklus fluida kerjanya merupakan siklus tertutup, namun jumlah air dalam siklus akan mengalami pengurangan. Pengurangan air ini disebabkan oleh kebocoran kebocoran baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Untuk mengganti air yang hilang, maka perlu adanya penambahan air kedalam siklus. Kriteria air penambah (*make up water*) ini harus sama dengan air yang ada dalam siklus.

2.4. Konversi Energi

Konversi energi (*energy conversion*) merupakan perubahan bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energi lain (Wisnu Wardana,2000). Hukum konversi energi mengatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan (dibuat) ataupun dimusnahkan akan tetapi dapat berubah bentuk dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain.

Adapun macam-macam bentuk konversi energi adalah sebagai berikut:

1. Konversi energi kimia menjadi energi panas
2. Konversi energi panas menjadi uap
3. Konversi energi uap menjadi mekanik
4. Konversi energi mekanik menjadi energi listrik
5. Konversi energi uap menjadi air

2.3.1 Konversi Energi Kimia Menjadi Energi Panas

Konversi energi kimia merupakan proses terjadinya perubahan energi kimia menjadi energi panas pada saat pembakaran *fibre* di dalam *boiler*. Cangkang dan *fibre* yang telah diolah langsung dibawa ke ruang bakar boiler sebagai bahan bakar *boiler*. Didalam ruang bakar terdapat masukan udara sekunder agar terjadinya pembakaran yang sempurna yang di suplai oleh kipas udara bertekanan FDF (*force draft fan*). Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses pembakaran yaitu *temperature* api yang tinggi, pencampuran udara dan bahan bakar, konsumsi bahan bakar yang akan dipanaskan dan waktu yang cukup untuk pembakaran yang sempurna (Wisnu Wardhana,2020).

2.3.2 Konversi Energi Panas Menjadi Uap

Boiler (ketel uap) merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam* berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas suatu proses. Air panas atau steam pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang kemudian digunakan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses. Tipe boier yang digunakan pada PT Socfindo Kebun Aek Loba adalah tipe

boiler pipa air (*water tube*). Uap yang akan di produksi tergantung panas pembakaran, volume air yang akan diubah menjadi uap (Wisnu Wardhana,2020).

Komponen utama yang berada di dalam *boiler* yaitu :

1. *Furnance* adalah dapur pembakaran atau tempat terjadinya pembakaran bahan bakar yang akan menjadi sumber panas.
2. *Feed Water Pump* adalah alat yang digunakan untuk mengalirkan air ke *steam drum* yang akan dipanaskan *boiler*.
3. *Steam drum* adalah wadah yang menampung air yang akan dipanaskan di pipa-pipa air yang berada di dinding *boiler*.
4. *Pressure Gauge* adalah alat yang digunakan mengukur tekanan dari uap yang ada di dalam steam drum, Alat ini diletakkan di sebelah steam drum *boiler*.
5. *Wall Tube* adalah pipa-pipa yang berfungsi untunk mengubah *fase* air menjadi *fase* uap, pipa-pipa ini diletakkan di sisi ruang bakar dan menerima panas langsung secara langsung dari api pembakaran.

Energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem boiler memiliki nilai tekanan, temperature, dan laju aliran yang menentukan pemanfaatan sistem yang akan digunakan. Berdasarkan ketiga hal tersebut boiler mengenal keadaan tekanan-temperatur rendah (*low pressure/LP*), dan tekanan-temperatur tinggi (*High Pressure*), dengan perbedaan itu pemanfaatan steam yang keluar dari sistem boiler dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*commercial and industrial boilers*), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (*power boilers*). Namun, ada juga yang menggabungkan kedua sistem boiler tersebut, yang memanfaatkan tekanan-

temperatur tinggi untuk membangkitkan energi listrik, kemudian sisa steam dari turbin dengan keadaan tekanan temperature rendah dapat dimanfaatkan ke dalam proses industri. *Boiler* yang digunakan PT. Socfindo yaitu 2 unit, memiliki spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 2.2 Boiler di PT Socfindo
(Sumber: PT Socfindo)

Dari gambar 2.2 menjelaskan tentang mesin boiler dan akan ditampilkan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi Boiler PT Socfindo

| No | Spesifikasi | Keterangan |
|----|---------------|-------------------------------|
| 1 | Merk | SFMW |
| 2 | Kapasitas | 40 dan 20 m ³ /jam |
| 3 | Jumlah | 3 unit |
| 4 | Tekanan Kerja | 20 Bar |
| 5 | Jam Operasi | 15-18 Jam/perhari |
| 6 | Bahan Bakar | Fibred dan Cangkang |
| 7 | Temperatur | 260-270 ⁰ C |

Untuk mengambil pasokan udara sekunder dan udara primer Terdapat empat jenis fan yang dapat digunakan dalam 1 boiler yaitu sebagai berikut:

1) CAF (*Carrier Air Fan*)

Carrier Air Fan berfungsi untuk membawa dan menghembuskan bahan bakardari *fuel feeder* ke tengah dapur agar pembakarannya merata dan sempurna.



Gambar 2.3 *Carrier Air Fan*
(Sumber: PT Socfindo)

2) SAF (*Secondary Air Fan*)

Secondary Air Fan berfungsi untuk menghembuskan udara ke dalam dapurboiler dari arah depan, belakang dan samping.



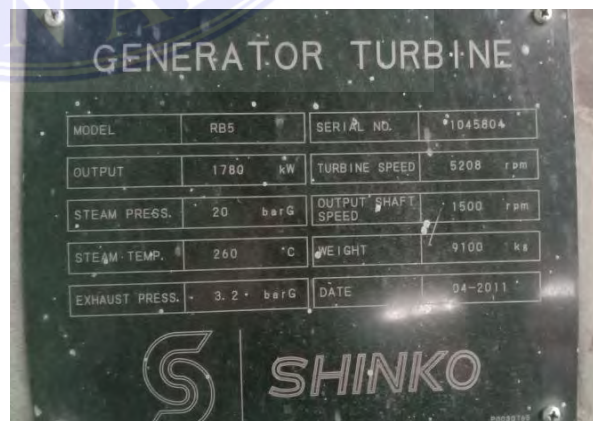
Gambar 2.4 *Secondary Air Fan*
(Sumber: PT Socfindo)

Pada gambar 2.3 Carrier Air Fan dan 2.4 Secondary Air Fan Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai boiler terlebih dahulu harus memenuhi beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. Pressure atau tekanan adalah tekanan kerja yang dihasilkan oleh *steam boiler*
2. Temperatur atau suhu adalah panas yang dihasilkan *steam boiler*.
3. Kapasitas adalah kemampuan boiler untuk menghasilkan uap dalam setiap ton/jam.

2.3.3 Konversi Energi Uap Menjadi Mekanik

Turbin uap merupakan alat yang mengkonversi energi potensial uap menjadi energi kinetik pada poros turbin uap. Turbin dilengkapi dengan sudu-sudu (*blade*), uap kering (*superheated steam*) bertekanan dari hasil pembakaran akan menggerakkan turbin untuk berputar. Perputaran turbin ini akan digunakan untuk memutar generator listrik yang dikopel/ digandengkan sehingga diperoleh listrik. Turbin uap adalah mesin tenaga yang berfungsi untuk mengubah energi thermal yang terkandung dalam uap (Wisnu Wardana,2000).



Gambar 2.5 Turbin Uap di PT Socfindo)
(Sumber: PT Socfindo)

Dari gambar 2.5 menjelaskan tentang mesin boiler dan akan ditampilkan pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Turbin Uap di PT Socfindo

| No | Spesifikasi | Keterangan |
|----|--------------------------|---------------------|
| 1 | Merk | Shinko RB5-2250 KVA |
| 2 | Putaran | 5208 rpm |
| 3 | Daya | 1700 Kw |
| 4 | <i>Temperature Steam</i> | 260 ⁰ C |
| 5 | <i>Steam Press</i> | 20 bar |
| 6 | <i>Exhaust Steam</i> | 3,2 bar |
| 7 | <i>Weight</i> | 9100 Kg |

2.3.4 Konversi Energi Mekanik Menjadi Energi Listrik

Konversi energi mekanik merupakan proses perputaran rotasi yang terjadi pada generator yang dikopel dengan alternator. Bagian yang berputar yaitu rotor kumparanya yaitu kumparan medan magnet berfungsi meghasilkan medan magnet dan bagian yang diam stator merupakan. Fungsinya sebagai *standby engine* dan melakukan *start* awal pengolahan guna mengoperasikan *boiler* sebelum turbin genset beroperasi, membantu meringankan beban sebelum turbin genset pada saat tekanan uap *boiler* menurun. Pada PLTU PT socfindo menggunakan 1 unit Generator, yang memiliki spesifikasi yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.6 Generator di PT Socfindo
(Sumber: PT Socfindo)

Dari gambar 2.6 menjelaskan tentang mesin boiler dan akan ditampilkan pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Generator

| No | Spesifikasi | Keterangan |
|----|-------------|------------|
| 1 | Model | P100P1 |
| 2 | Temperatur | 270 C |
| 3 | Tegangan | 400/230V |
| 4 | Putaran | 1500 Rpm |
| 6 | Cos ϕ | 0.80 |
| 7 | Daya | 800 KW |

2.3.5 Konversi Energi Uap Menjadi Air

Uap yang telah sudah diproses oleh turbin, maka hasil sisa uap keluaran turbin akan mengalir ke kondensor, uap tersebut dikondensasikan menggunakan air pendingin dan dirubah menjadi air kembali sebelum dilanjutkan kembali ke dalam boiler. Sisa uap keluaran turbin dilanjutkan menuju *Back Pressure Vessel* (BPV) merupakan suatu bejana tekan yang berfungsi menampung *steam* buangan Turbin untuk selanjutnya *steam* ini di distribusikan ke unit-unit proses yang membutuhkan *steam*.

2.5. Sistem Kogenerasi

Cogeneration system yang dikenal dengan *combined heat and power* (CHP) adalah produksi bersamaan dari steam dan listrik dengan satu peralatan konversi energi (Erdianto,2020). Sistem kogenerasi merupakan suatu pembangkitan berurutan 2 bentuk energi yang berbeda dari satu sumber bahan bakar. Energi mekanik yang dihasilkan selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik, sedangkan energi thermalnya dapat digunakan untuk suatu proses ataupun secara tidak langsung untuk menghasilkan uap, air panas atau sumber panas pada alat pendingin. Beberapa sektor industri yang berpotensi untuk menerpakan teknologi ini diantaranya adalah pabrik pulpe, pupuk, baja, semen,keramik, gelas, tekstil, pengolahan makanan, penyulingan kelapa sawit maupun minyak bumi (UNESCAP, 2019).

2.6. Sistem Kogenerasi Pabrik Kelapa Sawit

Pada *Cogeneration system* pabrik kelapa sawit pada umumnya menggunakan bahan bakar yang berasal dari cangkang dan serabut sebagai bahan bakar boiler. Air bersih yang dipompakan menuju pipa-pipa air boiler, sehingga panas dari ruang bakar memanaskan air yang berada di dalam pipa sehingga menghasilkan uap/*steam*. selanjutnya uap/*steam* dialirkan menuju turbin untuk menghasilkan energi listrik dan memperluas uap/*steam* untuk berbagai proses produksi pada pabrik kelapa sawit.

2.7. Keuntungan Sistem kogenerasi

Seperti yang digambarkan diatas, keuntungan penggunaan sistem kogenerasi adalah sebagai berikut (UNEP, 2019):

- a. Meningkatkan efisiensi konversi energi dan penggunaannya.
- b. Memberikan kesempatan lebih lanjut untuk membangkitkan listrik lokal yang didesain sesuai kebutuhan konsumen lokal dengan efisiensi tinggi, menghindari rugi-rugi transmisi dan meningkatkan fleksibilitas pada sistem penggunaan. Suatu kesempatan untuk meningkatkan diversifikasi *plant* pembangkit, dan menjadikan persaingan pembangkitan.

2.8 Sistem Kogenerasi Berdasarkan Jenis *Steam* (Fluida)

Sistem Kogenerasi Turbin uap merupakan salah satu teknologi mesin penggerak yang multi fungsi dan tertua yang masih diproduksi secara umum. Pembangkitan energi dengan menggunakan turbin uap telah berlangsung sekitar 100 tahun, ketika alat tersebut menggantikan mesin *steam reciprocating* karena efisiensinya yang tinggi dan biayanya yang murah. Kapasitas turbin uap dapat berkisar dari 50 kW hingga ratusan MW untuk *plant* utilitas energi yang besar. Turbin uap digunakan secara luas untuk penerapan gabungan panas dan daya (*Combine Heat Power/CHP*). Siklus termodinamika untuk turbin uap merupakan siklus Rankine.

Siklus Rankine merupakan dasar bagi stasiun pembangkitan daya konvensional dan terdiri dari sumber panas (*boiler*) yang mengubah air menjadi *steam* bertekanan tinggi. Dalam siklus uap, air pertama-tama dipompa ketekanan sedang hingga tinggi, kemudian dipanaskan hingga temperatur didih yang sesuai

dengan tekanannya, dan kemudian biasanya diberikan panas berlebih (*superheated*). Turbin multi tahap mengekspansi steam bertekanan sampai ke tekanan rendah dan steam kemudian dikeluarkan ke kondensor pengembun pada kondisi vakum atau menuju sistem distribusi suhu menengah yang mengirimkan steam ke penggunaan industri atau komersial. Kondensat dari kondensor atau dari sistem penggunaan *steam* dikembalikan ke pompa air umpan untuk keberlanjutan siklus.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Socfindo ini adalah salah satu PT yang memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) yang berada di Aek Loba, Kec. Aek Kuasan, Kab. Asahan, Sumatra Utara yang sudah membangun atau mendirikan perusahaan selama 50 tahun. PT. Socfindo ini memproduksi *crude palm oil* (CPO) yang dijual atau di pasarkan kembali ke pabrik-pabrik lainnya. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juni 2022

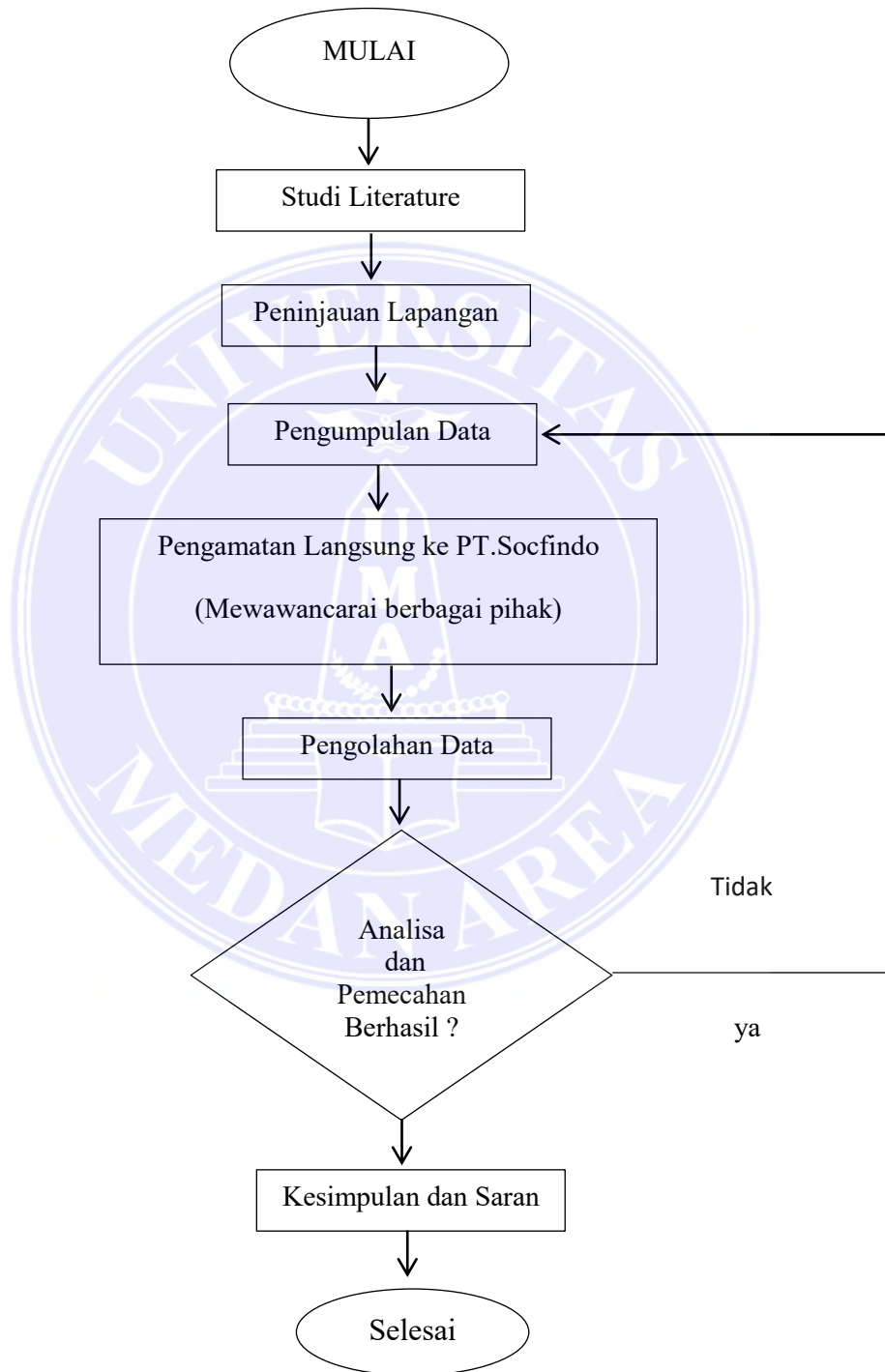
3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang dibutuhkan dalam penelitian ini kurang lebih 3 bulan, berikut jadwal penelitian pada tabel 3.1:

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

| No. | Kegiatan Penelitian | Bulan Ke | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------|----------|---|---|---|----|---|---|---|-----|---|---|---|
| | | I | | | | II | | | | III | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Observasi Langsung | | | | | | | | | | | | |
| 2. | Wawancara | | | | | | | | | | | | |
| 3. | Peninjauan Lapangan | | | | | | | | | | | | |
| 4. | Pengumpulan Data | | | | | | | | | | | | |
| 5. | Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | |
| 6. | Analisa dan Pemecahan Masalah | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Penulisan Laporan | | | | | | | | | | | | |

3.3. Flowchart Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Diagram Alir Penelitian

3.4. Metode Analisa Data

Untuk memecahkan masalah dalam skripsi ini, dimulai dengan:

a. Menentukan masalah

Dalam menentukan permasalahan dilakukan analisa dengan cara stratifikasi data yang ada dari beberapa segi.

b. Peninjauan lapangan

Peneliti melakukan tinjauan ke perusahaan tempat melakukan penelitian serta mengamati sesuai dengan tujuan yang telah dibuat.

c. Studi *literature*

Peneliti melakukan studi *literature* dari berbagai buku yang sesuai dengan permasalahan yang diamati di perusahaan.

d. Pengumpulan data

Kegiatan yang dilakukan dalam pengumpulan data, antara lain:

1. Pengamatan langsung, melakukan pengamatan langsung ke PT. Socfindo Aek Loba.
2. Wawancara, mewawancarai berbagai pihak yang berhubungan.

e. Pengolahan data

Data yang terkumpul diolah dengan menggunakan pembangkit energi listrik tenaga uap.

f. Analisa dan pemecahan masalah

Hasil dari pengolahan data yang berupa perhitungan akan dianalisa, dilakukan pemecahan masalah, lalu diberikan rekomendasi perbaikan.

g. Langkah terakhir menarik kesimpulan dari hasil penelitian.

3.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini maka dilakukan pengumpulan data melalui metode dibawah ini, yaitu :

a. Studi Pustaka

Observasi langsung ke lapangan khususnya lantai produksi. Kemudian melakukan pengamatan langsung terhadap mesin-mesin produksi dan hasil akhir produksi. Observasi juga dilakukan untuk mencatat gambaran umum perusahaan yang berupa data umum perusahaan.

b. Studi Lapangan

Metode Pengumpulan data ini dilakukandengan cara melaksanakan penelitian langsung di PT Socfindo Kebun Aek Loba. Data yang ingin didapatkan dengan cara:

1. Observasi Langsung

Observasi langsung ke bagian proses pembuatan *Crude Palm Oil* (CPO). Kemudian melakukan pengamatan langsung terhadap proses penghematan Energi listrik menggunakan Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Observasi juga dilakukan untuk mencatat gambaran umum perusahaan yang berupa data umum perusahaan.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara diskusi dan tanya jawab langsung pada bagian produksi yang berkaitan dengan keluhan-keluhan kerja.

Sedangkan pengambilan data dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua), yaitu sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah informasi atau data orisinal yang dikumpulkan dan berhubungan dengan objek yang akan diteliti. Mengumpulkan data primer dengan pengamatan langsung dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan untuk mendapat data yang dibutuhkan. Instrumen dari pengumpulan data adalah wawancara. Adapun data yang dibutuhkan adalah data dalam Biaya Penghasilan Energi Listrik PLTU Menggunakan Sistem Kogenereasi.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung yang biasanya berbentuk dokumen, *file*, arsip, atau catatan-catatan perusahaan. Data ini diperoleh melalui dokumentasi perusahaan, literatur, dan buku bacaan lainnya yang berhubungan dengan penelitian. Adapun data sekunder adalah sejarah perusahaan, ruang lingkup bidang usaha, struktur, dan spesifikasi peralatan, data pemakaian energi listrik pada setiap pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO), dan daerah pemasaran.

3.6. Potensi Serabut dan Cangkang Pada Pabrik Kelapa Sawit

Serabut dan cangkang merupakan limbah padat hasil dari pengolahan tandan buah segar menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada boiler pabrik kelapa sawit karena mempunyai nilai kalor yang sangat tinggi.

Nilai kalor dari serabut dan cangkang dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Komposisi Kandungan Bahan Bakar

| No | Parameter | Nilai | Satuan Energi |
|----|-----------|---------------|---------------|
| 1 | Serabut | 4.700 kKal/Kg | 19.678 Kj/Kg |
| 2 | Cangkang | 4.950 kKal/Kg | 20.725 Kj/Kg |

Boiler pada pabrik kelapa sawit umumnya menggunakan sebagian besar bahan bakar serabut dan sebagian cangkang. Jumlah ketersediaan bahan bakar serabut dan cangkang secara teoritis dapat menghasilkan potensi masing-masing terhadap pengolahan tandan buah segar yaitu untuk serabut 13% dan untuk cangkang sebesar 7%. Untuk setiap pengolahan Tandan buah segar di PT Socfindo dengan kapasitas 60 ton/jam dapat menghasilkan potensi bahan bakar .Jumlah presentase penggunaan bahan bakar pada boiler yaitu umumnya menggunakan 70 % serabut dan cangkang 30% dari jumlah total konsumsi bahan bakar boiler di pabrik kelapa.berikut adalah persamaan untuk mengetahui jumlah produksi cangkang dan serabut:

$$ms = 13 \% \times \text{Jumlah Olah TBS/jam} \dots\dots\dots 3.1.$$

$$ms = 7 \% \times \text{Jumlah Olah TBS/jam} \dots\dots\dots 3.2.$$

3.7. Biaya Bahan Bakar

Pembangkit ini menggunakan bahan bakar limbah hasil pengolahan fiber dan cangkang kelapa sawit. Cangkang memiliki nilai jual sedangkan fiber tidak memiliki harga jual. Oleh karena itu, biaya bahan bakar untuk pembangkit ini dimasukkan ke dalam biaya produksi untuk mengoperasikan PLTU.

Disamping itu solar merupakan bahan bakar yang dipakai sebagai pembanding fiber dan cangkang tersebut. PT Socfindo dengan kapasitas 60 ton/jam sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar di PLTU

Rumus bahan bakar dapat dilihat dalam persamaan 3.3. berikut ini:

$$FC = \frac{BT}{N} \dots\dots\dots 3.3$$

Keterangan :

FC = Fixed Cost (Biaya Tetap).

BT = Biaya Total Bahan Bakar

N = Jumlah Pembangkit

3.7.1. Biaya Total PLTU

Total dari seluruh biaya pembangkitan adalah keseluruhan biaya yang meliputi biaya modal, biaya bahan bakar, dan biaya operasional. Total biaya pembangkitan dapat dilihat pada persamaan berikut 3.4:

$$TC = CC + FC + OM \dots\dots\dots 3.4.$$

Dimana:

TC = Biaya Total (Total Cost)

CC = Biaya Modal (Capital Cost)

FC = Biaya Bahan Bakar (Fuel Cost)

OM = Biaya Operasional dan Perawatan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah peneliti paparkan terkait analisa biaya penghasilan energi listrik menggunakan sistem kogenerasi pada PT Socfindo Kebun Aek Loba dengan judul “Analisa Biaya Penghasilan Energi Listrik PLTU Menggunakan sistem Kogenerasi Di PT Socfindo” terdapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- a. Diketahui Harga listrik pada pabrik kelapa sawit PT Socfindo menggunakan Suku Bunga 6% dan 12% dengan menggunakan bahan bakar solar 6%= Rp.10.154.317 kWh, 12% =Rp.3.918.084 kWh dan pada Cangkang 6%= Rp.110.105.487, 12%=3.918.084 kWh dan Fiber 6%= Rp.10.105.317, 12%= Rp.3.918.036 kWh.
- b. Penggunaan bahan bakar Cangkang dan Fiber lebih ekonomis dan lebih menguntungkan pada pembangkit listrik tenaga uap yang berada pada PT.Socfindo kebun aek loba dan *Break Event Point* yang di dapat yaitu 0,37 tahun dengan total biaya pokok produksi dalam setahun adalah Rp.63.000.000.000.
- c. Dari kinerja penggunaan bahan bakar Cangkang dan Fiber dapat memenuhi kebutuhan pada pembakaran boiler dengan besar 659.700.000 Mj/tahun yang Dimana energi yang dihasilkan bahan bakar cangkang dan fiber yaitu sebesar 8.816.804.044. Mj/tahun.



5.2. Saran

Adapun saran yang dapat dituliskan adalah sebagai berikut :

- a. Memanfaatkan limbah sawit lain nya atau bahan bakar minyak lainya dan bahan bakar lain yang memiliki nilai kalor sebagai alternatif bahan bakar pada PLTU.
- b. PT. Socfindo sebaiknya perbanyak pemakaian bahan bakar cangkang dan fiber dibandingkan bahan bakar solar agar mengurangi biaya pembangkitan listrik tenaga uap agar lebih efisien lagi.



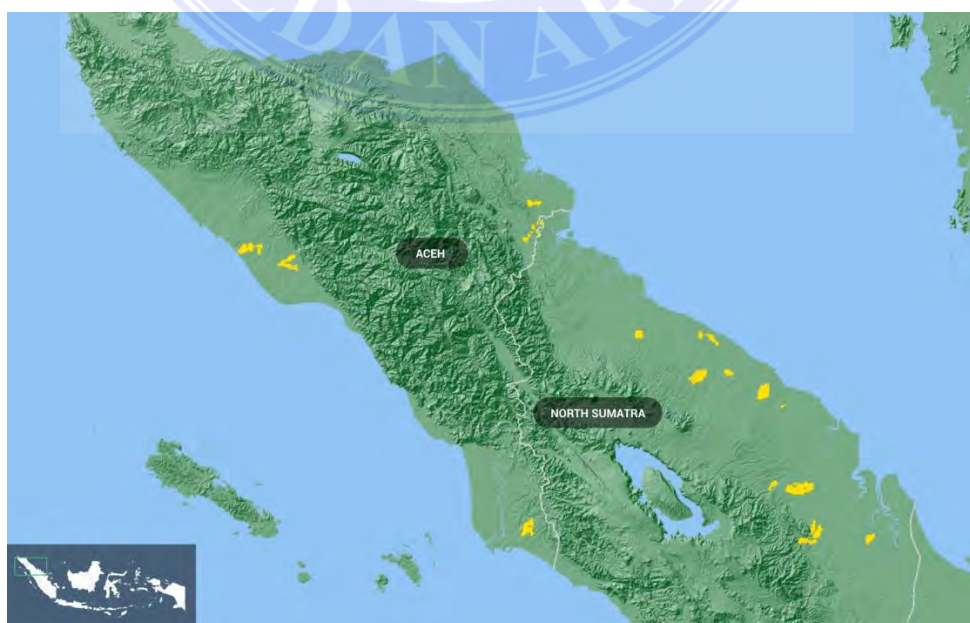
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rido Agus Candra Sinurat, "Konservasi Energi Listrik Pada Industri Minyak Kelapa Sawit Dengan Penghematan Energi Listrik," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2017. [Online]. Available: http://repository.umsu.ac.id/bitstream/handle/123456789/13329/SKRIPSI_RIDO_AGUS_CANDRA_SINURAT.pdf?sequence=1
- [2] dkk Irfan Nadhif, "Perhitungan Kebutuhan Campuran Bahan Bakar dan Serat Biomassa Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pada PLTU," *J. Tek. Elektro*, 2021.
- [3] Hamzah, "analisa pengaruh produksi energi listrik terhadap konsumsi bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga uap NII tanasa," *J. Tek. Elektro*, vol. 04, no. 2502–5562, 2019.
- [4] Yulia, "Pembangkit Listrik Tenaga Uap," Ujung Padang, 2013. [Online]. Available: <https://adoc.pub/makalah-pembangkit-lisrik-tenaga-uap.html>
- [5] Wisnu Wardana, "Analisa Efisiensi PLTU Suralaya Unit 2 Berdaya 400 MW Dengan Menggunakan Distribusi Daya Thermal," Institut Teknologi PLN, 2020.
- [6] Muhammad Nur Iqbal Al Hasbi, "Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit," Universitas Sumatera Utara, 2017.
- [7] dkk Ahmad Wahid, "ANALISIS KAPASITAS DAN KEBUTUHAN DAYA LISTRIK UNTUK MENGHEMAT PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA," *Ilm. Teknol. elektro*, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/download/7674/7780>
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [10] Harry Pranata Utama Sidabutar, "STUDI PERBANDINGAN BIAYA POKOK PRODUKSI BAHAN BAKAR SOLAR DENGAN BAHAN BAKAR LIMBAH KELAPA SAWIT PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP," Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [11] Erhaneli dkk, *Pemanfaatan Cangkang Dan Serabut Sawit Sebagai bahan bakar pada PLTU Untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Kabupaten Bungo*, Institut Teknologi Padang, Padang 2017.

LAMPIRAN 1

LOKASI PERKEBUNAN PT SOCFINDO AEK LOBA

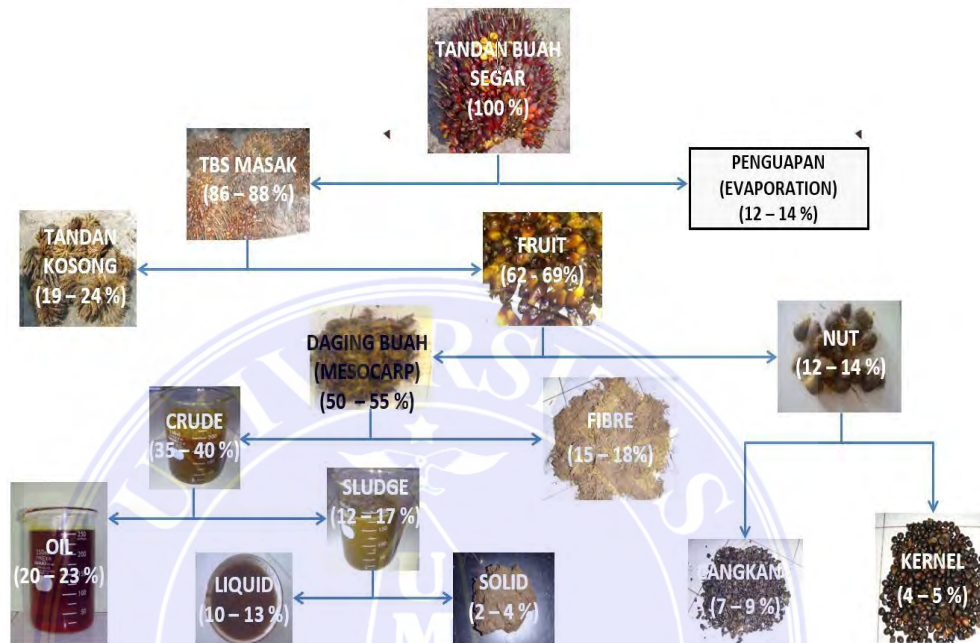
Lokasi perkebunan PT SOCFINDO AEK LOBA berada di Desa Kebun Sayur Kecamatan Aek Kuasan Kabupaten Asahan Provinsi Sumatera Utara (Peta dapat dilihat pada gambar 1). Luas area perkebunan Aek Loba adalah 9.673,86 Ha izin Hak Guna Usaha (HGU) SK HGU No. 76/HGU/BPN/97, yang dimanfaatkan sebagai lahan untuk budidaya kelapa sawit dan pabrik, serta sarana lain yang menunjang jalanya perusahaan. PT Socfindo Perkebunan Aek Loba mempunyai pabrik pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit. Pabrik Aek Loba didirikan pada tahun 1970. Selain pabrik tersebut, sarana lain seperti olahraga, perumahan, peribadatan, kesehatan seperti poliklinik berada pada satu areal dan berlokasi di kebun aek loba. Pembangunan PT Socfindo bertujuan untuk memanfaatkan potensi sumber daya alam, mendukung perekonomian nasional melalui peningkatan ekspor di sektor non migas, membuka kesempatan kerja bagi masyarakat sekitarnya



LAMPIRAN 2

MATERIAL BALANCE

PABRIK KELAPA SAWIT PT SOCFINDO KEBUN AEK LOBA



Penjelasan flowchart material balance:

1. Tandan buah segar (TBS) terlebih dahulu direbus dengan memakai uap dengan temperatur 150°C dan tekanan maksimum $3,0 \text{ kg/cm}^2$.
2. Setelah tandan buah segar direbus akan mengeluarkan air 12 – 14 %, pada saat terjadi perebusan air yang terdapat didalam TBS akan berubah wujud menjadi uap (Penguapan).
3. Tandan buah yang telah direbus akan berkurang beratnya menjadi 86 - 88%
4. Setelah TBS direbus dimasukkan kesuatu alat yaitu bantingan (*theresser*), yang bertujuan untuk memisahkan tandan kosong 2 –

- 4 % dengan fruit 62 – 69 %.
5. Sementara tandan kosong di aplikasikan ke kebun untuk menjadi pupuk organik.
 6. Buah (fruit) dimasukkan kedalam alat kepa (*screw press*) bertujuan untuk memisahkan daging buah (*mesocarp*) 50-55% dengan biji (*Nut*) 12-14%.
 7. Fiber dipergunakan sebagai bahan bakar boiler
 8. *Crude* dimasukkan kedalam wadah yang disebut dengan *continiouse* tank dengan temperature 90-95 °C.
 9. Di dalam CST akan terjadi pemisahan antar minyak (*oil*) 20-23% dengan sludge 12-17%.
 10. Sementara *Nut* akan dimasukkan kesuatu alat pemecah (*Ripple mill*) sehingga terpisah antara kernel 4-5% dengan cangkang 7-9%
 11. Cangkang dipergunakan sebagai campuran bahan bakar boiler
 12. *Sludge* diproses menggunakan alat pemisah secara sentrifugal sehingga terpisah antara solid 2-4% dengan *liquid* 10-13%.
 13. Hasil akhir (produksi) dari pabrik pengolahan kelapa sawit adalah Crude Palm Oil

LAMPIRAN 3

Data Terkait PLTU PT Socfindo Aek Loba

Tabel Lampiran 1 Data Produksi TBS

| No | Bulan | TBS | | MKS | | Cangkang | | Cost Price | |
|----|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------|----------------|----------------|
| | | Diterima | Diolah | Produksi | EXT. | Produksi | EXT. | Bulan ini | Bulan depan |
| | | (kg) | (kg) | (kg) | (%) | (kg) | (%) | (Rp/ton) | |
| 1 | Januari | 12,088,320 | 11,606,150 | 2,726,138 | 23,49 | 255,304 | 2,20 | 324,031 | 281.222 |
| 2 | Februari | 13,709,450 | 13,882,330 | 3,336,671 | 24,04 | 350,854 | 2,53 | 259,160 | 256.158 |
| 3 | Maret | 18,339,990 | 18,329,040 | 4,344,113 | 23,70 | 499,426 | 2,72 | 211,874 | 288.281 |
| 4 | April | 18,302,180 | 18,267,890 | 4,321,640 | 23,66 | 447,966 | 2,45 | 286,003 | 256,158 |
| 5 | Mei | 16,121,980 | 16,118,500 | 3,846,866 | 23,87 | 452,684 | 2,81 | 268,303 | 264,946 |
| 6 | Juni | 18,302,180 | 18,135,160 | 4,287,009 | 23,64 | 518,775 | 2,86 | 247,488 | 265,641 |
| 7 | Juli | 19,122,960 | 19,137,560 | 4,407,196 | 23,03 | 492,823 | 2,58 | 263,875 | 262,255 |
| 8 | Agustus | 20,096,160 | 20,084,020 | 4,777,785 | 23,79 | 580,426 | 2,89 | 257,014 | 262,519 |
| 9 | September | 17,990,860 | 17,982,820 | 4,253,893 | 23,66 | 359,749 | 2,00 | 341,898 | 261,691 |
| 10 | Oktober | 14,140,890 | 14,091,050 | 3,343,942 | 23,87 | 292,236 | 2,07 | 265,931 | 271,106 |
| 11 | November | 14,994,680 | 14,218,250 | 3,536,998 | 23,64 | 303,536 | 2,03 | 249,653 | 270,675 |
| 12 | Desember | 13,839,100 | 14,218,250 | 3,414,245 | 23,03 | 253,923 | 1,79 | 249,653 | 268,956 |
| 13 | Total | 196,825,510 | 196,825,510 | 46,596,496 | 23,67 | 4,807,702 | 2,44 | 384,242 | 278,266 |

PENGUNAAN AIR UNTUK PENGOLAHAN PABRIK

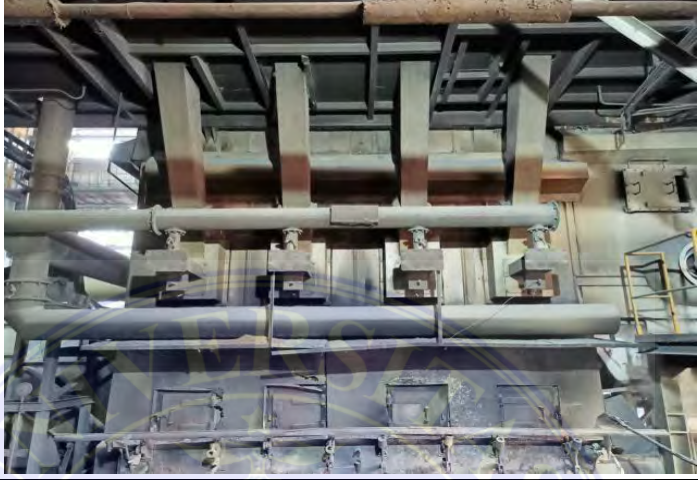
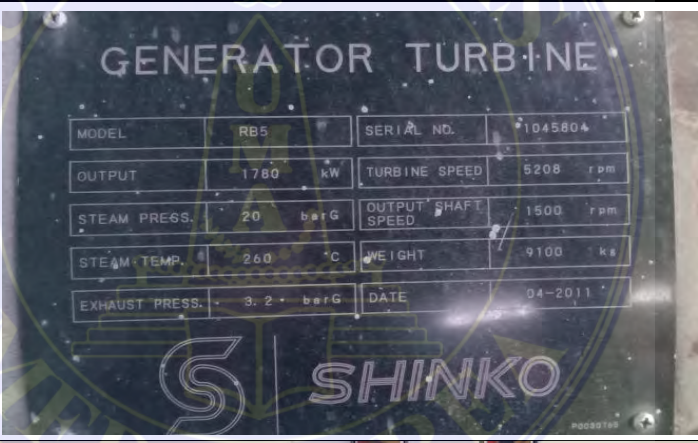

Tabel Lampiran 1 Data Penggunaan Air

| No | Bulan | ABT (M ³) | APU (M ³) | Jumlah (M ³) | TBS Diolah (M ³) | Air untuk Boiler (M ³) | Air untuk Pengolahan (M ³) |
|----|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|--|
| 1 | Januari | 6,968 | 23,139 | 30,107 | 11,606 | 7,690 | 0,50 |
| 2 | Februari | 4,391 | 27,121 | 31,512 | 13,882 | 8,977 | 0,40 |
| 3 | Maret | 5,603 | 30,514 | 36,117 | 18,329 | 11,456 | 0,32 |
| 4 | April | 4,715 | 29,094 | 33,809 | 18,268 | 12,314 | 0,26 |
| 5 | Mei | 5,890 | 27,040 | 32,930 | 16,119 | 11,162 | 0,27 |
| 6 | Juni | 7,116 | 29,898 | 37,014 | 18,135 | 12,485 | 0,36 |
| 7 | Juli | 4,239 | 33,215 | 37,857 | 19,138 | 13,705 | 0,44 |
| 8 | Agustus | 6,367 | 29,898 | 33,865 | 20,084 | 14,608 | 0,49 |
| 9 | September | 5,940 | 33,215 | 35,536 | 17,983 | 12,884 | 0,26 |
| 10 | Oktober | 5,940 | 29,091 | 29,031 | 14,091 | 9,319 | 0,20 |
| 11 | November | 8,180 | 14,266 | 22,446 | 14,973 | 10,562 | 0,26 |
| 12 | Desember | 9,812 | 23,275 | 33,087 | 14,218 | 10,012 | 0,17 |
| 13 | Total | 73,872 | 319,439 | 393,311 | 196,826 | 135,175 | 0,33 |

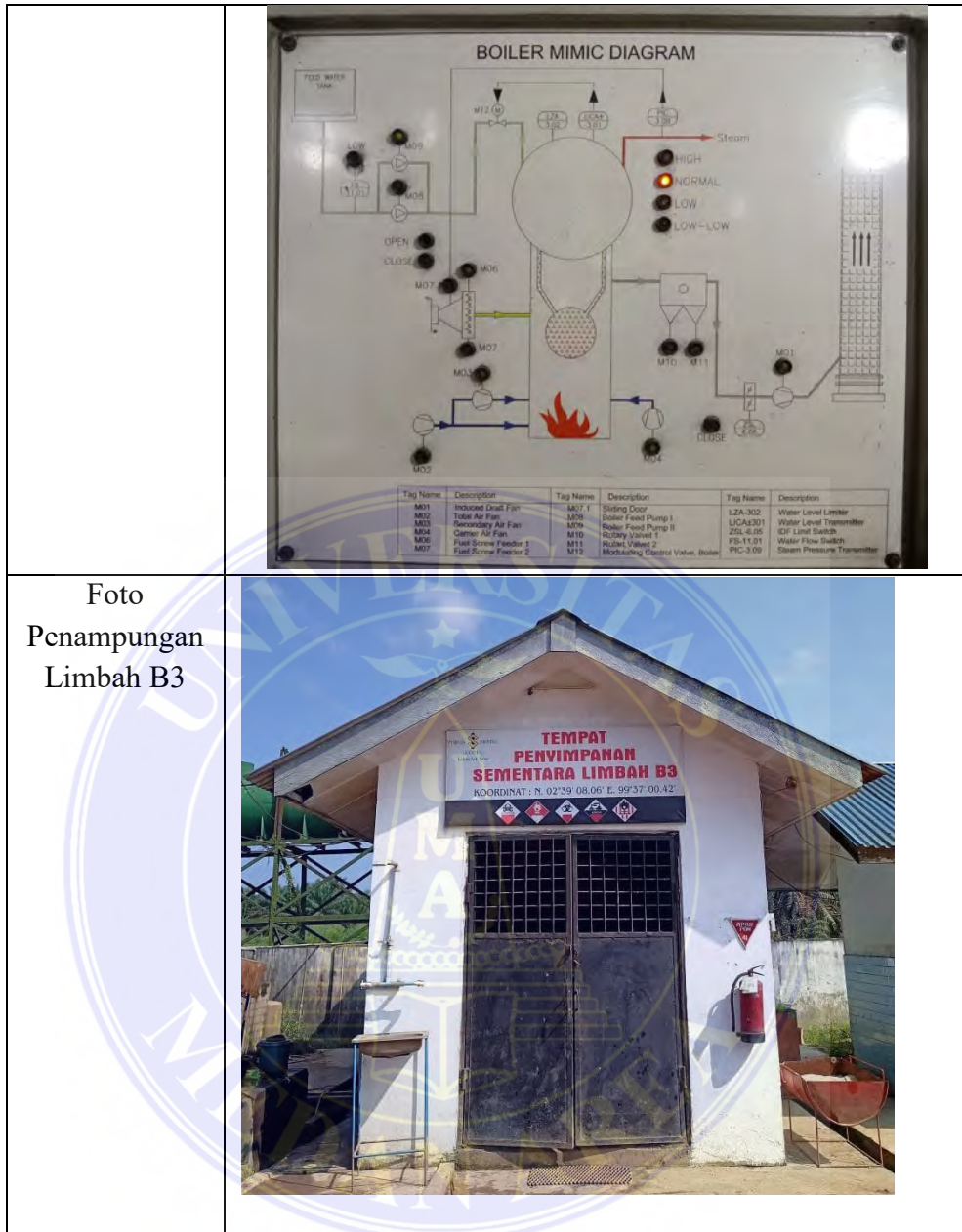
LAMPIRAN 4



DOKUMENTASI PT SOCFINDO AEK LOBA

Tabel Lampiran 2 Di PT Socfindo Aek Loba

| <p>Foto <i>Boiler</i></p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------|--|--|-------|-----|------------|---------|--------|---------|---------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|-------------|--------|--------|---------|----------------|----------|------|---------|
| <p>Foto Spesifikasi Turbin</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">GENERATOR TURBINE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MODEL</td> <td>RB5</td> <td>SERIAL NO.</td> <td>1045804</td> </tr> <tr> <td>OUTPUT</td> <td>1780 kW</td> <td>TURBINE SPEED</td> <td>5208 rpm</td> </tr> <tr> <td>STEAM PRESS.</td> <td>20 barG</td> <td>OUTPUT SHAFT SPEED</td> <td>1500 rpm</td> </tr> <tr> <td>STEAM TEMP.</td> <td>260 °C</td> <td>WEIGHT</td> <td>9100 kg</td> </tr> <tr> <td>EXHAUST PRESS.</td> <td>3.2 barG</td> <td>DATE</td> <td>04-2011</td> </tr> </tbody> </table> <p>SHINKO</p> | GENERATOR TURBINE | | | | MODEL | RB5 | SERIAL NO. | 1045804 | OUTPUT | 1780 kW | TURBINE SPEED | 5208 rpm | STEAM PRESS. | 20 barG | OUTPUT SHAFT SPEED | 1500 rpm | STEAM TEMP. | 260 °C | WEIGHT | 9100 kg | EXHAUST PRESS. | 3.2 barG | DATE | 04-2011 |
| GENERATOR TURBINE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODEL | RB5 | SERIAL NO. | 1045804 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OUTPUT | 1780 kW | TURBINE SPEED | 5208 rpm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| STEAM PRESS. | 20 barG | OUTPUT SHAFT SPEED | 1500 rpm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| STEAM TEMP. | 260 °C | WEIGHT | 9100 kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXHAUST PRESS. | 3.2 barG | DATE | 04-2011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Foto Bersama Pengurus Socfindo</p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-----------------------|---|
| Foto Kamar Mesin |  |
| Foto Panel Pengolahan |  |
| Foto Boiler Diagram | |



| | |
|--------------------------|---|
| <p>Foto Kolam Limbah</p> |  |
| <p>Foto minyak CPO</p> |  |