



**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA BIOMASSA DARI LIMBAH PELEPAH SAWIT  
DI KABUPATEN PELALAWAN  
(Studi Pada Desa Kuala Panduk)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains Dan Teknologi



Oleh:

**BERI RIFAL OCLANDO**  
**NIM. 11455104998**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM  
RIAU PEKANBARU**

**2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



a. Penguasaan nanya untuk keperluan penunjang, penemuan, penemuan karya ilmiah, penyusunan laporan, penunjang kritik atau tindakan suatu masalah.  
 b. Penguasaan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA DARI LEMBAH PELEPAH SAWIT DI KABUPATEN PELALAWAN (STUDI DESA KUALA PANDUK)

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

**BERIRIFAL OCLANDO**  
**11455104998**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro  
 di Pekanbaru, pada tanggal 09 Agustus 2021

Pembimbing

**Dr. Alex Wenda, ST., M.Eng**  
**NIP. 19780126 00710 1 001**

Ketua Program studi

**Dr. Zulfatri Aini, ST., MT**  
**NIP. 19721021 200604 2 001**



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA DARI LEMBAH PELEPAH SAWIT DI KABUPATEN PELALAWAN (STUDI DESA KUALA PANDUK)

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

**BERIRIFAL OCLANDO**  
11455104998

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 09 Agustus 2021

Pekanbaru, 09 Agustus 2021

Mengesahkan,

Ketua Program studi

**Dr. Zulfatri Aini, ST., MT**  
NIP. 19721021 200604 2 001



**Dr. Hartono, M.Pd**  
NIP. 19640301 199203 1 003

#### DEWAN PENGUJI :

**Ketua** : Sutoyo, ST., MT  
**Pembimbing** : Dr. Alex Wenda, S.T., M.Eng  
**Penguji I** : Susi Afriani., S.T., M.T  
**Penguji II** : Dr. Liliana, S.T., M.Eng



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Penulis

**BERI RIFAL OCLANDO**  
**NIM. 11455104998**

1. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 10 Agustus 2021

Yang Membuat Pernyataan,

**BERI RIFAL OCLANDO**  
**NIM. 11455104998**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA DARI LIMBAH PELEPAH SAWIT DI KABUPATEN PELALAWAN

(Studi pada Desa Kuala Panduk)

**BERI RIFAL OCLANDO**  
**11455104998**

Tanggal Sidang: 12 Juli 2021

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. H.R. Soebrantas, km. 15, no. 155, Tuah Madani - Tampan - Pekanbaru

## ABSTRAK

Desa Kuala Panduk terdapat 210 ha kebun kelapa sawit dengan jumlah produktivitas sekitar 180 ha per tahun, potensi residu kelapa sawit sekitar 2.130 ton per tahun. Masyarakat Desa Kuala Panduk membagi luas perkebunan atas umur tanam, sehingga diketahui bahwa terdapat 30 ha tanaman yang berusia di atas 13 tahun, 100 ha tanaman berusia 8-13 tahun dan < 8 tahun memiliki luas 50 hektar dan 30 ha lainnya tidak menghasilkan. Perhitungan potensi diketahui bahwa terdapat 29.865.600 pelepah sawit atau dengan bobot 14.932,8 ton pelepah yang dapat diproduksi menjadi bahan baku PLTB. Penelitian ini menggunakan teknis sampling yang dimana 1% sampling data dapat mewakili seluruh data konsumsi listrik di Desa Kuala Panduk. *Sampling* ini digunakan untuk menghitung profil beban di Desa Kuala Panduk dan didapat beban 1 KK sekitar 1,452 kWh, sehingga total 167 KK didapat total energi listrik sekitar 242,5341 kWh. Dengan produksi di limbah pelepah sawit di desa Kuala Panduk yang mencapai 9.000,00 ton/tahunnya potensi daya listrik yang dihasilkan 5.548,49 kWh atau 5,55 MW. Implementasi limbah pelepah sawit menjadi bahan baku untuk bahan bakar PLTB dengan asumsi nilai ekonomis investasi utilitas 20 tahun dan tingkatan suku bunga 8% arus kas bersih yang dapat diperoleh sebesar Rp. 46.660.585.366,47,- /tahun. Sedangkan analisis kelayakan finansial diperoleh dari nilai NPV sebesar Rp. 5.805.170.314.658,0,-, IRR sebesar 10,20% dan *payback* periode 1,23 tahun. Sehingga proyek pemanfaatan limbah pelepah sawit sebagai bahan bakar PLTB di desa Kuala Panduk layak.

**Kata Kunci:** Biomassa, NPV, IRR, Pelepah Kepala Sawit.



# TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF BIOMASS POWER PLANT FROM PALM FRONDS WASTE IN PELALAWAN DISTRICT

(Case Study: Kuala Panduk Village, Pelalawan District)

**BERI RIFAL OCLANDO**  
**11455104998**

Date: 12 July 2021

Department of Electrical Engineering  
 Faculty of Science and Technology  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
 H.R. Soebrantas St. km. 15, no. 155, Tuah Madani - Tampan - Pekanbaru

## ABSTRACT

Kuala Panduk village has 210 ha of oil palm plantations with a total productivity of about 180 ha per year, the potential for palm oil residue is around 2,130 tons per year. The people of Kuala Panduk Village divide the plantation area by planting age, so it is known that there are 30 ha of plants over 13 years old, 100 ha of plants aged 8-13 years and < 8 years having an area of 50 hectares and another 30 ha not producing. The calculation of the potential is known that there are 29,865,600 palm fronds or with a weight of 14,932.8 tons of fronds that can be produced as raw materials for PLTB. This study uses a sampling technique where 1% of data sampling can represent all data on electricity consumption in Kuala Panduk Village. This sampling was used to calculate the load profile in Kuala Panduk Village and obtained a load of 1 family of around 452 kWh, so that a total of 167 households obtained a total of 242.5341 kWh of electrical energy. With the production of palm frond waste in the village of Kuala Panduk which reaches 900,000 tons/year, the potential for electrical power generated is 5,548.49 kWh or 5.55 MW. Implementation of palm frond waste as raw material for PLTB fuel with the assumption that the economic value of utility investment is 20 years and an interest rate of 8% net cash flow that can be obtained is Rp. 46,660,585,366,47,- /year. While the financial feasibility analysis is obtained from the NPV value of Rp. 5,805,170,314,658.0,-, IRR of 10.20% and payback period of 1.23 years. So that the project of utilizing palm frond waste as fuel for a biomass-based power plant in Kuala Panduk village is feasible.

**Keywords:** Biomass, NPV, IRR, Palm Fronds.

Hak cipta milik UIN Suska Riau  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber atau dengan cara lain.  
 2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat dan salam buat baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Efisiensi Energi pada Industri Bioetanol Menggunakan Metode Cogeneration System”.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi UIN SUSKA Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

Oleh sebab itu sudah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda tercinta Minawati, ayahanda Terhormat Eddy Sembiring yang selalu memberikan semangat, dukungan moril, maupun materil dan juga doa kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. H. Akhmad Mujahidin, M.Ag selaku rektor UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Bapak Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
5. Bapak Mulyono, ST, MT selaku sekretaris Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
6. Bapak Dr. Alex Wenda, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Dr. Liliana, ST., M.Eng selaku dosen penguji dua dan sekaligus pembimbing akademik yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.



8. Ibu Susi Afriani ST, MT selaku dosen penguji satu yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi keritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.

9. Untuk yang terkasih Tia Maryadi, SE yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam pengerjaan tulisan ini.

10. Untuk teman-teman seperjuangan atau seangkatan yang sudah meraih gelar ST maupun yang masih proses meraih gelar ST.

11. Alumni Teknik Elektro Uin Suska yang telah membantu dalam hal motivasi untuk penyelesaian Tugas Akhir ini,

12. Seluruh Pihak Prodi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,

**BERI RIFAL OCLANDO**

**11455104998**



Hak Cipta dan Merek Dagang UIN Sultan Syarif Kasim Riau  
 1. Dilarang menyalin, menduplikasi, atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-5
1.3. Tujuan Penelitian .....	I-5
1.4. Batasan masalah.....	I-5
1.5. Manfaat penelitian .....	I-6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Profil Kabupaten Pelalawan .....	II-2
2.3 Desa Kuala Panduk.....	II-3
2.4 Studi Beban Listrik .....	II-3
2.5 Biomassa.....	II-4
2.5.1 Parameter dalam Kandungan Biomassa .....	II-4
2.5.2 Jenis-Jenis Biomassa .....	II-5
2.6 <i>Direct combustion</i> sebagai Metode Konversi Biomassa menjadi Energi.....	II-6
2.6.1 Siklus Kerja Direct Combustion.....	II-6
2.6.2 Output <i>Direct Combustion</i> .....	II-7
2.7 Pembangkit Listrik Biomassa (PLTBm) .....	II-7
2.7.1 Konversi fisika.....	II-8
2.7.2 Konversi biologi .....	II-8
2.7.3 Konversi kimia .....	II-8
2.8 Komponen Utama PLTB .....	II-8
2.8.1 <i>Direct Combustion</i> .....	II-8
2.8.2 Boiler .....	II-8
2.8.3 Kondenser.....	II-9
2.8.4 Turbin .....	II-9
2.8.5 Generator .....	II-9
2.9 Komponen Pendukung PLTB.....	II-9
2.9.1 Alat Pencacah Biomassa.....	II-9
2.10 Analisis Teknis .....	II-10



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
 University of Sultan Syarif Kasim Riau

2.10.1	Penentuan Potensi Biomassa Berbahan Dasar Pelelepah Sawit.....	II-10
2.10.2	Penentuan Lokasi Pengembangan PLTB .....	II-12
2.11	Analisis Ekonomi.....	II-13
2.11.1.	Biaya Investasi.....	II-13
2.11.2.	Arus Manfaat (Inflow).....	II-13
2.12	Analisa Kelayakan Finansial .....	II-13
2.12.1	<i>Net Present Value</i> (NPV) .....	II-14
2.12.2	<i>Payback Periode</i> (PP) .....	II-14
2.12.3	<i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR).....	II-14
2.12.4	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	II-15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Prosedur Penelitian .....	III-1
3.2	Tahap Identifikasi Masalah.....	III-2
3.3	Studi Literatur .....	III-3
3.4	Pengumpulan Data.....	III-4
3.5	Perhitungan Matematis Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa .....	III-5
3.5.1	Perhitungan Aspek Teknis.....	III-5
3.5.2	Aspek Ekonomi .....	III-6
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	III-7
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Gambaran Umum Lokasi.....	IV-1
4.2	Pengolahan Data Penelitian .....	IV-3
4.3	Pengolahan Data Penelitian .....	IV-4
4.4	Analisis Aspek Teknis .....	IV-5
4.5	Analisa Aspek Ekonomi .....	IV-11
4.6	Analisa Kelayakan Finansial .....	IV-13
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>1</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Wilayah Kabupaten Pelalawan .....	II-3
Gambar 2.2 Proses Gastifikasi.....	II-6
Gambar 2.3 Updraft Gasifier .....	II-10
Gambar 2.4 Downdraft Gasifier .....	II-10
Gambar 2.5 Crossdraft Gasifier.....	II-11
Gambar 2.6 Siklon.....	II-13
Gambar 2.7 Filter untuk memisahkan gas dengan partikel .....	II-14
Gambar 2.8 Mesin untuk Mencacah Pelepah Sawit.....	II-15
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	III-2
Gambar 4.1 Peta Desa Kuala Panduk, Kecamatan Teluk Meranti.....	IV-1

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keunggulan dan Kekurangan Gasifier .....	II-12
Tabel 3.1 Data primer yang dibutuhkan dan sumber data.....	III-4
Tabel 4.1 Potensi Pelepah Kelapa Sawit di Desa Kuala Panduk.....	IV-4
Tabel 4.2 Beban puncak harian Desa Kuala Panduk.....	IV-5
Tabel 4.3 Spesifikasi Boiler Hasil Rancangan.....	IV-7
Tabel 4.4 Spesifikasi Turbin-Generator Hasil Rancangan.....	IV-10
Tabel 4.5 Analisa Net Present Value.....	IV-14
Tabel 4.6 Analisa Payback Period.....	IV-1



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi dalam beberapa sektor di Indonesia terjadi peningkatan sejalan pada cepatnya populasi dan ekonomi nasional mengalami pertumbuhan. Pada tahun 2005-2025 *blue print* pengolahan energi nasional, Indonesia kebijakan pada tahun 2025 akan dicapai turunnannya peran minyak bumi berjumlah 26%, batubara meningkat menjadi 32% dan energi terbarukan meningkat menjadi 15% [1].

Setiap tahunnya listrik mengalami peningkatan. Pada tahun 2020-2029 RUPTL (Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik) dan PT PLN (Persero) menyampaikan, listrik yang dibutuhkan diprediksi akan mencapai 55.000 MW. Kemudian *mean* (Rata-rata) listrik meningkat pertahunnya berjumlah 5.500 MW. Pada keseluruhan dayanya berjumlah 32.000 MW (57%) didirikan oleh PLN, serta sisa yang berjumlah 23.500 MW dikembangkan oleh pengembang listrik swasta akan dilengkapi [2]. Semakin langkanya ketersediaan bahan bakar berbasis fosil akan berdampak pada naiknya harga BBM. Energi terbarukan menjadi pilihan alternatif masyarakat untuk mengantisipasi kelangkaan sumber energi konvensional dimasa yang akan datang. Biomassa adalah energi alternatif yang dapat dimanfaatkan [3].

Biomassa berfungsi sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah dengan lingkungan, didapatkan dengan mudah, ekonomis serta bisa dimanfaatkan masyarakat luas [4]. Seperti halnya di Provinsi Riau perkebunan kelapa sawit yang diubah menjadi hamparan biomassa dan belum termanfaatkan secara optimal. Disamping itu, kelapa sawit termasuk dalam program kegiatan Perluasan dan percepatan *masterplan* pada pembangunan Ekonomi di Indonesia. Pada tahun 2016, luas area perkebunan sebesar 2.462.095 hektar dan di produksi sebanyak 7.717.612 ton. Luasan areal perkebunan kelapa sawit terbesar di Riau berada di Kabupaten Pelalawan mencapai 210.537 hektar [5].

Limbah pelepah kelapa sawit yang sudah diolah dapat dipergunakan sebagai salah satu bahan bakar alternatif energi terbarukan yang disebut bahan bakar biomasa. biomassa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri khususnya untuk membakar, memasak, dan sebagainya [6]. Pelepah sawit memiliki energi panas (*calorific value*) sebesar 15,719 kJ/kg.

Satu hektar lahan sawit berpotensi menghasilkan 2,1 ton TBS/bulan, dan menghasilkan limbah yang padat saat dilakukan proses olahan kelapa sawit pada tandan



buah setiap tonnya yang segar dihasilkannya cangkang (*shell*) 6,5 %, serabut (*fibre*) 13 %, tandan kosong (*TKS*) dan 23 % serta 60 % limbah cair. *Shell* (Limbah padat cangkang) serta *fibre* (serabut) TBS setiap tonnya tercapai 190 kg-an. Jumlah limbah padat sangat besar yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit ialah tandan yang kosong kelapa sawit (TKKS) atau TBK dengan pencapaian 230 kg. Secara kuantitatif, limbah pelepah sawit dapat dikalkulasi dengan jumlah pelepah dikali dengan nilai kalori dikali dengan nilai konversi [7].

Sementara itu disamping potensi biomassa yang memadai, pemmasalahan kebutuhan energi di daerah kabupaten Pelalawan belum memenuhi kebutuhan listrik di daerah pedesaan. Pemkab Pelalawan pada tahun 2016 telah berupaya meningkatkan rasio elektrifikasi Pelalawan dari 21,27% menjadi 74,42% [8]. Namun, dari 12 Kabupaten/Kota di Riau, Pelalawan adalah kabupaten yang memiliki rasio elektrifikasi paling rendah. Rasio desa berlistrik saat ini baru mencapai 77,12% sedangkan daerah lain rata-rata sudah di atas 90% dan ada yang tuntas 100% [9]. Berdasarkan database desa berlistrik PLN rayon wilayah Riau dan Kepri 2019, Kecamatan Teluk Merani yang terletak Kabupaten Pelalawan merupakan kecamatan paling banyak memiliki desa belum dialiri listrik. Dari 8 desa, hanya 1 desa yang telah dialiri listrik PLN. Desa yang belum dialiri listrik diantaranya Gambut Mutiara, Labuhan Bilik, Pulau Muda, Petodaan, Teluk Binjai, Kuala Panduk dan Segamal [10].

Desa Kuala Panduk merupakan desa di Kecamatan Pelalawan yang terletak pada 0,527036 *latitude* dan 102.421096 *longitude*. Terdapat 167 KK dengan luas wilayah 4.550 ha. Disamping itu konsumsi listrik juga dipengaruhi oleh laju pertumbuhan penduduk di Desa Kuala Panduk yaitu 6,71% yang menandakan tingginya angka kelahiran dan jumlah pendatang ke wilayah ini karena terkait dengan penyerapan tenaga kerja dari sektor pengolahan perkebunan di Pelalawan[11]. Selain itu, berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di Desa Kuala Panduk diketahui bahwa konsumsi energi listrik rata rata sebesar 0,82 kWh untuk beban rumah tangga sedangkan fasilitas umum rata-rata sebesar 1,97 kWh. Fasilitas umum di Desa Kuala Panduk terdiri dari Mesjid dan kantor desa.

Dalam rangka pencarian sumber energi alternatif yang paling efektif dan efisien pada Desa tersebut yang terdapat beberapa kendala dalam pengembangan PLTS yaitu kendala cuaca seperti kondisi mendung pada siang hari sehingga penyimpanan daya listrik akan terganggu[12]. Data *Surface Meteorological dan Solar Energy* (SMSE) Desa Kuala Panduk berpotensi dapat menghasilkan 3,98 KWh/m<sup>2</sup>/hari [13] yang artinya belum



mencapai potensi untuk didirikannya PLTS menurut Ariani[14], rata-rata radiasi matahari adalah berkisar 4,8 KWh/m<sup>2</sup>/hari agar memiliki potensi yang layak. Sedangkan untuk PLTA (pembangkit listrik tenaga angin) memiliki keterbatasan dalam SDM pada daerah tersebut[15]. Berdasarkan data potensi angin dari *Prediction of Worldwide Energy Resource (Power) Database* milik NASA di Desa Kuala Panduk, diketahui bahwa rata-rata kecepatan angin per bulan sebesar 2,97 m/s [16]. Desa kuala panduk memiliki empat sungai yaitu sungai panduk, sungai teluk koto, sungai penyamahan dan sungai kulub, namun keempat sungai ini tidak memiliki arus yang cukup untuk dijadikan pembangkit listrik mikro/hidro. Syarat arus untuk pembangkit listrik tenaga mikro minumum 1,5 m/s[17] sedangkan Desa kuala panduk memiliki arus lebih kecil dari 1 m/s.

Potensi yang memadai untuk daerah kuala panduk adalah biomassa mengingat ketersediaan produktivitas kelapa sawit yang cukup besar, selain itu pengolahan biomassa seperti limbah pelepah kelapa sawit belum dimanfaatkan secara optimal. Dibandingkan dengan pembangkit listrik, bahan bakar fosil dengan biomassa bisa memperkecil emisi emisi pada karbon. Saat tumbuh karbon diserap biomasa, membuat siklus hidup, konversi ke listrik, biomassa dibangkitkan mulai dari penanaman serta penanaman ulang bisa dihasilkan emisi karbon dengan jumlah yang minim. Dipergunakannya limbah sebagai bahan baku juga dapat menghindari produksi gas metana [18].

Penggunaan biomassa untuk menghasilkan panas secara sederhana yaitu biomassa langsung dibakar dan menghasilkan panas. Dan panas hasil pembakaran akan dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Panas hasil pembakaran biomassa akan menghasilkan uap dalam boiler. Uap akan ditransfer kedalam turbin sehingga akan menghasilkan putaran dan menggerakkan generator. Putaran dari turbin dikonversi menjadi energi listrik melalui magnetmagnet dalam generator. Agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar maka diperlukan teknologi untuk mengkonversi biomassa, diantaranya beberapa teknologi untuk konversi biomassa [19].

Limbah pelepah sawit yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi biomassa dengan menggunakan konversi termokimiawi. Konversi termokimiawi merupakan teknologi yang memerlukan perlakuan termal/panas yang dapat memicu terjadinya reaksi kimia dan menghasilkan bahan bakar. Dalam konversi fisika dilakukan dengan proses *combustion* sehingga dihasilkan gas yang dimurnikan dan dimanfaatkan uapnya agar menggerakkan turbin [19].



Desa Kuala Panduk terdapat 210 ha kebun kelapa sawit dengan jumlah produktivitas sekitar 180 ha per tahun, potensi residu kelapa sawit sekitar 2.130 ton per tahun [20]. Tetapi di daerah desa Kuala Panduk tidak terdapat Pabrik Kelapa Sawit, sehingga semua sisa produksi menjadi limbah buang. Menurut [21] untuk mengestimasi jumlah pelepah sawit yang dihasilkan dalam satu periode panen ditentukan oleh umur tanaman sehingga dalam penentuan produksi pelepah perlu memperhatikan variasi umur tanaman mulai dari < 8 tahun, 8-13 tahun dan >13 tahun. Umur tanaman sawit di Desa Kuala Panduk bervariasi mulai dari 8-13 tahun sehingga penghasilan pelepah juga dapat berkelanjutan. Dari hasil studi pendahuluan diketahui bahwa masyarakat Desa Kuala Panduk membagi luas perkebunan atas umur tanam, sehingga diketahui bahwa terdapat 30 ha tanaman yang berusia di atas 13 tahun, 100 ha tanaman berusia 8-13 tahun dan < 8 tahun memiliki luas 50 hektar dan 30 ha lainnya tidak menghasilkan. Penentuan pelepah sawit (*phylotaxis*) ditentukan atas rumus duduk daun 1/8 yaitu setiap satu kali berputar melingkari batang terdapat 12 pelepah sawit [22]. Dari perhitungan potensi (lampiran 1) diketahui bahwa terdapat 29.865.600 pelepah sawit atau dengan bobot 14.932,8 ton pelepah yang dapat diproduksi menjadi bahan baku PLTB. Berdasarkan faktor konversi diketahui bahwa potensi energi listrik yang dapat di hasilkan adalah 2,611 kWh.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Desa yang dilakukan oleh peneliti diketahui bahwa tidak diketahui waktu pasti akan dialiri listrik PLN, selama ini masyarakat hanya menggunakan generator set sebagai penerangan dan memenuhi kebutuhan listrik, namun kepala desa mengatakan bahwa pihak pemerintah kabupaten pernah mengkonfirmasi akan mengadakan listrik PLN sebelum tahun 2025.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan peneliti, Desa Kuala Panduk memang belum pernah dialiri listrik PLN, warga desa mendapatkan listrik dengan PLTD yang diaktifkan mulai jam 18.00 – 06.00 waktu setempat, di Desa Kuala Panduk Penerangan yang dilakukan menggunakan generator set (genset) dengan biaya operasional per bulan sekitar Rp.200.000-Rp.250.000 sedangkan penghasilan rata-rata masyarakat adalah < Rp.2.000.000 per bulan.

Penelitian ini menggunakan perhitungan matematis. Perhitungan matematis dapat mengkonstruksikan sistem terbaik dalam simulasi analisis teknis dan ekonomi dari pembangkit listrik dengan sumber daya energi baru terbarukan sehingga dapat memperkirakan kelayakan bisnis suatu proyek EBT secara biaya investasi, operasi, pergantian komponen, bahan bakar yang digunakan selama masa proyek dengan tingkat



error tahunan sekitar 3% [23]. Simulasi proyek pembangkit listrik tenaga biomassa dari limbah pelepah sawit yang dikembangkan selanjutnya akan menghasilkan informasi yang dapat berguna bagi pemerintah ataupun penyedia layanan listrik (PLN) dalam mengatasi kebutuhan energi listrik di Desa Kuala Panduk Kabupaten Pelalawan.

Karena pentingnya masalah energi pada kasus ini, maka penulis melaksanakan penelitian dengan diberi judul, “**Analisis Teknis dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa dari Limbah Pelepah Sawit di Kabupaten Pelalawan (Studi pada Desa Kuala Panduk)**”.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dipaparkan berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya. Adapun rumusan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Bagaimana kebutuhan beban listrik di Desa Kuala Panduk?
2. Apakah perencanaan Pembangkit listrik tenaga biomassa layak di analisis secara teknis dan ekonomi, sehingga bisa menghasilkan energi listrik dan dapat memenuhi kekurangan listrik di Desa Kuala Panduk?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Menghitung dan menganalisis kebutuhan energi listrik di Desa Kuala Panduk.
2. Menganalisis secara teknis dan ekonomi sebuah desain sistem pembangkit listrik tenaga biomassa yang mampu memenuhi kebutuhan listrik Desa Kuala Panduk secara kontinyu selama umur proyek 20 tahun
3. Melakukan analisis dan merekomendasikan hasil skema sistem dari pembangkit listrik tenaga biomassa menggunakan perhitungan matematis yang layak dari aspek teknis dan ekonomi

### 1.4. Batasan masalah

Pematasan masalah dilakukan untuk memberikan gambaran lingkup penelitian agar tidak meluas. Adapun cakupan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan membahas beban listrik rumah tangga dan tidak membahas fasilitas umum di Desa Kuala Panduk.



2. Penelitian ini menganalisa sistem dengan perhitungan teoritis dan tidak merancang alat
3. Penelitian ini menganalisa perencanaan awal secara teknis dan ekonomi pembangkit listrik tenaga biomassa, dan tidak membahas secara spesifik perancangan pembangkit
4. Sistem pembangkit yang akan disimulasikan adalah sistem pembangkit tenaga biomassa yang tidak tersambung ke jaringan listrik utama (*off-grid*)
5. Potensi energi terbarukan yang digunakan dalam simulasi ini adalah potensi biomassa khususnya pelepah kepala sawit.
6. Analisis ekonomi yang terdapat dalam penelitian ini hanya membahas *Net Present Value* (NPV) pembangkit selama periode 20 tahun, *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback period* (PBP) pembangkit.

#### 1.5. Manfaat penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan manfaat sebagai berikut:

1. Dihasilkannya sebuah desain sistem pembangkit listrik yang menggunakan tenaga biomassa yang optimal dan ramah lingkungan.
2. Lebih memudahkan pemerintah setempat untuk melakukan pembangunan pembangkit listrik di desa Kuala Panduk.
3. Dengan dilakukan penelitian ini penggunaan energi terbarukan untuk membantu dalam meningkatkan rasio elektrifikasi dan rasio listrik desa dapat terlaksana dengan mudah
4. Bisa dijadikan bahan acuan bagi peneliti, maupun badan usaha yang ingin melakukan penelitian dan pembangunan dibidang ketenagalistrikan.





biomassa TKKS. Hasil analisis emisi pada pelet sesuai dengan standar yang ditetapkan (KEP-13/ MENLH / 3/1995). Hasil dari analisis tekno ekonomi menjelaskan bahwasanya usaha dalam memproduksi pelet TKKS dapat dioperasikan berdasarkan tolak ukur NPV Rp746.461.783.040,- , IRR 35,6 %, dan *Pay back period* (PBP) 2,8 per tahun. Usaha akan meningkat jika usaha dijalankan sebanyak dua atau tiga shift, dengan IRR pada dua shift menjadi 74,7% kemudian PBP 1,3 tahun. Usaha relatif sensitif pada peningkatan atau pengurangan parameter rendemen produk, intensitas hari bekerja per tahun, dan biaya produk[25].

Arif Zulkifli pada penelitian yang berjudul “Analisis Kelayakan Potensi Pembangunan PLTBG Pome di Wilayah Perkebunan Sawit”. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa pada PLTBg POME memiliki rata-rata COD 49.600 ppm, TSS 19.300 ppm pada pH5 dan temperatur 55°C. Konversi COD menjadi biogas menggunakan *modified covered lagoon* seperti scrubber, blowe, flare, blower sebelum masuk ke *gas engine* dengan kapasitas 2x 600 MWe[26].

Lutfhi Parinduri pada penelitian yang berjudul “Analisa Pemanfaatan Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Untuk Sumber Pembangkit Listrik”. Dari hasil analisa yang telah dilakukan hampir keseluruhan serat dari bahan cangkang sawit dapat menghasilkan energi dengan pasokan uap 18 ton/jam untuk boiler. Terdapat sisa bahan cangkang sebesar 441,5 ton perbulan. Pemanfaatan bahan biomassa memiliki dua jenis yang sudah mampu memenuhi kebutuhan konsumsi listrik pabrik yaitu 734 Kwh. Bahan seperti tandan kosong dan pome dapat digunakan untuk meningkatkan nilai keuntungan bagi PKS[27].

Berdasarkan dari penelitian yang dijelaskan sebelumnya terdapat kelemahan serta keunggulannya. Dari penelitian yang sudah dilakukan diatas beberapa pembangkit hanya digunakan untuk kebutuhan dan konsumsi pabrik sehingga masyarakat di daerah sekitar pabrik tidak mendapat keuntungan bahkan manfaat dari pembangkit yang dibangun. Oleh karena itu dilakukan kajian terhadap analisis ekonomi dan teknis PLTB cangkang sawit yang disebutkan di bab 1, sehingga menghasilkan rujukan untuk pemerintah memberikan perhatian khusus terhadap daerah terpencil dengan memanfaatkan energi yang ada di Desa Kuala Panduk.

## 2.2 Profil Kabupaten Pelalawan

Kabupaten Pelalawan merupakan satu diantara beberapa kabupaten yang terdapat di Provinsi Riau, ibu kotanya adalah Pangkalan Kerinci. Kabupaten tersebut berasal dari

Kabupaten Kampar yang dimekarkan. Luas wilayahnya sebesar 13.924,94 km<sup>2</sup>, yang dipisah aliran Sungai Kampar, dan menjadi kawasan bertemunya Sungai Kampar Kiri dan Kampar Kanan. Terdapat lebih dari satu pulau di daerahnya yang relatif besar yaitu: Pulau Muda, Serapung dan Mendol kemudian pulau yang termasuk kecil diantaranya: Pulau Labuh, Tugau, Untut, Ketam, dan Baru[28].



Gambar 2.1. Peta Wilayah Kabupaten Pelalawan

(Sumber: wikipedia.org)

### 2.3 Desa Kuala Panduk

Desa Kuala Panduk terletak di Sungai Kampar pada koordinat  $103^{\circ}11'103^{\circ}$  bujur timur dengan  $0^{\circ}27'041^{\circ}$  lintang utara. Desa Kuala Panduk memiliki 167 KK dengan luas wilayah 4.550 hektar [20]. Desa Kuala Panduk belum teraliri listrik PLN dengan sistem penerangan menggunakan generator set atau berlistrik non PLN.

### 2.4 Studi Beban Listrik

Penelitian ini menggunakan analisa pada beban listrik masyarakat Desa Kuala Panduk. Studi beban listrik memiliki beberapa tahap seperti mendata kebutuhan beban listrik rumah tangga di Desa dan menyajikannya kedalam profil beban listrik. Studi beban bersumber dari pengisian kuesioner yang disajikan dalam *spreadsheet* kepada masyarakat terhadap konsumsi energi per hari. Metode perhitungan beban listrik adalah dengan menjadikan rata-rata penggunaan listrik secara *sampling*.

Teknik *sampling* untuk studi beban listrik memakai metode *probability sampling*. “*Probability sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang



yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel”[29]. Sedangkan “*simple random sampling* adalah metode pengambilan sampel telah disesuaikan dengan taraf signifikansi dari penelitian yakni 1% dan 5% dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam suatu populasi karena populasi dianggap homogen, dan jumlah sampel 1% saja sudah cukup mewakili”[29]. Jumlah penarikan sampel dapat diambil 10-30% apabila populasi memiliki anggota lebih besar dari 100[30].

## 2.5 Biomassa

Menurut penjelasan IEA (International Energy Association, [www.Iea.Org](http://www.Iea.Org)), Biomass merupakan materi yang berasal dari segala hayati, termasuk bahan bakar fosil atau gambut, yang memiliki energi kimiawi (asalnya diperoleh dari matahari) dan dapat diubah menjadi berbagai sumber energi. Pembawa lain Biomassa adalah satu dari beberapa energi pengganti, bersumber dari bahan organik dan dihasilkan dari reaksi fotosintesis secara produk ataupun sisa. Biomassa yang ada di alam diantaranya pohon, rumput, limbah pertanian, sisa pembusukan tanaman ataupun kotoran hewan. Biomassa dapat diolah menjadi energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar minyak dan gas bumi karena berbagai alasan seperti kelestarian, terbaruan, dan ramah lingkungan dengan minimnya polutan (sulfur dan carbon monoksida) yang dihasilkan. Selain itu biomassa dapat mengesiesi pemanfaatan sumber daya pertanian dan kehutanan yang ada di Indonesia[31].

### 2.5.1 Parameter dalam Kandungan Biomassa

Biomassa memiliki berbagai kandungan yang mempengaruhi proses konversinya untuk dijadikan energi. Berikut ini beberapa parameter yang digunakan dalam melakukan pengelompokan terhadap kandungan biomassa yang dapat menjadikannya layak dikonversi menjadi energi:

#### 2.5.1.1 Kalori atau Nilai Kalor

Semakin tinggi nilai kalor yang dimiliki biomassa maka proses konversi biomassa akan semakin baik sehingga biomassa yang dihasilkan akan meningkat karena tingginya kadar energi terkonversi.

#### 2.5.1.2 Kadar Air

Bahan yang dimanfaatkan bermoistur rendah. Hal ini dikarenakan tingginya moisture akan berdampak pada banyaknya kehilangan panas. Dampak lainnya adalah bertambahnya beban saat proses mendinginkan dikarenakan adanya peningkatan *pressure drop*. Proporsi ideal dari moisture bahan adalah dibawah 20%.



### 2.5.1.3 Kadar Abu

Biomassa yang melalui proses konversi akan menghasilkan adanya kadar abu. Kadar abu yang tinggi akan berdampak negatif terhadap proses konversi biomassa karena kadar abu akan mengakibatkan penyumbatan saluran hal ini berdampak pada pemeliharaan dan biaya perawatan. Dalam sistem pembangkit listrik tenaga biomassa diharapkan kadar abu tidak melewati ambang yaitu 2 hingga 6 g/m<sup>3</sup>.

### 2.5.1.4 Tar

Tar adalah kandungan merugikan serta dihindari dikarenakan memiliki sifat korosif. Tar berbentuk cairan kental yang berwarna hitam berasal dari destilasi destruktif material organik. Tar juga beraroma tajam hingga beresiko membuat pernapasan terganggu. Pada tahapan terbentuknya tar, berbentuk approximate atomic CH<sub>1.2</sub>O<sub>0.5</sub>, yang dihasilkan pada temperatur pirolisis dan terkondensasi berupa asap, akan tetapi dikejadiannya tertentu tar akan berbentuk zat cair pada suhu rendah. Jika gas yang dihasilkan terkandung di dalamnya tar yang tinggi kemudian digunakan di motor, akan timbul timbunan dalam intake valve serta karburatornya kemudian terganggu kinerjanya. Desain yang baik pada gasifier memiliki kemungkinan yang besar memperoleh tar di bawah 1 g/m<sup>3</sup> dan tidak lebih.

## 2.5.2 Jenis-Jenis Biomassa

### 2.5.2.1 Biomassa Basah

Biomassa basah merupakan jenis biomassa yang berasal dari berbagai limbah ataupun kotoran yang melalui tahap anaerob agar dapat memperoleh gas metan kemudian dipergunakan sebagai penggerak generator listrik. Biomassa basah yang diproses secara anaerobik pada suatu sistem umumnya melibatkan proses biogas. Biogas yang diolah pada biomassa basah adalah dengan menggunakan kotoran ternak yang lebih banyak gas metan (CH<sub>4</sub>). Namun pada sampah rumah tangga yang memiliki banyak komponen organik (74%) dan selebihnya 26% berbentuk bahan sulit terurai, dan belum umum dipergunakan sebagai biogas. Selain itu, biogas umumnya dipergunakan untuk keperluan memasak dan masih membutuhkan lebih proses tambahan jika dijadikan pembangkit listrik[32].

### 2.5.2.2 Biomassa Kering

Biomassa kering atau yang disebut dengan *dry biomass* merupakan biomassa yang berasal dari tumbuhan yang memiliki karbon dan hidrogen sebagai prekursor energi yang akan dibakar. Biomassa kering yang dijadikan energi mengalami berbagai macam proses



seperti pengeringan, pirolisis hingga reduksi sehingga menghasilkan gas yang dapat dijadikan *combustion* dalam sistem pembangkit listrik tenaga biomassa[33].

## 2.6 Direct combustion sebagai Metode Konversi Biomassa menjadi Energi

Proses konversi dengan pembakaran langsung merupakan paling mudah dan konvensional dibanding dengan yang lainnya. Pada proses ini, bahan baku biomassa langsung dibakar tanpa proses-proses tertentu. Pada proses pembakaran langsung biomassa pada umumnya menggunakan prinsip kerja yang sama dengan PLTU.

Pada proses PLTU dengan menggunakan metode Direct Combustion memiliki dampak lingkungan yang buruk bagi lingkungan karna menghasilkan emisi berupa gas dan abu, adapun gas yang dihasilkan berupa CO<sub>2</sub> sebanyak 423.233 ton per tahun, SO<sub>x</sub> sebanyak 102.093 ton pertahun dan NO<sub>x</sub> sebanyak 39.875 ton per tahun dan juga Abu Terbang (AT) sebanyak 56.700 ton per tahun dan Abu Endapan (AE) 14.162 ton per tahun [8].

### 2.6.1 Siklus Kerja Direct Combustion

Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm) metode *Direct Combustion* adalah suatu sistem pembangkit thermal dengan menggunakan uap air sebagai fluida kerjanya, yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik uap untuk menggerakkan poros sudu-sudu turbin. Untuk memproduksi listrik dengan tenaga uap adalah dengan mengambil energi panas yang terkandung dalam biomassa untuk memproduksi uap kemudian di pindahkan kedalam turbin dan turbin tersebut merubah energi panas menjadi energi mekanis dalam bentuk gerak putar. Kemudian karena poros turbin dan poros generator dikopel maka generator akan ikut berputar sehingga bisa menghasilkan listrik.

Pada instalasi pembangkit daya listrik yang memanfaatkan uap bertekanan tinggi untuk menggerakkan Turbin uap, digunakan suatu acuan siklus kerja yang mejadi dasar dari pengoperasian instalasi pembangkit tersebut. Siklus kerja yang digunakan pada instalasi pembangkit pada PLTBm adalah siklus Rankin (*Rankine cycle*), dimana air sebagai fluida kerja dalam siklus akan digunakan sebagai mediator pembangkitan tenaga dengan memanfaatkan perubahan fasa antara cairan dan uap melalui suatu proses perpindahan panas.





### 2.7.1 Konversi fisika

Konversi fisika pada biomassa adalah dengan menggunakan metode Direct Combustion yang membakar langsung biomassa untuk dijadikan bahan bakar yang memanaskan air dalam boiler lalu menjadikan proses termodinamika untuk menghasilkan energi listrik.

### 2.7.2 Konversi biologi

Konversi biologi meliputi proses fermentasi dengan membusukkan biomassa dengan bakteri agar menghasilkan gas metana ( $CH_4$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ), selain proses fermentasi ada proses densifikasi yaitu teknik konversi biomassa menjadi pelet atau briket guna meningkatkan nilai kalor biomassa.

### 2.7.3 Konversi kimia

Konversi kimia pada biomassa adalah dengan metode Gasification yaitu mengubah energi biomassa dengan sebuah reaktor (Gasifier) yang mengkonversi bahan baku biomassa menjadi bahan bakar Syngas.

## 2.8 Komponen Utama PLTB

Terdapat 16 komponen utama dalam desain pembangkit listrik tenaga biomassa diantaranya *combustion*, reaktor tabung *carbon steel*, *engine*, *blower*, *H-beam*, *steel plat*, pipa karon *steel*, kabel listrik, indikator suhu, indikator tekanan, kontrol panel, bahan bakar biomassa, protabel temperatur, selang tahan panas, gas penampung dan pemotong biomassa[33]. Namun untuk komponen utama pembangkit listrik tenaga biomassa hanya ada 4 komponen yaitu gasifier, cyclon, gas filter dan tar wet scrubber. Berikut adalah penjelasan komponen utama PLTB:

### 2.8.1 Direct Combustion

Proses konversi dengan pembakaran langsung merupakan paling mudah dan konvensional dibanding dengan yang lainnya. Pada proses ini, bahan baku biomassa langsung dibakar tanpa proses-proses tertentu. Pada proses pembakaran langsung biomassa pada umumnya menggunakan prinsip kerja yang sama dengan PLTU.

### 2.8.2 Boiler

Boiler atau ketel uap merupakan bejana terbuat dari baja tertutup di mana panas pembakaran dialirkan air sampai terbentuk uap atau steam berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Uap atau steam pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang kemudian digunakan untuk



mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses. Jika air di didihkan sampai menjadi uap, maka volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik [10].

### 2.8.3 Kondenser

Kondensor adalah alat penukar kalor yang di dalamnya terdapat dua siklus yang saling berkaitan, yaitu siklus fluida panas (refrigeran) dan siklus fluida dingin (air kondensor), yang keduanya saling berlawanan arah. Alat ini merupakan salah satu komponen utama pada PLTBm yang berfungsi mengkondensasikan uap bekas keluar turbin tekanan rendah menjadi air dengan media pendingin air. Agar proses kondensasi tersebut lebih efisien, maka tekanan di kondensor harus lebih rendah (divakumkan)[10].

### 2.8.4 Turbin

Turbin adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik yang tersimpan didalam fluida kerja menjadi energi mekanis rotasional. Turbin uap ini dapat menghasilkan daya karena proses ekspansi uap dari tekanan yang lebih tinggi ke tekanan yang lebih rendah.

Turbin uap terdiri dari sebuah cakram yang dikelilingi oleh daun-daun cakram yang disebut sudu-sudu. Sudu-sudu ini berputar karena tiupan dari uap bertekanan yang berasal dari ketel uap, uap tersebut kemudian dibagi dengan menggunakan *control valve* yang akan dipakai untuk memutar turbin yang dikopelkan langsung dengan pompa dan juga sama halnya dikopel dengan sebuah generator sinkron untuk menghasilkan energi listrik [10].

### 2.8.5 Generator

Generator adalah perangkat yang menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya melalui induksi elektromagnetik. Proses ini disebut pembangkit listrik. Walaupun generator dan motor listrik memiliki banyak kesamaan, motor listrik merupakan perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan untuk bergerak melalui sirkuit eksternal, tetapi generator tidak menghasilkan listrik yang sudah ada di kabel lilitan [15].

## 2.9 Komponen Pendukung PLTB

### 2.9.1 Alat Pencacah Biomassa

Mesin pencacah sawit terdiri dari 5 bagian utama yaitu rangka, pengumpan, pencacah yang menggunakan pisau tipe gergaji sirkuler, unit penyaluran hasil dan sistem penerusan daya dari penggerak motor diesel. Kapasitas pencacahan tergantung dari kadar



air bahan. Menurut Rahmarestia[41] pada kadar air 39.5% kapasitas pencacahan rata-rata 248 kg/jam, sedangkan pada kadar air 22.5%, kapasitasnya 73 kg/jam. Semakin kering tandan kosong sawit, semakin sulit dalam pencacahan sehingga kapasitasnya kecil.



Gambar 2. Mesin untuk Mencacah Pelepah Sawit (bakungpermai.com)

## 2.10 Analisis Teknis

### 2.10.1 Penentuan Potensi Biomassa Berbahan Dasar Pelepah Sawit

Potensi biomassa di Desa Kuala Panduk Kabupaten Kepulauan Meranti hitung berdasarkan kajian potensi. Potensi tersebut dihitung dengan menyeluruh guna diubah menjadi listrik. Hal ini juga mendasari sebuah model pembangkit dengan kesesuaian yang tinggi pada potensi yang tersedia. Menghitung potensi pelepah tanaman kelapa sawit memerlukan informasi terkait jarak tanam kelapa sawit, jumlah potensi tanaman tumbuh dalam satu hektar dan luas perkebunan yang produktif. Menurut [42] jarak tanam kelapa sawit adalah rata-rata 9,2 meter dengan peluang tumbuh bibit pohon adalah 136 batang pohon kelapa sawit dalam satu hektar. Rumus perhitungan potensi sawit tersebut adalah:

$$\text{Banyaknya pohon kelapa sawit} = \text{Jarak tanam} \times \text{luas areal perkebunan} \quad (2.1)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menghitung potensi pelepah berdasarkan dengan usia tanaman. Menurut [42] jumlah pelepah sawit tergantung pada usia tanaman yaitu dari usia tanaman < 8 tahun, 8-13 tahun dan > 13 tahun. Jumlah pelepah < 8 tahun yang harus dipertahankan agar fotosintesis berlangsung baik adalah 25% atau kisaran 48-56 pelepah < 8 tahun dan 40-48 pelepah dengan usia > 8 tahun [43].

$$\text{Jumlah pelepah menjadi limbah} = 25\% \times \text{jumlah pelepah dalam satu pohon} \quad (2.2)$$

$$\text{Jumlah potensi pelepah} = \text{luas areal} \times \text{banyak pohon} \times \text{jumlah pelepah diambil} \quad (2.3)$$



Maka ketersediaan energi biomassa [44]:

$$\text{Potensi ketersediaan energi} = \text{jumlah potensi pelepah} \times \text{nilai kalor pelepah} \quad (2.4)$$

*Keterangan: Nilai kalor pelepah = 15.719 kJ/kg*

Untuk menjadikan pelepah bahan baku maka perhitungan pelepah harus berdasarkan bobot. Sehingga perhitungan bobot dari potensi pelepah yang adalah sebagai berikut:

$$1 \text{ pelepah sawit} = 4 - 6 \text{ kg [45] maka diambil rata-rata 5kg.}$$

$$\text{Bobot pelepah} = 5 \text{ kg berat} \times \text{jumlah pelepah} \quad (2.5)$$

$$\text{Potensi energi biomassa} = \text{bobot pelepah} \times \text{nilai kalor pelepah} \quad (2.6)$$

$$\text{Daya yang dihasilkan} = \text{Potensi yang dihasilkan} \times \text{faktor konversi megajoule} \quad (2.7)$$

*Keterangan : 1 MJ = 0,2778 kWh*

Sehingga akan diperoleh nantinya jumlah daya dalam kWh yang dapat dihasilkan dari potensi teoritis tersebut. Selanjutnya melakukan penghitungan kapasitas yang dibutuhkan dan menetapkan metode mana yang paling efisien untuk diaplikasikan. Dalam kasus ini, peneliti merujuk pada efisiensi termal.

Efisiensi Termal merupakan perbandingan kerja netto dengan kalor yang ditambahkan pada instalasi. Efisiensi termal diantaranya adalah efisiensi bruto (*gross efficiency*) adalah efisiensi yang dihitung atas dasar kerja bruto atau daya bruto turbine generator. Kerja atau daya MW bruto, adalah yang dihasilkan sebelum sebagian daya diambil untuk menjalankan instalasi daya itu sendiri, yaitu untuk menjalankan pompa, kompresor, peralatan penanganan bahan bakar, alat-alat lain, laboratorium, komputer, penerangan kantor dan sebagainya. Efisiensi netto (*net efficiency*) dihitung atas dasar kerja atau daya netto instalasi daya yang nantinya akan dijual kekonsumen. Efisiensi netto didapat dari pengurangan daya bruto dengan daya yang diambil untuk keperluan intern seperti yang di maksud diatas. Selain dari itu ada sebuah parameter yang tak kalah pentingnya yaitu suatu parameter yang mudah menggambarkan konsumsi bahan bakar yang disebut dengan laju kalor (heat rate, HR). Laju kalor adalah jumlah kalor yang ditambahkan, biasanya dalam Btu, untuk menghasilkan satu satuan jumlah kerja, biasanya dalam kilowatt-jam (kWh). Jadi satuan laju kalor adalah Btu/jam. Laju kalor (HR) berbanding terbalik dengan efisiensi, artinya makin rendah laju kalor maka makin baik sebab efisiensi menjadi besar[46].

$$HR \text{ Pusat Bruto} = \frac{\text{Laju pertambahan kalor ke pembangkit (Btu)}}{\text{Daya Pusat Bruto (kW)}} \quad (2.8)$$

Sehingga  $1\text{kWh} = 3412\text{ Btu}$ , setiap laju kalor itu berhubungan dengan efisiensi termal yang bersangkutan sebagai berikut:

$$HR(\text{Laju kalor}) = \frac{3412\text{ Btu}}{nth} \quad (2.9)$$

Bila efisiensi dan laju kalor instalasi daya dinyatakan tanpa penjelasan, maka biasanya yang dimaksud adalah efisiensi dan laju kalor pusat netto. Laju penambahan kalor ke pembangkit dapat dicari dari hasil perkalian antara laju pembakaran dari bahan bakar yang dihabiskan perhari dengan nilai kalor dari bahan bakar tersebut. Laju pembakaran bahan bakar diperoleh dari banyaknya bahan bakar yang dihabiskan perhari.

### 2.10.2 Penentuan Lokasi Pengembangan PLTB

Aspek yang dipakai dalam menetapkan lokasi proyek pembangkit listrik tenaga biomass diantaranya: [47]

1. Aspek fisik  
Aspek fisik lokasi berhubungan dengan kondisi kemudian karakter fisik berdasarkan kondisi geologi, kondisi umum, kondisi lingkungan serta sarana pendukung di lokasi. Penilaian ini juga diperkuat oleh berbagai faktor seperti data hasil survei penyelidikan tanah dan data seismik (gempa), kemudian penetapan dalamnya pondasi tiang bor, selanjutnya peta topografi.
2. Aspek kelistrikan  
Aspek kelistrikan berhubungan dengan kondisi masalah kelistrikan yang dijelaskan oleh jarak terdekat jaringan transmisi.
3. Aspek jalan masuk  
Aspek jalan masuk berhubungan dengan mudahnya akses dari lokasi yang akan berpengaruh pada biaya transport.
4. Aspek bahan bakar dan air  
Aspek bahan bakar dan air berhubungan dengan tersedianya bahan bakar serta air di lokasi tersebut. Bahan bakar dimaksud yaitu limbah sampah biomassa
5. Aspek lingkungan  
Aspek lingkungan berhubungan dengan kondisi lingkungan pada saat ini serta dampak yang mungkin timbul dengan didirikannya pembangkit listrik.
6. Aspek biaya  
Aspek biaya berhubungan dengan biaya investasi kemudian biaya operasi dari pembangkit pada setiap lokasi terpilih, hal ini yang dijadikan landasan pada



penetapan lokasi pembangkit. Seluruh aspek ini harus dijadikan landasan dalam menetapkan lokasi pembangkit yang layak juga menguntungkan.

## 2.11 Analisis Ekonomi

Pada bagian ini menggambarkan metodeologi untuk mengestimasi biaya-biaya yang mungkin timbul dari pemanfaatan biomassa menjadi energi. Biaya-biaya ini meliputi dua komponen biaya utama yaitu biaya operasional dan pemeliharaan (O&M). Pada dasarnya perhitungan biaya produksi energi listrik mempunyai perhitungan yang sama, sehingga perhitungan biaya produksi energi listrik PLTB sama dengan perhitungan biaya produksi energi listrik PLTB. Perhitungan biaya produksi energi listrik PLTB yaitu perhitungan biaya produksi energi listrik PLTB.

### 2.11.1. Biaya Investasi

Biaya investasi merupakan biaya yang dikeluarkan pada awal umur proyek secara keseluruhan. Barang-barang investasi akan habis dipakai jika umur ekonomis dari barang tersebut telah habis waktunya. Kegiatan investasi juga dapat dilakukan lagi jika umur ekonomis dari barang tertentu telah habis sedangkan pelaksanaan proyek belum berakhir, kegiatan ini disebut sebagai re-investasi peralatan. Biaya investasi ini diantaranya biaya sistem operasi, investasi mesin, investasi kontruksi, biaya transmisi listrik, biaya operasional (biaya tetap & variabel), biaya pra/sebelum investasi [48].

### 2.11.2. Arus Manfaat (Inflow)

Manfaat merupakan sesuatu yang dapat menambah pendapatan bagi usaha dengan kata lain segala sesuatu yang diperoleh setelah adanya pengorbanan atau biaya. Pada unit usaha PLTB, manfaat yang diperoleh berasal dari penjualan listrik (Fatimah, 2009). Penetapan harga listrik berdasarkan harga tarif dasar yang ditetapkan PLN. Nilai penjualan listrik diperoleh dari volume produksi listrik dikalikan dengan harga jual listrik [48].

$$\text{Penjualan listrik} = \text{Produksi listrik (kWh)} \times \text{Tarif Listrik (Rp)} \quad (2.13)$$

## 2.12 Analisa Kelayakan Finansial

Dalam mengukur kelayakan proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa diperlukan beberapa parameter berikut yaitu *Net Present Value* (NPV), *Payback Periode* (PP), *Benefit Cost Ratio* (BCR), dan *Internal Rate of Return* (IRR).



**2.12.1 Net Present Value (NPV)**

NPV merupakan hasil dari pengurangan antara *present value* dari arus pemasukan dengan *present value* arus pengeluaran (O&M dan investasi). NPV menunjukkan manfaat bersih yang diterima suatu usaha selama umur dari usaha tersebut pada tingkat *discount rate* tertentu

Kriteria NPV yaitu :[49]

- a. Jika NPV = 0, artinya usaha tidak untung dan tidak rugi
- b. Jika NPV < 0, artinya usaha tidak layak
- c. Jika NPV > 0, artinya usaha layak

Dalam menghitung NPV dengan persamaan di bawah ini:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NB_i}{(i+1)^n} = \sum_{i=1}^n \bar{B}_1 - \bar{C}_1 \tag{2.14}$$

Dimana :

- NPV = *Net Present Value* (Rp)
- NB = *Net Benefit = Benefit - Cost*
- n = tahun ke
- Ci = *Cost* yang telah didiskon
- I = diskon rate (%)
- Bi = *Benefit* yang telah didiskon

**2.12.2 Payback Periode (PP)**

*Payback Periode* adalah suatu periode yang menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan agar modal yang ditanamkan dalam suatu usaha tertentu dapat dikembalikan. Suatu usaha dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan apabila nilai *Payback Periode* lebih kecil dari nilai ekonomis usaha tersebut[49].

Rumus *payback periode* jika arus kas setiap tahunnya berjumlah sama :

$$PP = \frac{\text{Investasi Awal}}{\text{Arus kas (1 tahun)}} \tag{2.15}$$

**2.12.3 Benefit Cost Ratio (BCR)**

*Benefit Cost Ratio* adalah rasio antara manfaat bersih yang bernilai positif (pemasukan) dengan manfaat bersih bernilai negatif (pengeluaran) (Garcia Adriana Perez, 2014).

- a. Jika BCR < 1, maka usaha tidak layak untuk dilaksanakan
- b. Jika BCR ≥ 1, maka usaha layak untuk dilaksanakan

Untuk menghitung BCR dapat menggunakan persamaan berikut :

Hak Cipta dilindungi undang-undang. 1. Dilarang menyalin atau memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber. 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



$$BCR = \frac{\sum_{k=0}^n B_k}{\sum_{k=0}^n C_k} \tag{2.16}$$

Dimana :

BCR = *Benefit Cost Ratio*

B<sub>k</sub> = keuntungan (*benefit*) pada tahun k (Rp)

C<sub>k</sub> = biaya (*cost*) pada tahun k (Rp)

n = periode proyek (tahun)

k = tahun ke

#### 2.12.4 Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return* adalah suku bunga yang akan menyetarakan nilai present value dari arus pemasukan dengan arus pengeluaran.

- a. Apabila IRR lebih kecil daripada suku bunga bank maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan.
- b. Apabila IRR lebih besar daripada suku bunga bank maka proyek layak dilaksanakan.

Untuk menghitung IRR dapat menggunakan persamaan berikut :

$$IRR = i_1 \left( \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \times (i_1 - i_2) \tag{2.17}$$

Dimana :

IRR = *Internal Rate of Return (%)*

NPV1 = *Net Present Value* dengan tingkat bunga rendah (Rp)

NPV2 = *Net Present Value* dengan tingkat bunga tinggi (Rp)

i<sub>1</sub> = tingkat bunga pertama (%)

i<sub>2</sub> = tingkat bunga kedua (%)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

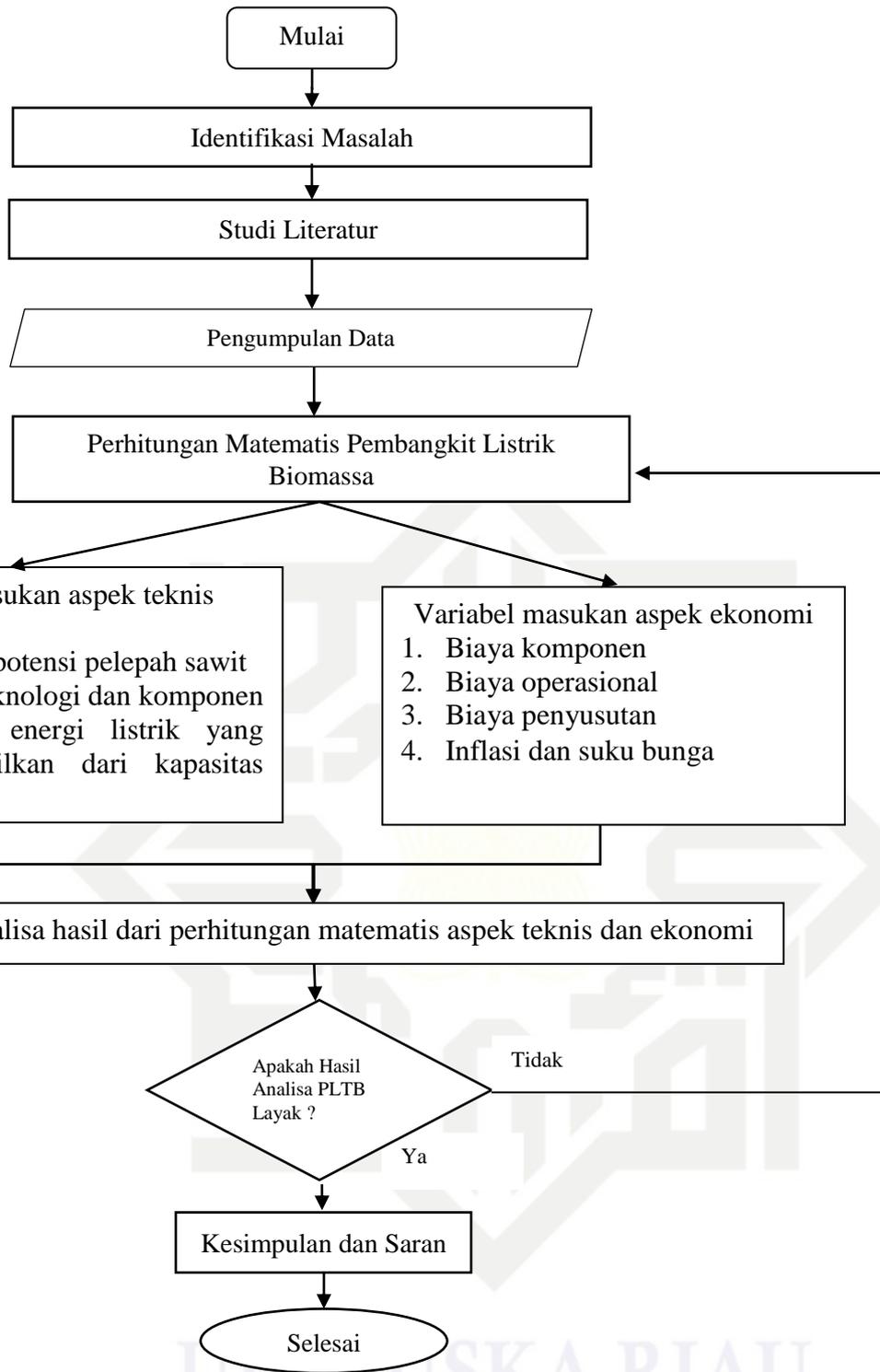
#### 3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan diawali dengan menentukan lokasi yang akan diteliti. Lokasi ditentukan berlandaskan pada studi literatur publikasi yang dimiliki Pemerintah Kabupaten Pelalawan dan atau Desa Kuala Panduk. Hal ini juga dapat dilandasi pada data BPS Kabupaten Pelalawan, Kantor Desa Kuala Panduk, buku, Jurnal yang bersifat ilmiah, kemudian artikel terkait juga memungkinkan.

Apabila lokasi sudah ditentukan, terdapat beberapa tahap yang digunakan, sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi permasalahan
2. Studi Literatur.
3. Mengumpulkan Data
4. Studi Beban Listrik
5. Analisa Hasil Perhitungan Matematis dari Aspek Teknis dan Ekonomi
6. Kesimpulan dan Saran

Selanjutnya tahap dalam penelitian di deskripsikan pada diagram alur Gambar 3.1 dibawah ini.



1.1 Gambar Diagram Alur Penelitian

### 3.2 Tahap Identifikasi Masalah

Pada saat penelitian dilaksanakan, perlu merencanakan beberapa hal yang dipersiapkan di awal. Dalam merencanakan sesuatu, segala sesuatu yang berkaitan teknis lapangan diberikan perhatian khusus untuk menyusunnya lebih jelas yang berguna dalam



menghindari beberapa permasalahan tidak terduga sehingga penelitian dapat berjalan optimal dan efisien. Berikut merupakan rencana yang akan dilakukan saat penelitian:

#### 1. Identifikasi Masalah

Penelitian diawali pada pengidentifikasian permasalahan yang dijabarkan sebelumnya pada latar belakang. Permasalahan pokok yang melandasi yaitu belum mencukupinya listrik yang berasal dari PLN (Persero) di daerah tersebut. Akan tetapi, ketersediaan potensi energi terbarukan seperti biomassa dalam hal ini dari limbah kelapa sawit dapat digunakan sebagai alternatif. Berdasarkan perspektif peneliti, kebutuhan energi listrik di Desa Kuala Panduk cukup besar.

#### 2. Penentuan Judul

Dalam tahapan menentukan judul, hal ini harus berlandaskan pada masalah yang telah dijabarkan dalam kerangka pikir, yang kemudian akan diberikan jawaban dan penyelesaian dari masalah tersebut dalam judul yang diangkat.

#### 3. Rumusan Masalah

Terdapat beberapa hal yang perlu dijawab oleh peneliti terkait pelaksanaan penelitian seperti: seberapa besar kebutuhan listrik, sejauh mana potensi energi biomassa, biaya NPC dan IRR, bagaimana analisa yang dilakukan secara teknis dan ekonomi yang dapat mencukupi kebutuhan energi listrik tersebut, dan seberapa sanggup masyarakat Desa Kuala Panduk untuk melakukan pembayaran listrik.

#### 4. Tujuan dan Manfaat

Terdapat beberapa tujuan terkait adanya penelitian, yaitu melakukan perhitungan pada potensi energi biomassa, kebutuhan listrik, menganalisa Pembangkit tersebut, kemudian memberikan rekomendasi terkait hasil yang diperoleh. Manfaat dari penelitian yaitu bisa dimanfaatkan sebagai acuan membangun sebuah pembangkit listrik atau bagi penelitian selanjutnya.

#### 5. Jadwal Penelitian

Guna menghindari kejadian dan hal yang tidak diperkirakan pada pelaksanaannya, diperlukan penyusunan sistematika waktu dan tempat dimulai pada penyusunan dan perencanaan proposal hingga akhir penyelesaian laporan.

### 3.3 Studi Literatur

Membaca sumber referensi terkait seperti buku, jurnal, dan artikel ilmiah terkait teori tentang komponen serta cara menghitung dalam sistem Pembangkit Listrik Biomassa, baik secara teknis serta ekonomi.



### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data sebagai input data perancangan Pembangkit Listrik Biomassa secara manual. Lokasi di Desa Kuala Panduk, Kabupaten Pelalawan dengan landasan hal berikut:

1. Desa Kuala Panduk belum adanya listrik dari PLN (Persero) secara menyeluruh, akibatnya keinginan dan kebutuhan akan listrik dinilai besar.
2. Potensi energi biomassa sebagai alternatif yang terbarukan dapat dilakukan agar kebutuhan listrik Desa Kuala Panduk terpenuhi.

Populasi pada penelitian yaitu jumlah rumah tangga (KK) di Desa Kuala Panduk. Dalam penentuan sampel dilakukan menggunakan teknik *probability sampling* dan jenisnya *simple random sampling*. “*Probability sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel”. Sedangkan “*simple random sampling* adalah metode pengambilan sampel telah disesuaikan dengan taraf signifikansi dari penelitian yakni 1% dan 5% dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam suatu populasi karena populasi dianggap homogen, dan jumlah sampel 1% saja sudah cukup mewakili”[29].

Tabel 3.1 Data primer yang dibutuhkan dan sumber data

No	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data
1	Sumber saat ini, kapasitas terpasang, lama operasi, biaya penerangan per bulan, dan permasalahan saat ini.	Pengisian kuesioner kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian dengan teknik wawancara.
2	Profil beban, yang meliputi: 1. Konsumsi energi listrik harian 2. Beban puncak harian	Pengisian kuesioner kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian dengan teknik wawancara.
3	Tanggapan masyarakat terhadap perencanaan pembangunan pembangkit dan kesanggupan membayar listrik per bulan	Tanya Jawab kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian.

Pada awal perencanaan, diperlukan respon masyarakat Desa Kuala Panduk mengenai sumber energi listrik yang digunakan sekarang kemudian kesanggupan



membayarinya. Hal lainnya yang perlu adalah konsumsi energi harian kemudian beban puncak pada hari tersebut berdasarkan data jawaban wawancara serta kuisioner.

### 3.5 Perhitungan Matematis Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa

Perhitungan matematis PLTB dilakukan dengan menggunakan perhitungan matematis. Pada penelitian ini PLTB dianalisis dengan menggunakan aspek teknis dan ekonomi.

#### 3.5.1 Perhitungan Aspek Teknis

##### 3.5.1.1 Studi Beban Listrik

Dalam tahapan tersebut, melalui pengisian kuesioner serta wawancara langsung pada sejumlah sampel. Hal ini berguna untuk mendata beban harian dan beban puncak suatu rumah tangga guna menetapkan kapasitas dari yang dibuat. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan:

##### 1. Membuat daftar beban listrik

pembuatan *spreadsheet*, yang selanjutnya hasil dari kuisioner serta wawancara di input pada *Spreadsheet* sesuai jumlah rating daya beban, jenis beban, dan waktu beban digunakan setiap harinya.

##### 2. Pembuatan profil beban

Dalam hal ini menghitung dengan memakai *spreadsheet* sebelumnya yang sudah dipersiapkan untuk mengukur penggunaan energi harian kemudian dikalikan daya bebannya dan durasi penggunaannya. Studi ini bertujuan memperoleh gambaran penggunaan listrik harian kemudian puncak bebannya. Selanjutnya data tersebut dipakai dalam penetapan *combustion*, guna terpenuhinya kebutuhan listrik di Desa Kuala Panduk.

#### 3.5.1.2 Aspek Teknis

##### 1. Menentukan Potensi Bahan Baku

Potensi dari pelepah sawit di Desa Kuala Panduk akan diukur dan diperhitungkan untuk dijadikan acuan awal membuat Pembangkit Listrik Biomassa. Dalam memperhitungkan hal ini, diperhatikan parameter serta variabel konversi yang mengubah potensi pelepah sawit mampu memperoleh energi optimum. Salah satu dari parameter tersebut adalah potensi bahan baku, nilai kalor dari pelepah sawit. umumnya nilai kalor yang terkandung dalam pelepah sawit adalah berkisar 15,719 kJ/kg [50]. Untuk menentukan energi yang dihasilkan dari pelepah sawit, nilai kalor dari bahan baku



dikalikan dengan jumlah bahan bakuyang ada di Desa Kuala Panduk, sehingga akan didapatkan energi yang akan dihasilkan dari pelepah sawit keseluruhan.

## 2. Menentukan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kuala Panduk, serta sangat bermanfaat oleh masyarakat jika pembangkit ini dibangun di Desa Kuala Panduk yang merupakan salah satu desa yang penduduknya masih belum menikmati listrik. Selain dari dekatnya pembangkit listrik dengan sumber bahan bakar juga dapat meminimalisir biaya invest lahan. Hal ini juga di dukung dengan UU Nomor 30 tahun 2009 dalam pasal 19 secara tegas menjabarkan bahwasanya tiap individu memiliki hak mendapatkan energi, sehingga pada pasal 21 dinyatakan bahwa pemerintah memiliki kewajiban menyediakan energi terutama untuk wilayah yang terhambat perkembangannya, terpelosok, dan wilayah desa memanfaatkan potensi tempatan terlebih untuk yang terbarukan. Penyediaan energi tersebut diharapkan dapat mendorong peningkatan pelaksaan kegiatan ekonomi komersial di kalangan masyarakat. Selain itu secara sosial diharapkan ketersediaan energi dapat meningkatkan peran serta masyarakat dalam mengembangkan energi tersebut untuk kepentingan umum.

### 3.5.2 Aspek Ekonomi

Penerapan kelayakan investasi dilakukan dengan membandingkan antara besarnya biaya yang dikeluarkan dengan manfaat yang diterima dalam suatu proyek investasi untuk jangka waktu tertentu. Analisis investasi dilakukan dengan terlebih dahulu menyusun aliran tunai. Dalam analisis finansial diperlukan kriteria investasi yang digunakan untuk melihat kelayakan suatu usaha. Sebagai kriteria investasi digunakan beberapa indikator kelayakan investasi yaitu *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Net Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)*, *Payback Periode Analisis Switching Value*.

Komponen biaya terdiri dari dari biaya investasi. Komponen biaya terdiri dari investasi mesin dan sistem operasi, biaya investasi konstruksi pabrik dan transmisi listrik, biaya pra-investasi dan operasional yang terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel. Sedangkan komponen pendapatan berasal dari penjualan listrik yang di hasilkan.

#### a) Perhitungan biaya investasi

Dilakukan dengan perhitungan biaya yang dikeluarkan pada awal dibuat termsuk biaya sistem operasi, mesin, transmisi listrik, konstruksi pabrik dan, biaya pra-investasi serta operasional.

#### b) Perhitungan Komponen Pendapatan

Pada bagian ini hanya dihitung komponen pendapatan yang diperoleh dari hasil penjualan listrik.

### 3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah ringkasan dari hal utama dilaksanakannya penelitian. Hal ini menjawab tujuan dan saran perbaikan agar terdapat peningkatan pada penelitian selanjutnya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dengan pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit yang di manfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa di Desa Kuala Panduk bisa di manfaatkan menjadi energi primer untuk memenuhi kebutuhan listrik di desa tersebut, mengingat tidak meratanya penyaluran energi listrik di Kecamatan Teluk Meranti khususnya Desa Kuala Panduk.

Dengan produksi di limbah pelepah sawit di desa Kuala Panduk yang mencapai 9.000,00 ton/tahunnya potensi daya listrik yang di hasilkan 5.548,49 kWh atau 5,55 MW. Adapun hasil analisa pada penelitian ini didapat beberapa kesimpulan mengenai PLTB di desa Kuala Panduk antara lain :

1. Dari potensi limbah perkebunan kelapa di desa Kuala Panduk dengan produksi 9.000,00 ton didapat potensi daya listrik sebesar 5,55 MW.
2. Pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit mampu memenuhi kebutuhan energi listrik di desa Kuala Panduk.
3. Berdasarkan hasil analisa ekonomi diperoleh biaya produksi sebesar Rp. 97,32,-/kwh
4. Implementasi limbah pelepah sawit menjadi bahan baku untuk bahan bakar PLTB dengan asumsi nilai ekonomis investasi utilitas 20 tahun dan tingkatan suku bunga 8% arus kas bersih yang dapat diperoleh sebesar Rp. 46.660.585.366,47,- /tahun.
5. Sedangkan analisis kelayakan finansial diperoleh dari nilai NPV sebesar Rp. 5.805.170.314.658,0,-, IRR sebesar 10,20% dan pay back priode 1,23 tahun. Sehingga proyek pemanfaatan limbah pelepah sawit sebagai bahan bakar Pembangkit Listrik berbasis biomassa di desa Kuala Panduk layak.

Pengkajian studi kelayakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa di desa Kuala Panduk yang ditinjau dari aspek teknis dan aspek ekonomi didapatkan kesimpulan bahwa proyek perencanaan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa mendapatkan hasil studi kelayakan yang positif sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa tersebut dinyatakan layak untuk dilanjutkan dan hal ini sekaligus menjadi usulan rekomendasi untuk penerapan penggunaan energi baru terbarukan.



## 5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diberikan ialah:

1. Untuk mendapatkan hasil produksi lebih efektif dan efisien diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai data parameter kimia pada karakteristik bahan baku.
2. Penelitian selanjutnya pada analisa aspek teknis dapat menggunakan *modelling* atau *software* agar mendapatkan hasil yang maksimal dan praktis dan pada perhitungan pendapatan dapat mengambil opsi CDM (*Clean Development Mechanism*).
3. Penelitian selanjutnya pada analisa aspek ekonomi dapat menetapkan harga/nilai jual bahan baku berupa pelepah sawit.
4. Untuk pengimplementasian Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa di desa Kuala Panduk ini sebaiknya potensi limbah perkebunan yang ada digunakan sepenuhnya untuk bahan baku pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tanpa izin tanpa mencantumkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [1] Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional, "Outlook energi indonesia 2016," Jakarta, 2017.
- [2] A. . Juwito, S. Pramonohadi, dan T. Haryono, "Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya," *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 15, no. 1, hal. 22–34, 2012.
- [3] I. Kholiq, "Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM," *J. IPTEK*, vol. 19, no. 2, hal. 2–17, 2015.
- [4] Maryono, Sudding, dan Rahmawati, "Pembuatan dan analisis pelepah kelapa sawit ditinjau dari kadar kanji," *J. Chem.*, vol. 14, no. 1, hal. 74–83, 2013.
- [5] Dirjen Perkebunan Kelapa Sawit, "Statistik perkebunan kelapa sawit Indonesia 2014-2016," Jakarta, 2016.
- [6] I. G. Widodo, Striyatna, dan E. Widagdo, "Upaya penerapan teknologi pengolahan untuk meningkatkan nilai tambah petani di Kecamatan Sei Raya Kab. Bengkayang," *J. IPREKAS*, vol. 1, no. 2, hal. 8–13, 2010.
- [7] E. Susanto, B. I. Setiawan, Y. Suharnoto, dan Liyantono, "Kajian sedimen melayang pada sub DAS Sei Kalembah (DAS Padang), studi kasus : perkebunan kelapa sawit PTPN 4 kebun pabatu assesment," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 5, no. 2, hal. 121–128, 2017.
- [8] T. Mukhlis, "Rodamap penguatan SIDA Pelalawan 2017-2020," Pelalawan, 2017.
- [9] G. Amanda, "Rasio elektrifikasi di riau baru 89 persen, ini penyebabnya," *Antara News*, 2019. .
- [10] PLN Rayon Pelalawan, "Wawancara desa berlistrik PLN rayon wilayah Riau dan Kepri 2019," Pelalawan, 2019.
- [11] Pemerintah Kabupaten Pelalawan, "Rencana pembangunan jangka menengah daerah kabupaten pelalawan tahun 2016-2021," Pelalawan, 2016.
- [12] M. Rif'an, S. Hp, M. Shidiq, R. Yuwono, H. Suyono, dan F. S, "Optimasi pemanfaatan energi listrik tenaga matahari di jurusan teknik elektro universitas brawijaya," *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, hal. 44–48, 2012.
- [13] National Aeronautics and Space Administration, "Surface Meteorological dan Solar Energy (SMSE)," *NASA*, 2020. .
- [14] W. Ariani, Karnoto, dan B. . Winardi, "Analisis kapasitas dan biaya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara," *Transient*, vol. 3, no. 2, hal. 158–165, 2014.
- [15] KESDM, "Laporan kinerja kementerian ESDM tahun 2018," Jakarta, 2018.
- [16] National Aeronautics and Space Administration, "Prediction of worldwide energy



resource (power) database,” NASA, 2020. .

- [17] H. Rahmi, B. Dharmala, A. Gediana, A. Yusup, dan W. Septria, “Optimasi pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan sistem turbin savonius termodifikasi,” *Berk. Fis.*, vol. 18, no. 2, hal. 75–82, 2015.
- [18] Z. N. Arifin, “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa di PT. Gikoko Kogyo Indonesia Aplikasi TPA Sumur Batu Kota Bekasi,” Surakarta, 2011. [Daring]. Tersedia pada: <http://eprints.ums.ac.id/15898/>.
- [19] Anonim, “Profil Desa Kuala Panduk,” Desa Kuala Panduk, 2019.
- [20] I. H. T. Pambudi dan S. Yahya, “Pengaturan Jumlah Pelepah untuk Kapasitas Produksi Optimum Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)” *Bul. Agrohorti*, vol. 4, no. 1, hal. 46–55, 2016.
- [21] Fauzi, Widyastuti, Satyawibawa, dan Hartono, *Kelapa Sawit: Budi Daya, Pemanfaatan, Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2004.
- [22] Kunaifi, “Program HOMER untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida di Provinsi Riau,” *Semin. Nas. Inform. 2010 UPN Veteran Yogyakarta*, vol. 9, hal. 93, 2010.
- [23] Akhdiyatul, E. Radwitya, dan Y. Chandra, “Analisis teknis dan ekonomis dalam penggunaan bahan bakar biomassa di pusat listrik tenaga uap studi kasus di PLTU PT. Suka Jaya Makmur,” *Elkha*, vol. 10, no. 2, hal. 1–8, 2018, doi: 10.26418/elkha.v10i2.26741.
- [24] R. Alamsyah dan D. Supriatna, “Analisis teknik dan tekno ekonomi pengolahan biomassa limbah tandan kosong kelapa sawit ( TKKS ) menjadi pelet sebagai bahan bakar terbarukan skala produksi technical and economical analysis of biomass waste of empty fruit bunches ( EFB ) pellet as renewa,” *J. Agro-based Ind.*, vol. 35, no. 1, hal. 1–11, 2018.
- [25] A. Zulkifli, “Analisis kelayakan potensi pembangunan PLTBg pome di wilayah perkebunan sawit,” *J. PASTI*, vol. 10, no. 2, hal. 192–207, 2016.
- [26] L. Parinduri, “Analisa pemanfaatan biomassa pabrik kelapa sawit untuk sumber pembangkit listrik,” *JET (Journal Electr. Technol.*, vol. 1, no. 2, hal. 37–40, 2016.
- [27] O. Vianny, *Statistik daerah provinsi riau 2018*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2018.
- [28] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [29] S. Arikunto, *Prosedur penelitian: suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2013.
- [30] S. Devi, “Pembuatan PLTU berbasis biomassa pelepah kelapa sebagai energi alternatif ramah lingkungan,” Palembang, 2012.



[31]

C. . Diji, "Electricity production from biomass in Nigeria: options, prospects and challenges," *Int. J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 3, no. 4, hal. 84–98, 2013.

[32]

U. J. Siregar, B. H. Narendra, J. Suryana, C. A. Siregar, dan C. Weston, "Evaluation on community tree plantations as sustainable source for rural bioenergy in Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 65, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1755-1315/65/1/012019.

[33]

T. Jayah, L. Aye, R. . Fuller, dan D. . Stewart, "Computer simulation of downdraft wood gasifier for tea drying," *J. Biomass Bioenergi*, vol. 25, no. 1, hal. 459–469, 2003.

[34]

M. Azmi, "Analisis Teknik dan Ekonomi Pemanfaatan Biomassa sebagai Pembangkit Energi Listrik di Surabaya," Surabaya, 2014.

[35]

M. Azmi, "Analisis teknik dan ekonomi pemanfaatan biomassa sebagai pembangkit energi listrik di Surabaya," Surabaya, 2014.

[36]

S. H. Pranolo, Y. Bindar, D. Sasongko, dan H. Susanto, "Modeling and simulation of a separate line calciner fueled with a mixture of coal and rice husk," *AJChE*, vol. 10, no. 1, hal. 28–34, 2010.

[37]

T. . Reed dan A. Das, *Handbook of biomass downdraft gasifier engine systems*. USA: The Biomass Energy Foundation Press, 1988.

[38]

K. Ridhuan dan Y. Yudistira, "Pengaruh filter dan cyclone pada reaktor gasifikasi tipe updraft terhadap hasil pembakaran syn-gas," *Turbo J. Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 6, no. 1, hal. 44–53, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i1.466.

[39]

C. A. Agustian, I. M. Gandidi, dan H. Burhanuddin, "Kajian eksperimental gas cleaner yang dimodifikasi," *J. FEMA*, vol. 1, no. 2, hal. 73–84, 2013.

[40]

E. W. Rahmarestia, "Rekayasa alat pencacah tandan sawit dengan jenis pisau sirkular," in *Seminar nasional PERTETA*, 2012, hal. 567–573.

[41]

S. Nora dan C. Mual, *Budidaya Tanaman Kelapa Sawit*. Jakarta: Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian Kementerian Pertanian, 2010.

[42]

Balitbang, "Jumlah Pelepah Optimal pada Tanaman Kelapa Sawit," Jakarta, 2015. [Daring]. Tersedia pada: <https://agroklimatologipps.files.wordpress.com/2015/12/jumlah-pelepah-optimal-pada-tanaman-kelapa-sawit.pdf>.

[43]

D. Sanjaya, D. Notosudjono, dan D. B. Fiddiansyah, "Perencanaan Gasifikasi dari Limbah Kelapa Sawit sebagai Energi Alternatif di PTPN VIII Cikasungka Kabupaten Bogor," *JOM Unpak*, vol. 2, no. 2, hal. 1–14, 2018.

[44]

A. Rizali, Fachrianto, M. H. Ansari, dan A. Wahdi, "Pemanfaatan Limbah pelepah dan daun kelapa sawit melalui fermentasi *Trichoderma* sp. sebagai pakan sapi potong," *EnviroScientiae*, vol. 14, no. 1, hal. 1–7, 2018.

[45]

R. Mathiarasi dan N. Partha, "Optimization, kinetics and thermodynamic studies on oil extraction from *Daturametel* Linn oil seed for biodiesel production," *Renew.*



*Energy*, vol. 96, hal. 583–590, 2016, doi: 10.1016/j.renene.2016.04.078.

- [46] I. Febijanto, “Kajian Teknis & Keekonomian Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Sawit; Kasus: Di Pabrik Kelapa Sawit Pinang Tinggi, Sei Bahar, Jambi,” *J. Mechatronics, Electr. Power, Veh. Technol.*, vol. 2, no. 1, hal. 11, 2012, doi: 10.14203/j.mev.2011.v2.11-22.
- [47] A. Fatimah, “Analisis Kelayakan Usaha Pengolahan Sampah Menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah(Pltsa) di Kota Bogor,” Bogor, 2009.
- [48] A.P. Garcia, “Techno economic feasibility study of a small scale biogas plant for treating market waste in the city of El Alto,” 2014.
- [49] A. Tajalli, *Panduan penilaian potensi biomassa sebagai sumber energi alternatif di Indonesia*. Sleman: Penabulu Alliance, 2015.
- [50] F. Calle, P. Rosillo, S. Groot, Hemstock, dan Wood, “The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment,” London, 2007.
- [51] APEC, “Survey of Biomass Resource Assessments and Assessment Capabilities in APEC Economies,” 2008. [Daring]. Tersedia pada: <http://www.nrel.gov/docs/fy09osti/43710.pdf>.
- [52] BEE, “Biomass Energy Europe: Methods & Data Sources for Biomass Resource Assessments for Energy,” Freiburg-Germany, 2010.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Cipta Dilindungi Undang-Undang. Jilang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



# Lampiran A

## Perhitungan Potensi

Data Potensi Pelepah Sawit PLTB Desa Kuala Panduk

$$\begin{aligned} \text{Jarak tanam sawit} &= 9,2 \text{ m} \times 9,2 \text{ m} \times 9,2 \text{ m} \\ 1 \text{ hektar} &= 136 \text{ batang pohon kelapa sawit} \\ &= 136 \times 180 \text{ ha} \\ &= 24.480 \text{ pohon} \end{aligned}$$

Pelepah yang dihasilkan tergantung usia tanaman:

- 1 pohon kelapa sawit berusia > 13 tahun memiliki pelepah rata-rata 64 buah per pohon

$$\begin{aligned} 25\% \text{ pelepah yang bisa diambil} &= 64 \text{ buah} \times 25\% \\ &= 16 \text{ buah pelepah per pohon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{usia tanaman} > 13 \text{ tahun} &= 30 \text{ hektar} \\ &= 30 \text{ hektar} \times \text{banyak pohon} \times \text{jumlah pelepah yang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dapat diambil} &= 30 \text{ ha} \times 24.480 \text{ pohon} \times 16 \text{ pelepah./pohon} \\ &= 11.750.400 \text{ pelepah} \end{aligned}$$

- 1 pohon kelapa sawit berusia 8 - 13 tahun memiliki pelepah rata-rata 56 buah per pohon

$$\begin{aligned} 25\% \text{ pelepah yang bisa diambil} &= 56 \text{ buah} \times 25\% \\ &= 14 \text{ buah pelepah per pohon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{usia tanaman} 8-13 \text{ tahun} &= 100 \text{ hektar} \\ &= 100 \text{ ha} \times 24.480 \text{ pohon} \times 14 \text{ pelepah./pohon} \\ &= 34.272.000 \text{ pelepah} \end{aligned}$$

- 1 pohon kelapa sawit berusia < 8 tahun memiliki pelepah rata-rata 48 buah per pohon

$$\begin{aligned} 25\% \text{ pelepah yang bisa diambil} &= 48 \text{ buah} \times 25\% \\ &= 12 \text{ buah pelepah per pohon} \end{aligned}$$

$$\text{usia tanaman} < 8 \text{ tahun} = 50 \text{ hektar}$$

Hak cipta ini dimiliki UIN Suska Riau  
 1. Dirang mengutip atau sebagian atau seluruhnya tanpa izin tanpa menandatangani dan menyebutkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$= 50 \text{ ha} \times 24.480 \text{ pohon} \times 12 \text{ pelepah./pohon}$$

$$= 14.688.000 \text{ pelepah}$$

Sehingga jumlah pelepah total adalah = 14.688.000 + 34.272.000 + 11.750.400 pelepah

$$= 29.865.600 \text{ pelepah}$$

Untuk menjadikan pelepah bahan baku maka perhitungan pelepah harus berdasarkan bobot. Sehingga perhitungan bobot dari potensi pelepah yang adalah sebagai berikut:

Bobot pelepah

$$= 5 \text{ kg berat} \times \text{jumlah pelepah}$$

$$= 5 \text{ kg} \times 29.865.600 \text{ pelepah}$$

$$= 149.328.000 \text{ kg pelepah}$$

$$= 14.932,8 \text{ ton pelepah}$$

Potensi energi biomassa

$$= \text{bobot pelepah} \times \text{nilai kalor pelepah}$$

$$= 14.932,8 \text{ (ton)} \times 15,72 \text{ (kJ/ton)}$$

$$= 234.743,62 \text{ MJ}$$

Sedangkan untuk perencanaan dengan memanfaatkan pelepah kelapa sawit perhari yang digunakan adalah 600 kg atau 25 kg/jam. Potensi energi yang dihasilkan dari 600 kg adalah:

Potensi energi listrik

$$= 0,6 \times 15,72 \text{ MJ}$$

$$= 9,4 \text{ MJ}$$

Daya yang dihasilkan

$$= \text{Potensi yang dihasilkan} \times \text{faktor konversi megajoule}$$

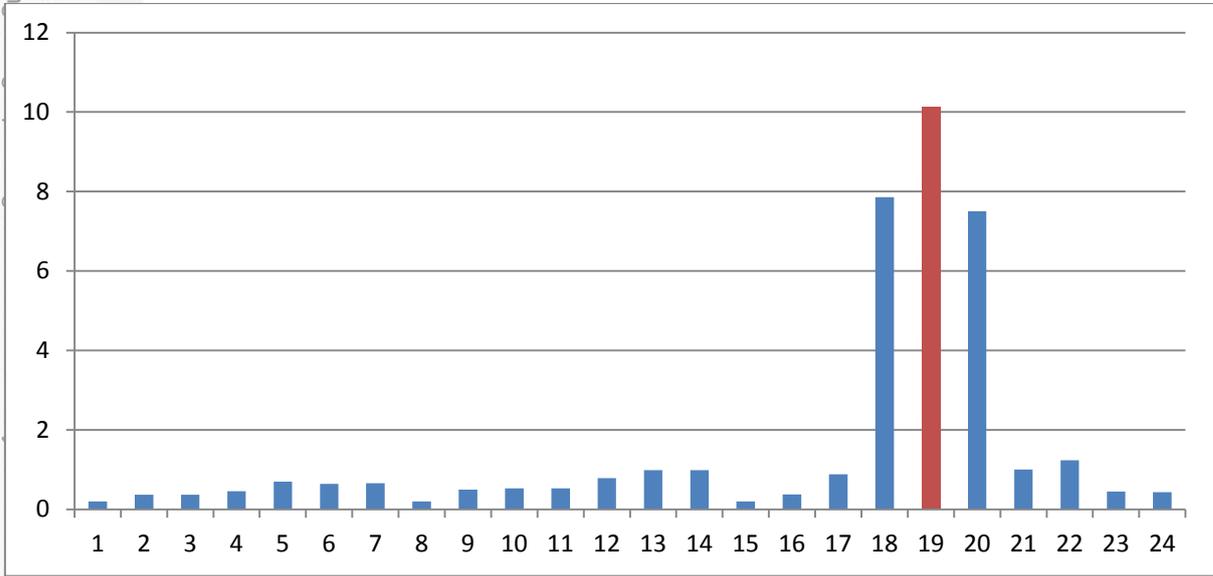
$$= 9,4 \text{ MJ} \times 0,2778 \text{ kWh}$$

$$= 2,611 \text{ kWh}$$



# Lampiran B

## Hasil Grafik Pemakaian Beban Harian



Grafik Beban Puncak Harian Desa Kuala Panduk

Pukul	Beban (kW)	Pukul	Beban (kW)
00:00 - 01:00	1,670	12:00 - 13:00	0,000
01:00 - 02:00	1,670	13:00 - 14:00	0,000
02:00 - 03:00	1,670	14:00 - 15:00	0,000
03:00 - 04:00	1,670	15:00 - 16:00	0,000
04:00 - 05:00	1,670	16:00 - 17:00	0,000
05:00 - 06:00	1,670	17:00 - 18:00	21,039
06:00 - 07:00	0,000	18:00 - 19:00	21,113
07:00 - 08:00	0,000	19:00 - 20:00	17,833
08:00 - 09:00	0,000	20:00 - 21:00	10,171
09:00 - 10:00	0,000	21:00 - 22:00	5,615
10:00 - 11:00	0,000	22:00 - 23:00	2,314
11:00 - 12:00	0,000	23:00 - 00:00	2,187

Beban Puncak Harian Desa Kuala Panduk

1. Dilarang mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# Lampiran C

## Foto Wawancara Penelitian

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya atau materi yang sudah diterbitkan atau tidak diterbitkan dari sumber ini sebagai referensi atau untuk diadopsi tanpa menyebutkan sumbernya. Hal ini berlaku untuk kutipan langsung dan tidak langsung.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



ate Islari

iau





# Lampiran D

## Spreadsheet Kuesioner Beban Data Harian

1. Diarahkan
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dan menyebutkan sumber:

**KUESIONER STUDI BEBAN LISTRIK DI DESA TELUK MERANTI**

Nama Responden : DARNIS  
 Jenis Kelamin : Perempuan  
 Umur : 56  
 Dusun : 2

NAMA PERALATAN	DAYA (WATT)	JUMLAH	JAM DINYALAKAN	LAMA PENGGUNAAN (JAM/HARI)	KETERANGAN
Lampu		5	06.00 - 12.00	6 jam	
Kulkas		1	Tidak digunakan	-	
Mesin Cuci		1	Jarang dejen	-	

Pelalawan, 23 Maret 2024  
 Duf.  
 DARNIS  
 (.....)

**KUESIONER STUDI BEBAN LISTRIK DI DESA TELUK MERANTI**

Nama Responden : ASRIAT  
 Jenis Kelamin : Perempuan  
 Umur : 58  
 Dusun : 2

NAMA PERALATAN	DAYA (WATT)	JUMLAH	JAM DINYALAKAN	LAMA PENGGUNAAN (JAM/HARI)	KETERANGAN
TV			06-12 malam	Setiap Hari	
mesin cuci			06-07 malam	Setiap Hari	
mesin cuci			06-08 malam	2 x sehari	
Lampu			06-12 mlm	Setiap Hari	
Kipas angin			06.00 - 12.00	Jarang digunakan	

Pelalawan, 23 Maret 2024  
 ASRIAT  
 (.....)

**KUESIONER STUDI BEBAN LISTRIK DI DESA TELUK MERANTI**

Nama Responden : Juanda  
 Jenis Kelamin : Laki-laki  
 Umur : 18 Tahun  
 Dusun : 2.

NAMA PERALATAN	DAYA (WATT)	JUMLAH	JAM DINYALAKAN	LAMA PENGGUNAAN (JAM/HARI)	KETERANGAN
Kulkas		1	06-12	Setiap hari	
TV		1	06-12	Setiap hari	
Lampu		4	06-12	Setiap hari	

Pelalawan, 23 Maret 2024  
 Juanda  
 (.....)



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

**Beri Rifal Oclando**, lahir di Tanjung Barulak 21 Oktober 1996 merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Darmansyah dan Masnita yang beralamat di Cipta Karya Indah Blok F No. 5 Kecamatan Tuah Madani Kota Pekanbaru Provinsi Riau.

Email : [beri.rifal.oclando@students.uin-suska.ac.id](mailto:beri.rifal.oclando@students.uin-suska.ac.id).

HP : 0852 6375 3675

Pengalaman pendidikan yang jalankan mulai dari SD 030 Kota Pekanbaru, selanjutnya di SMP Muhammadiyah Kota Pekanbaru. Setelah itu melanjutkan SMKN 2 Pekanbaru. Setelah lulus dari SMK penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, dengan mengambil Konsentrasi Energi pada tahun 2014. Selama masa perkuliahan Penulis cukup aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATE) dari priode 2014-2016. Penulis lulus pada tahun 2021 dengan mengangkat judul penelitian yang berjudul **“Analisis Teknis dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa dari Limbah Pelempah Sawit di Kabupaten Pelalawan (Studi pada Desa Kuala Panduk)”**.