

**ANALISIS KELAYAKAN TEKNIS PEMBANGUNAN  
PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID SURYA-BIOMASSA  
STUDI KASUS PULAU KUNDUR KEPULAUAN RIAU**

**TESIS**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik dari  
Universitas Darma Persada**

**Oleh**

**MUHAMMAD HABIBIE**

**NIM : 2023910018**

**(Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan)**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA**

**2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

"Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Darma Persada atau Perguruan Tinggi lainnya"

Jakarta, 12 Juli 2025



MUHAMMAD HABIBIE

NIM: 2023910018

## ABSTRAK

**MUHAMMAD HABIBIE (2023910018)** Analisis Kelayakan Teknis Pembangunan Pembangkit Listrik Hybrid Surya-Biomassa Studi Kasus Pulau Kundur Kepulauan Riau. Dibimbing oleh Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng selaku Ketua Komisi, dan anggota Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, MSi dan Dr. Ir. As Natio Lasman.

Kondisi geografis pulau yang terpencil dan terpisah dari jaringan listrik utama membuat pasokan daya menjadi terbatas. Pasokan listrik di pulau-pulau Provinsi Riau Kepulauan masih bergantung pada pembangkit listrik tenaga diesel yang menggunakan bahan bakar fosil. Tipe pembangkit ini mahal dalam biaya operasional, rentan terhadap perubahan harga dan ketersediaan bahan bakarnya. Dampaknya adalah mengganggu stabilitas penyediaan listrik untuk warga. Sistem dan teknologi pembangkit listrik tenaga hibrid dari energi terbarukan merupakan alternatif solusi penyediaan listrik dan merupakan langkah pelaksanaan transisi energi. Pulau Kundur merupakan contoh kajian dengan dua tujuan yaitu: (1) menganalisis kelayakan teknis dari proyek hybrid; (2) mengidentifikasi tantangan dan alternatif solusi implementasi sistem tersebut. Survei dan penentuan lokasi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTBm (Pembangkit Listrik Biomassa), dukungan infrastruktur wilayah, ketersediaan dan akses bahan baku, perancangan sistem pembangkit merupakan bagian dari alur penelitian yang mencakup tujuh langkah: identifikasi masalah, tinjauan pustaka, rancangan metode penelitian, pengumpulan data, kendali kualitas data, analisa data, hingga penetapan kesimpulan dan rekomendasi. Penelitian ini berhasil merancang sistem pembangkit listrik hibrida yaitu PLTS dengan kapasitas 10 MWp dan PLTBm kapasitas 3 MWe. Rancangan operasional sistem juga masih mempertimbangkan pembangkit listrik diesel (PLTD) sebagai cadangan daya dan bersinergi dengan PLTBm 1MWe yang sudah terbangun di wilayah ini. Integrasi antara PLTS, PLTBm, dan PLTD dilakukan melalui sistem kontrol pintar (smart grid controller) yang memastikan transisi beban antar pembangkit dapat dilakukan secara otomatis dan efisien. Sistem ini akan memprioritaskan PLTS pada siang hari dan PLTBm untuk malam hari, sementara PLTD akan berfungsi jika kedua sumber energi tersebut mengalami masalah seperti cuaca hujan dan kelangkaan pasokan biomassa. Manfaat sistem ini mampu mendukung kemandirian energi, akrab lingkungan berupa penurunan emisi karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Manfaat lanjutannya, berkontribusi pada penurunan jejak karbon dan membantu mengurangi dampak perubahan iklim. Riset ini merupakan bagian dari proyek riset bersama antara Program Studi Energi Terbarukan UNSADA dengan mahasiswa yang berasal dari PT Pelayanan Energi Batam sehingga perlu diintegrasikan dengan kajian dari aspek manajemen, finansial, kebijakan dan regulasi serta keberlanjutan untuk mendapatkan kelayakan multi aspek yang mampu meyakinkan investor.

**Keywords:** Renewable energy, rural electrification, sustainability, bioenergy system, smart grid, Indonesia

## ABSTRACT

**MUHAMMAD HABIBIE (2023910018)** Technical Feasibility Analysis of Hybrid Solar-Biomass Power Plant Development Case Study of Kundur Island, Riau Islands. Supervised by Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng as Chairman of the Commission, and members Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, MSi and Dr. Ir. As Natio Lasman.

The geographical condition of the islands that are remote and separated from the main power grid makes the power supply limited. Electricity supply on the islands of Riau Islands Province still relies on diesel power plants that use fossil fuels. This type of generation is expensive in operational costs, vulnerable to changes in fuel prices and availability. The impact is to disrupt the stability of electricity provision for residents. Hybrid power generation systems and technologies from renewable energy are an alternative solution for electricity supply and an implementation step of the energy transition. Kundur Island is an example of a study with two objectives, namely: (1) to analyze the technical feasibility of the hybrid project; (2) to identify challenges and alternative solutions for the implementation of the system. Surveying and locating solar power plants and biomass power plants, supporting regional infrastructure, availability and access to raw materials, and designing the generation system are part of the research flow that includes seven steps: problem identification, literature review, research method design, data collection, data quality control, data analysis, to the determination of conclusions and recommendations. This research successfully designed a hybrid power generation system, namely a solar power plant with a capacity of 10 MWp and a wind farm with a capacity of 3 MWe. The operational design of the system also still considers diesel power plants (PLTD) as backup power and synergizes with the 1MWe biomass power plant that has been built in this region. The integration between the solar power plant, biomass power plant, and diesel power plant is done through a smart grid controller that ensures the load transition between plants can be done automatically and efficiently. The system will prioritize the solar power plant during the day and the biomass power plant at night, while the PLTD will function if both energy sources experience problems such as rainy weather and scarcity of biomass supply. The benefits of this system are able to support energy independence, familiar to the environment in the form of reduced carbon emissions that are much lower than fossil fuels. A further benefit is that it contributes to a reduced carbon footprint and helps mitigate the effects of climate change. This research is part of a joint research project between UNSADA's Renewable Energy Study Program and students from PT Pelayanan Energi Batam so it needs to be integrated with studies from the aspects of management, finance, policy and regulation and sustainability to get a multi-aspect feasibility that is able to satisfy the needs of the community.

**Keywords:** Renewable energy, rural electrification, sustainability, bioenergy system, smart grid, Indonesia

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**Judul Tesis** : ANALISIS KELAYAKAN TEKNIS  
PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK  
HYBRID SURYA-BIOMASSA STUDI KASUS  
PULAU KUNDUR KEPULAUAN RIAU

**Nama** : Muhammad Habibie

**NIM** : 2023910018

### Telah disetujui oleh komisi pembimbing dan penguji


Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng  
(Ketua Komisi Pembimbing/Penguji)



Dr. Muhammad Syukri Nur, M.Si  
(Anggota Pembimbing/Penguji)



Dr. Ir. As Natio Lasman  
(Ketua Penguji)



Dr. Sukardi, SE.MM.  
(Penguji)



Mengetahui

Ketua Program Studi

Direktur Sekolah Pascasarjana



(Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng)



(Dr. Ir. As Natio Lasman)

Tanggal Ujian : 12 Juli 2025  
Tanggal Yudisium :

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga tesis ini yang berjudul "Analisis Kelayakan Teknis Pembangunan Pembangkit Listrik Hybrid Surya-Biomassa Studi Kasus Pulau Kundur Kepulauan Riau" dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada.

Penyusunan tesis ini merupakan hasil dari bimbingan akademik, dukungan institusional, serta motivasi dari berbagai pihak, yang dengan ini penulis sampaikan terimakasih dan apresiasi kepada:

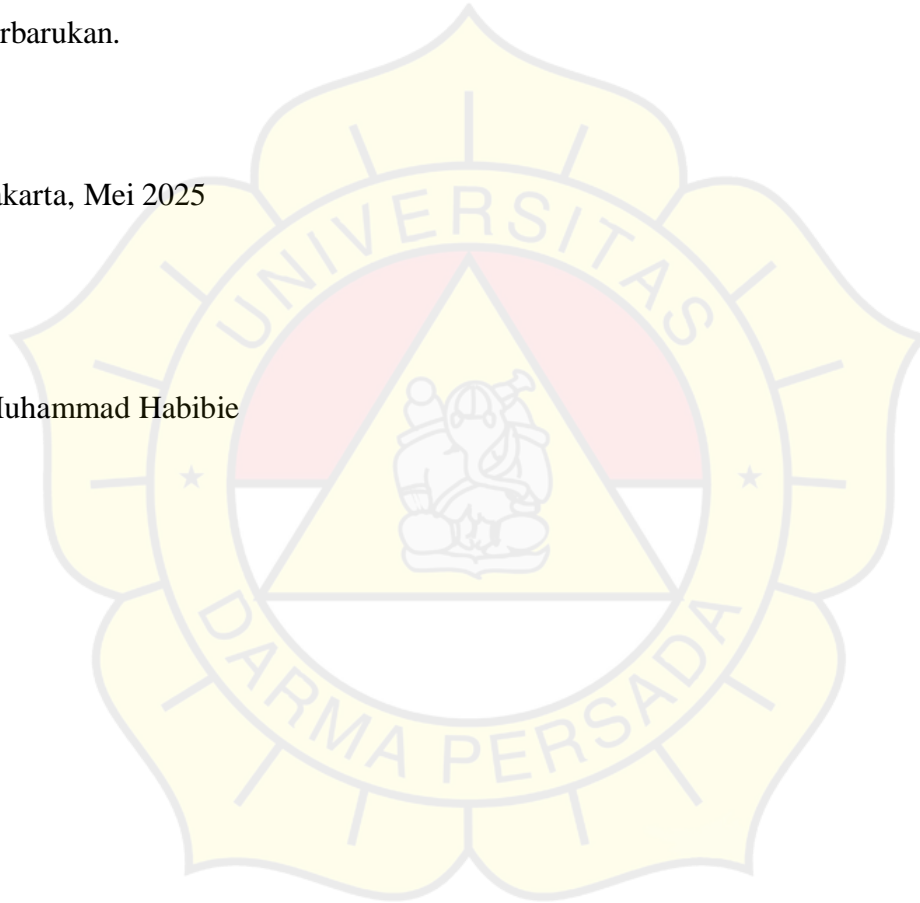
1. Bapak Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng, selaku ketua komisi pembimbing, atas arahan ilmiah, evaluasi yang mendalam, komitmen dalam mendampingi proses penelitian ini dan selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si, selaku anggota komisi pembimbing, atas arahan ilmiah, evaluasi yang mendalam, komitmen dalam memberikan panduan metodologi dan penulisan penelitian, penulisan karya ilmiah paper, serta motivasi yang tinggi dalam bimbingan penulisan tesis.
3. Bapak Dr. Ir. As Natio Lasman, selaku anggota komisi pembimbing, atas arahan ilmiah, evaluasi yang mendalam, dan komitmen dalam mendampingi proses penelitian ini dan selaku Direktur Program Studi Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan.
4. Seluruh Dosen dan staf pengajar di Universitas Darma Persada Program Studi Teknik Energi Terbarukan, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
5. Keluarga tercinta, atas doa, motivasi, serta dukungan moral dan materi yang berkelanjutan.

6. Rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2023 Ganjil Program Studi Teknik Energi Terbarukan, atas kolaborasi ilmiah dan pertukaran ide yang konstruktif selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ini di masa depan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan pengetahuan dan penerapan teknologi energi terbarukan di sektor industri, serta menjadi referensi dalam studi lanjut di bidang energi terbarukan.

Jakarta, Mei 2025

Muhammad Habibie



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pinangsori pada tanggal 11 Desember 1989, sebagai anak ke 1 dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Asli dan Ibu Efrida Tarihoran. Pada tahun 2009, penulis diterima di Politeknik Negeri Medan, Jurusan Teknik Elektro, dengan konsentrasi Instrumentasi dan Control, dan berhasil menyelesaikan pendidikan Diploma (D3) pada tahun 2012. Setelah menyelesaikan Pendidikan Diploma, penulis melanjutkan Pendidikan di Universitas Sumatera Utara pada tahun 2012, Jurusan Fisika, dengan konsentrasi Instrumentasi dan Elektronik dan berhasil menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) pada tahun 2014. Penulis mengawali karier profesional di bidang *Oil and Gas* sebagai *Electrical Engineer* di *PT Pipeline Technique Ltd* pada tahun 2015; tahun 2016 sebagai *Lead Engineer* di PT Batam Trans Gasindo; tahun 2019 sebagai *Facility Instrument Engineer* di PT Pelayanan Energi Batam.

Dengan pengalaman lebih dari satu dekade, penulis telah memimpin berbagai proyek pengembangan energi terbarukan yang berkontribusi dalam membangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk pelanggan di industri Batam.

Pada tahun 2023, penulis melanjutkan studi di Program Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, Jakarta, sebagai bagian dari komitmennya dalam memperdalam ilmu di bidang energi terbarukan. Keterlibatan dalam literasi akademik, minat terhadap transisi energi, serta pemahaman mendalam terhadap energi terbarukan, mendorong penulis untuk turut berkontribusi dalam penulisan beberapa karya ilmiah sebagai bentuk aktualisasi minat akademik, diantaranya:

1. Buku Sistem Manajemen Energi dengan judul: Integrasi Teknologi dan Manajemen untuk Efisiensi Energi Baru Terbarukan. Penerbit ITB Press. ISBN 978-623-297-670-2.

Demikian deskripsi singkat riwayat hidup, menggambarkan perjalanan pendidikan, integrasi antara kompetensi akademik, pengalaman profesional, dan hasil kontribusi ilmiah penulis dalam bidang teknik energi terbarukan. Dengan latar

belakang pendidikan teknik instrumentasi dan pengalaman lebih dari satu dekade di industri energi, penulis berupaya mengembangkan pendekatan berbasis teknologi dan inovasi dalam mendukung transisi energi berkelanjutan. Dokumentasi ini diharapkan menjadi fondasi untuk kontribusi lebih lanjut di dunia akademik dan professional.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur dan penghargaan, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Pertama-tama, penulis memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayahnya, sehingga tesis dengan judul " Analisis Kelayakan Teknis Pembangunan Pembangkit Listrik Hybrid Surya-Biomassa Studi Kasus Pulau Kundur Kepulauan Riau " dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyampaikan apresiasi dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng, selaku ketua komisi pembimbing, M.Sc, Dr. Muhammad Syukri Nur, M.Si, selaku anggota komisi pembimbing, dan Dr. Ir. As Natio Lasman, selaku anggota komisi pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang tiada henti selama proses penelitian dan penulisan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh dosen di Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, atas ilmu, wawasan, dan pengalaman akademik yang telah diberikan selama masa studi. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Program Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan angkatan 2023 Ganjil, atas diskusi, kolaborasi, dan dukungan moral yang sangat berarti dalam proses studi dan penyusunan tesis ini.

Tak lupa, penghargaan dan rasa terima kasih penulis persembahkan kepada keluarga tercinta, khususnya kepada orang tua dan istri, serta anak-anak, atas doa, dorongan, serta dukungan moral dan material yang tidak pernah surut, yang menjadi sumber kekuatan utama dalam menyelesaikan studi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat, baik dalam pengembangan ilmu pengetahuan maupun sebagai referensi untuk penelitian dan implementasi lebih lanjut di bidang energi terbarukan. Semoga segala bantuan dan kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

# DAFTAR ISI

TESIS	i
<b>ABSTRAK</b>	iii
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOMENKLATUR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1	1
Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Perkembangan Energi Terbarukan di Indonesia	5
2.1.1 Kontribusi Energi Terbarukan di Indonesia	5
2.1.2 Kontribusi Energi Wilayah - Provinsi	6
2.1.3 Potensi Kendala dan Tantangan Energi Terbarukan	7

2.2	Tantangan Energi Terbarukan dan Transisi Energi .....	7
2.2.1	Transisi Energi Global .....	10
2.2.2	Transisi Energi Indonesia.....	10
2.3	Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Biomassa .....	11
2.4	Sistem dan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	12
2.4.1	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>On Grid</i> .....	13
2.4.2	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>Off Grid</i> .....	14
2.5	Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	15
2.5.1	Jenis – Jenis Panel Surya .....	15
2.6	Syarat – Syarat Teknik PLTS .....	19
2.6.1	Modul PV .....	19
2.6.2	Inverter.....	20
2.6.3	Battery Energy Storage System (BESS).....	22
2.6.4	Power Conversion System/Bidirectional Inverter .....	25
2.6.5	<i>Komponen Balance of System (BOS)</i> .....	27
2.7	Metode Pemasangan Modul PV .....	34
2.7.1	<i>Ballast</i> .....	34
2.7.2	<i>Ground Mounted</i> .....	34
2.7.3	<i>Rooftop Racking</i> .....	35
2.7.4	<i>Floating</i> .....	36
2.8	Software Simulasi Helioscope.....	36
2.9	Software Simulasi PVSyst .....	36
2.10	Aspek Teknis .....	37
2.10.1	<b>Capacity Faktor (CF)</b> .....	37
2.10.2	Bauran Energi .....	37

2.11	Sistem dan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm)	38
2.11.1	Potensi Energi Biomassa .....	38
2.11.2	Bahan Baku Biomassa.....	38
2.11.3	Gasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm) .....	39
BAB 3	Metodologi Penelitian .....	42
3.1	Wilayah Penelitian.....	42
3.2	Lokasi Penelitian .....	43
3.3	Alasan Pemilihan Pulau Kundur .....	44
3.3.1	Kondisi terkini kelistrikan Pulau Kundur: .....	44
3.3.2	Jumlah pasokan listrik – terpasang – Terpakai .....	46
3.3.3	Pola Penggunaan Listrik di Kundur.....	47
3.3.4	Rencana Pengurangan Konsumsi BBM untuk PLTD .....	48
3.4	Jenis dan Sumber Data.....	50
3.5	Tim Kerja dan Rincian Kerja .....	51
3.6	Bahan dan Alat .....	53
3.6.1	Data Primer .....	53
3.6.2	Data Sekunder .....	53
3.7	Alur Penelitian.....	54
3.7.1	Identifikasi Masalah dan Pemilihan Lokasi .....	55
3.7.2	Tinjauan Pustaka .....	55
3.7.3	Rancangan Metode Penelitian .....	56
3.7.4	Pengumpulan Data.....	56
3.7.5	Kendali Kualitas Data.....	56
3.7.6	Analisa Data .....	57
3.7.7	Kesimpulan dan Rekomendasi .....	57

3.8	Aspek Teknis : Sistem dan Teknologi Hybrid Surya dan Biomassa .....	57
3.8.1	Pertimbangan Teknis PLTS .....	57
3.8.2	Pertimbangan Teknis PLTBm .....	58
BAB 4 60		
Hasil dan Pembahasan .....		60
4.1	Hasil .....	60
4.1.1	Kinerja Sistem Produksi Energi dari PLTS .....	62
4.1.2	Kinerja Sistem Produksi Energi dari PLTBm .....	67
4.1.3	Kinerja Sistem Hybrid dibandingkan dengan Sistem Terpisah .....	69
4.2	Pembahasan .....	70
4.2.1	Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hybrid .....	70
4.2.2	Tantangan yang dihadapi dalam implementasi .....	71
4.2.3	Analisis Kelayakan Teknis Berdasarkan Lokasi .....	72
4.2.4	Ketersediaan Sumber Daya .....	72
BAB 5 Kesimpulan .....		73
5.1	Saran-saran .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Wilayah Provinsi Kepulauan Riau .....	43
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian di Pulau Kundur, Provinsi Kepulauan Riau .....	44
Gambar 3.3 Single Line Sistem Kelistrikan Pulau Kundur .....	46
Gambar 3.4 Grafik <i>Base Load</i> dan <i>Peak Load</i> Sistem Kelistrikan Kundur.....	48
<b>Gambar 3. 5</b> Alur Penelitian yang Mengintegrasikan Aspek Teknis, Ekonomi, Manajemen, Regulasi dan Keberlanjutan untuk Pulau Kundur, Kepulauan Riau. ....	54
Gambar 3. 7 Skema Penyediaan Listrik Hibrida Energi Terbarukan Berbasis Energy Surya dan Biomassa untuk Pulau Kundur, Provinsi Kepulauan Riau.....	56
Gambar 3.8 Skema Sistem Pembangkit Listrik Energi Surya (sumber PT PLN Persero) .....	58
<b>Gambar 3.9</b> Rantai Pasokan Biomassa ke Sistem Pembangkit Listrik Biomassa	59
<b>Gambar 4.6</b> Bahan-bahan Baku Sistem Kelistrikan PLTBm Pulau Kundur (Sumber : Power Max Desain) .. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.1 Skema Hybrid PLTS, PLTBm dan PLTD pada Sistem Kelistrikan Pulau Kundur.....	61
Gambar 4.4 Desain pembangunan PLTBm 3x1MW pada sistem kelistrikan Pulau Kundur (Sumber : Power Max Desain) <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.5 Proses Flow Gasifier pada PLTBm 3x1MW pada Sistem Kelistrikan Pulau Kundur (Sumber : Power Max Desain) <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.6 Bahan-bahan Baku Sistem Kelistrikan PLTBm Pulau Kundur (Sumber : Power Max Desain) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kondisi Terkini Sistem Kelistrikan Pulau Kundur	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.2 Daya terpasang dan terpakai pada kelistrikan Pulau Kundur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.3 Biaya-Biaya Komponen pada Sistem PLTD	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.4 Konsumsi BBM PLTD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.5 Efisiensi/Pengurangan BBM PLTD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.6 Rincian Kerja Peneliti.....	52
Tabel 3.7 Materi Kajian dalam Tinjauan Pustaka .....	55
Tabel 4.1 Komponen pembentuk biaya Investasi awal CapEx PLTS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2 Komponen Pembentuk Biaya <i>Operation &amp; Maintenance</i> OpEx PLTS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3 Komponen pembentuk biaya Investasi awal CapEx PLTBm.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4 Komponen Pembentuk Biaya <i>Operation &amp; Maintenance</i> OpEx PLTBm .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.5 Parameter-Parameter yang Digunakan dalam Asumsi Perhitungan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.6 Biaya CapEx (Investasi) PLTS 10 MWp Pengembang/ <i>Developer</i> A .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.7 Biaya CapEx (Investasi) PLTS 10 MWp Pengembang/ <i>Developer</i> B .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

- Tabel 4.8 Biaya CapEx (Investasi) PLTBm 4 MWe Teknologi Eropa ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- Tabel 4.9 Biaya CapEx (Investasi) PLTBm 3 MWe Teknologi China ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- Tabel 4.10 Perhitungan Biaya *Operation & Maintenance* OpEx PLTS  
Pengembang/*Developer A* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11 Perhitungan Biaya *Operation & Maintenance* OpEx PLTS  
Pengembang/*Developer B*..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.12 Perhitungan Biaya *Operation & Maintenance* Opex PLTBm Teknologi  
Eropa..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.13 Perhitungan Biaya *Operation & Maintenance* Opex PLTBm Teknologi  
Cina..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.14 Harga Bahan Baku Biomassa untuk PLTBm Gasifier ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- Tabel 4.15 Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik (belum  
termasuk fasilitas baterai atau penyimpanan energi listrik lainnya)  
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.16 Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik Ekspansi  
(belum termasuk fasilitas baterai atau penyimpanan energi listrik  
lainnya) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.17 Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik yang lahannya  
disediakan oleh Pemerintah (belum termasuk fasilitas baterai atau  
penyimpanan energi listrik lainnya)**Error! Bookmark not  
defined.**
- Tabel 4.18 Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBm**Error! Bookmark not  
defined.**
- Tabel 4.19 Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBm Ekspansi..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**

- Tabel 4.20 Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik, PLTA, PLTB, PLTBm, dan PLTBg yang seluruhnya dibangun oleh Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah, termasuk berasal dari Hibah. .... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.21 Tabel harga lahan di Pulau Kundur ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 22 Rincian kebutuhan lahan dan harga untuk pembangunan PLTS 10 Mwp Dan PLTBm 3 MWe..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.23 Produksi KWh PLTS 10 MWp Pengembang A/Developer A..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.24 Produksi KWh PLTS 10 MWp Pengembang B/Developer B ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.25 Produksi KWh PLTBm 4 MWe, teknologi Eropa**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.26 Produksi KWh PLTBm 3 MWe, teknologi Cina**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.27 Simulasi Model Pembagian Keuntungan PLTBm**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 28 Ringkasan kelayakan finansial berdasarkan skenario-skenario sistem PLTS 10 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 29 Ringkasan kelayakan finansial berdasarkan skenario-skenario sistem PLTBm 4MWe dan PLTBm 3MWe**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR NOMENKLATUR

### A. Singkatan

Singkatan	Keterangan
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTBm	Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

### B. Istilah Teknis

Singkatan	Keterangan
Hybrid System	Sistem kombinasi dua atau lebih sumber energi (PLTS dan PLTBm)
Biomassa	Sumber energi dari bahan organik (limbah pertanian, kayu, dan lainnya)
Gasifier	Alat yang mengubah biomassa menjadi gas untuk menghasilkan energi
Smartgrid	Sistem jaringan listrik cerdas berbasis control otomatis
Microgrid	Jaringan listrik kecil yang dapat beroperasi secara independen
Energy Storage	Sistem penyimpanan energi (biasanya menggunakan baterai)
Carbon Credit	Insentif keuangan untuk proyek-proyek yang mengurangi emisi karbon
Load Profile	Pola beban penggunaan listrik selama periode waktu tertentu
Peak Load	Beban listrik tertinggi dalam suatu sistem dalam periode tertentu
Dispatchable Energy	Energi yang dapat dikendalikan dan disesuaikan produksinya

### C. Satuan

Singkatan	Keterangan
kW	Kilowatt (1.000 Watt)
MW	Megawatt (1.000 kW)
MWp	Megawatt-peak (kapasitas puncak dari sistem tenaga surya saat kondisi optimal)
MWe	Megawatt-electric (kapasitas listrik bersih yang dihasilkan pembangkit)

kWh	Kilowatt-hour (energi yang dikonsumsi/dihasilkan selama 1 jam)
MWh	Megawatt-hour (1.000 kWh)
Ton	1.000 kilogram
Rp	Rupiah (Mata uang Indonesia)
%	Persentase



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Lampiran Peraturan Presiden No.112 Tahun 2022 .....	106
Lampiran 2. Data Beban/Neraca Daya Listrik Existing Pulau Kundur .....	106
Lampiran 3. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Pulau Kundur .....	106
Lampiran 4. Data BPP Existing Pulau Kundur .....	106
Lampiran 5. Data Perhitungan penggunaan BBM existing dan Kajian Pengurangan BBM dengan Energi Terbarukan PLTS dan PLTBm .....	106
Lampiran 6. Data Simulasi PLTS 10 MWp dengan Software Helioscope untuk Opsi Lahan 1 (design dan shading report) .....	106
Lampiran 7. Data Simulasi PLTS 10 MWp dengan Software Helioscope untuk Opsi Lahan 2 (design dan shading report) .....	106
Lampiran 8. Data Perhitungan Faktor Kapasitas dan Proyeksi Nilai Pendapatan dari PLTS 10 MWp dan PLTBm 4 MWe & 3 MWe .....	106
Lampiran 9. Perhitungan Capex dan Opex PLTS 10 MWp Skenario Pengembang/Developer A .....	106
Lampiran 10. Perhitungan Capex dan Opex PLTS 10 Mwp Skenario Pengembang/Developer B .....	106
Lampiran 11. Perhitungan Capex dan Opex PLTBm 4 MWe Teknologi Eropa	106
Lampiran 12. Perhitungan Capex dan Opex PLTBm 3 MWe Teknologi Cina ..	106
Lampiran 13. Perhitungan Financial Model PLTS 10 MWp Skenario dengan Pengembang/Developer A .....	106
Lampiran 14. Perhitungan Financial Model PLTS 10 MWp Skenario dengan Pengembang/Developer B .....	106
Lampiran 15. Perhitungan Financial Model PLTS 10 MWp dengan Skenario Ideal Price .....	106
Lampiran 16. Perhitungan Financial Model PLTBm 4 MWe Skenario dengan teknologi Eropa .....	106

Lampiran 17. Perhitungan Financial Model PLTBm 3 MWe Skenario dengan teknologi Cina ..... 106

Lampiran 18. Perhitungan Financial Model PLTBm 4 MWe Skenario dengan Ideal Price..... 106

Lampiran 19. Perhitungan Financial Model PLTBm 3 MWe Skenario dengan Ideal Price..... 106

