

**ANALISIS KELAYAKAN MANAJEMEN PENGEMBANGAN  
SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA  
DAN BIOMASSA DI PULAU KUNDUR PROVINSI  
KEPULAUAN RIAU**

**TESIS**

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

**Oleh**

**JHONSIVOLTA N**

**NIM : 2023910016**

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



**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA**

## 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



Handwritten signature of Jhonsivolta N.

JHONSIVOLTA N

NIM: 2023-91-00-16

## ABSTRAK

**JHONSIVOLTA N (2023910016).** Analisa Kelayakan Manajemen Pengembangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Biomassa di Pulau Kundur Kepulauan Riau. Dibawah Bimbingan Dr.Ir. Muhammad Syukri Nur, MSi, Dr. Aep Saepul Uyun, M. Eng.

Pulau Kundur di Provinsi Kepulauan Riau memiliki potensi energi terbarukan yang besar, terutama dari sumber energi surya dan biomassa. Namun, pemanfaatan kedua sumber energi ini masih belum optimal. Pulau Kundur, sebagai wilayah kepulauan di Indonesia, menghadapi tantangan dalam penyediaan listrik yang andal dan berkelanjutan. Integrasi PLTS dan biomassa sebagai sistem hybrid dinilai potensial untuk mengatasi keterbatasan pasokan listrik sekaligus mendukung transisi energi terbarukan. Namun, pengembangan proyek hybrid ini memerlukan pendekatan manajemen yang komprehensif, khususnya dalam perencanaan manpower, operasional, dan pemeliharaan.

Tesis ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan manajemen pengembangan sistem hibrid pembangkit listrik tenaga surya dan biomassa di Pulau Kundur. Mengidentifikasi tantangan dan memberikan solusi untuk implementasi system hybrid PLTS dan PLTBm di Pulau Kundur dan Mengembangkan strategi manajemen yang efektif dalam pendayagunaan hybrid Pembangkit listrik tenaga surya dan Biomassa di Pulau Kundur.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif dengan metode pengumpulan data meliputi studi literatur terkait proyek Hybrid PLTS dan Biomassa, Analisis kebutuhan manpower berdasarkan kebutuhan PLTS 10 MW dan Biomassa 3 MW, wawancara dengan Pemangku kepentingan, Simulasi operasional berbasis data lapangan dan Pendekatan Input-proses-Output (IPO).

Hasil penelitian analisis manajemen menunjukkan bahwa sistem hibrid pembangkit listrik tenaga surya dan biomassa layak untuk dikembangkan di Pulau Kundur. Dari aspek manajemen, kombinasi kedua sumber energi ini dapat memenuhi kebutuhan

listrik secara stabil dan berkelanjutan. Analisis Manajemen menunjukkan kebutuhan Manpower system hybrid membutuhkan 120-200 orang selama konstruksi didominasi instalasi PLTS dan 30-50 orang untuk operasional fokus pada penanganan biomassa. Untuk Strategi Operasional Kombinasi otomatisasi PLTS dan tik teknis biomassa dapat meningkatkan efisiensi, tetapi memerlukan pelatihan khusus untuk operator Lokal. Keberlanjutan *system hybrid* mengurangi ketergantungan pada diesel dengan pengurangan emisi, namun ketersediaan biomassa lokal perlu dikelola agar tidak mengganggu ekosistem.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengembangan sistem hibrid pembangkit listrik tenaga surya dan biomassa di Pulau Kundur dari aspek manajemen layak untuk dikembangkan. Rekomendasi yang diberikan meliputi perlunya dukungan kebijakan dari pemerintah, pengembangan sistem manajemen performa terdigitalisasi, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, Penerapan skema pelatihan berjenjang untuk tenaga lokal, serta kerjasama dengan pihak swasta dan kemitraan strategis dengan penyedia biomassa untuk memastikan keberlanjutan proyek ini. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan energi terbarukan di daerah kepulauan lainnya di Indonesia.

Kata kunci: Sistem Hibrid, Tenaga Surya, Biomassa, Manajemen manpower, Kelayakan, Pulau Kundur, Energi Terbarukan.

## **ABSTRACT**

*JHONSIVOLTA N (2023910016). Managemen Feasibilty Analysis of the Development of Hybrid Solar and Biomass Power Plant System on Kundur Island,Riau Island.Under the Guidance of Dr.Ir.Muhammad Syukri Nur, Msi, Dr. Aep Saepul Uyun, M.Eng and Dr. Andy Tirta, M.Sc*

*Kundur Island in Riau Islands Province has great renewable energy potential, especially from solar and biomass energy sources. However, the utilisation of these two energy sources is still not optimal. Kundur Island, as an archipelago region in Indonesia, faces challenges in providing reliable and sustainable electricity. The integration of solar PV and biomass as a hybrid system is considered potential to overcome the limited electricity supply while supporting the renewable energy transition. However, the development of this hybrid project requires a comprehensive management approach, particularly in manpower planning, operations, and maintenance.*

*This thesis aims to analyse the management feasibility of developing a hybrid system of solar and biomass electricity generation on Kundur Island. Identify challenges and provide solutions for the implementation of a hybrid system of solar and biomass power plants on Kundur Island and Develop effective management strategies in the utilisation of hybrid solar and biomass power plants on Kundur Island.*

*This research uses qualitative and quantitative approaches with data collection methods including literature studies related to Hybrid PLTS and Biomass projects, Analysis of manpower needs based on the needs of 10 MW PLTS and 3 MW Biomass, Interviews with Stakeholders, Operational simulations based on field data and Input-process-Output (IPO) approach.*

*The results of the management analysis research show that a hybrid system of solar and biomass power plants is feasible to be developed on Kundur Island. From the management aspect, the combination of these two energy sources can fulfil electricity demand in a stable and sustainable manner. The management analysis shows that the manpower requirement of the hybrid system requires 120-200 people*

*during construction dominated by the installation of solar power plants and 30-50 people for operations focused on handling biomass. For the Operational Strategy, the combination of solar automation and biomass technical mats can improve efficiency, but requires specialised training for local operators. The sustainability of the hybrid system reduces dependence on diesel with reduced emissions, but the availability of local biomass needs to be managed so as not to disturb the ecosystem.*

*The conclusion of this research is that the development of a hybrid system of solar and biomass power plants on Kundur Island from the management aspect is feasible to be developed. Recommendations include the need for policy support from the government, the development of a digitalised performance management system, human resource capacity building, the implementation of a tiered training scheme for local personnel, as well as cooperation with the private sector and strategic partnerships with biomass providers to ensure the sustainability of this project. This research is expected to be a reference for the development of renewable energy in other archipelagic regions in Indonesia.*

*Keywords: Hybrid System, Solar, Biomass, Manpower Management, Feasibility, Kundur Island, Renewable Energy.*

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**Judul Tesis** : Analisis Kelayakan Manajemen Pengembangan Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Biomassa di Pulau Kundur Provinsi Kepulauan Riau  
**Nama** : JHONSIVOLTA N  
**NIM** : 2023-91-00-16

**Telah di setujui oleh komisi pembimbing dan penguji**

Dr.Ir. Muhammad Syukri Nur, M. Si  
(Ketua Komisi Pembimbing)



Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S. Tp, M. Eng  
(Pembimbing-1)



Dr. Andy Tirta, M. Sc  
(Pembimbing-2)



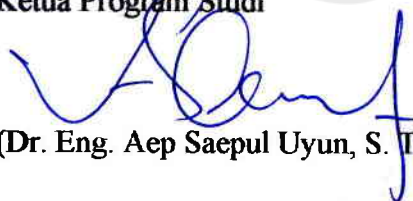
Ir. Erkata Yandri.M.Sc.rer.nat  
(Penguji)



Mengetahui

Ketua Program Studi

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



Direktur Pasca Sarjana

(Dr. Ir. As Natio Lasman)



Tanggal Ujian :

Tanggal Yudisium :

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur yang penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala pernyataan, berkat dan limpahan rahmat-Nya sehingga tim penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Analisis Kelayakan Manajemen Pengembangan Sistem Hybrid Pembangkit Tenaga Surya dan Biomassa di Pulau Kundur Provinsi Kepulauan Riau”, untuk memenuhi syarat dalam mencapai gelar Magister Teknik pada Program Studi Pasca Sarjana Universitas Darma Persada.

Pentingnya Pengembangan Energi terbarukan di Indonesia, khususnya di Wilayah Pulau Kundur sebagai salah satu wilayah terpencil di Provinsi Kepulauan Riau, yang memiliki potensi sumberdaya besar namun masih menghadapi tantangan dalam hal pasokan listrik yang andal dan berkelanjutan. Ketergantungan pada bahan bakar fosil tidak hanya berdampak pada biaya operasional yang tinggi hingga dampak lingkungan yang kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan sistem hibrid antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Biomassa menjadi solusi potensial untuk meningkatkan ketahanan energi sekaligus mendukung pembangunan berkelanjutan sekaligus mendukung prinsip energi bersih.

Penelitian ini merupakan dari penelitian bersama antara mahasiswa yang berasal dari sebuah perusahaan yang terkait dengan penyediaan listrik di Batam dengan Dosen-Dosen dari Program Studi Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, Jakarta. Payung penelitian ini adalah “Penilaian Multi Aspek untuk Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Hybrid (Surya-Biomassa) di Riau Kepulauan – Indonesia.”

Ragam persoalan seperti kenaikan harga bahan bakar (HSD) sehingga terjadi kenaikan biaya produksi, upaya pelaksanaan transisi energi di sektor kelistrikan, turut menjaga kelestarian lingkungan global dengan mengurangi emisi penyebab efek rumah kaca, serta pemanfaatan limbah dari industri sagu dan kelapa serta limbah hutan telah mendorong penelitian ini. Pelaksanaan riset dimulai dari kajian pustaka, survei, pengumpulan data sekunder, analisis dan diskusi dengan kalangan pakar sejak awal tahun 2023 hingga Mei 2025 dengan lima prespektif yaitu teknis,

finansial, manajemen, kebijakan dan regulasi, serta keberlanjutan. Kelima aspek tersebut merupakan kriteria penting yang diperlukan bagi investor sebagai materi dalam perencanaan investasinya di wilayah ini.

Penggunaan materi penelitian ini juga dimanfaatkan sebagai bahan untuk penulisan tesis dan artikel ilmiah dengan mendayagunakan masing-masing tema bagi setiap mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan Program Magister Teknik Energi Terbarukan di Universitas Darma Persada. Pemecahan persoalan nyata dan dialami oleh publik merupakan upaya bersama dalam mencari solusi dan memperkuat peran perguruan tinggi sebagai “Centre of Knowledge” dan menghindari posisi “menara gading”.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Serta Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama proses penulisan tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan energi terbarukan, khususnya di wilayah kepulauan seperti Pulau Kundur, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Batam, Mei 2025

JHONSIVOLTA N

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Jhonsivolta N, lahir di Pematang Raya Kabupaten Simalungun Sumatera Utara, pada tanggal 22 September 1985. Penulis merupakan anak kedua dari Lima bersaudara, dari pasangan Dariun Nababan SP. d dan Sarma uli saragih Am.d.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD inpress Sirpadang Dalig raya Kabupaten Simalungun pada tahun 1992 hingga 1998. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Pematang Raya dari tahun 1998 hingga 2001, dan pendidikan Sekolah menengah atas di SMA Swasta Sultan Agung Pematang siantar dari tahun 2001 hingga 2003. Setelah menyelesaikan pendidikan sekolah menengah Atas, penulis melanjutkan studi Diploma tiga (D3) di Politeknik Negeri Medan, Program Studi Teknik Energi, dan lulus pada tahun 2007 dengan Judul Tugas Akhir “Pengolahan Sisa penggorengan minyak ayam untuk bahan bakar Biodiesel”. Kemudian melanjutkan Strata 1 (S1) di Universitas Riau Kepulauan, Program Studi Teknik Industri, dan lulus pada tahun 2009 dengan judul skripsi “Pengukuran waktu standard untuk project DXL Control studi kasus PT Flextronics”.

Pada tahun 2023, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Magister (S2) di Universitas Darma Persada, Program Studi Teknik Energi Terbarukan. Selama menempuh studi, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan akademik dan non-akademik, seminar dan pelatihan berkaitan dengan energi terbarukan, serta melakukan penelitian terkait energi terbarukan, khususnya sistem hibrid pembangkit listrik tenaga surya dan biomassa. Selain itu, penulis juga memiliki pengalaman kerja di PT Pelayanan Energi Batam sejak tahun 2016 sampai sekarang bidang Transportasi gas, *Engineering contruction* PLTS, khususnya yang berkaitan dengan pengembangan energi terbarukan. Penulis dapat dihubungi melalui email: [jhonsivoltan@gmail.com](mailto:jhonsivoltan@gmail.com) atautau nomor telpon :081372358817.

Batam, Mei 2025

Jhonsivolta N, S.T

Tesis ini saya persembahkan untuk:

- Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu mendoakan, mendukung, dan memberikan kasih sayang tanpa batas sepanjang hidup saya.
- Keluarga besar Istri dan Anaka anak yang senantiasa menjadi sumber inspirasi, motivasi, dan kekuatan dalam setiap langkah saya.
- Para dosen dan pembimbing yang telah membagikan ilmu, pengalaman, serta bimbingan yang sangat berarti selama proses studi dan penulisan tesis ini.
- Rekan-rekan Pegawai PEB serta para Direktur yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama perjalanan akademik ini.
- Rekan-rekan seperjuangan dan sahabat-sahabat terbaik yang selalu memberikan semangat, kebersamaan, dan dukungan selama perjalanan akademik ini.
- Seluruh masyarakat Pulau Kundur, yang menjadi sumber inspirasi dan motivasi dalam upaya pengembangan energi terbarukan demi masa depan yang lebih baik.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal untuk kontribusi nyata dalam pengembangan energi terbarukan di Indonesia, khususnya di Pulau Kundur.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tesis ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. As Natio Lasman Selaku Rektor Pasca Sarjana Universitas Darma Persada, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
2. Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S. Tp, M. Eng Selaku Kepala Program Studi Pasca Sarjana Teknik Energi Terbarukan yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
3. Bapak Dr.Ir. Muhammad Nur Syukri, M. Si, selaku Ketua Komisi pembimbing tesis, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
4. Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S. Tp, M. Eng selaku Dosen pembimbing-1 tesis, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
5. Bapak Dr. Andy Tirta, M. Sc selaku Dosen pembimbing-2 tesis, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program studi Pasca sarjana Teknik Energi Terbarukan Universitas Darman Persada, atas bimbingan, arahan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Bapak/Ibu Pegawai Program studi Pasca sarjana Teknik Energi Terbarukan Universitas Darman Persada, atas bimbingan, arahan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

8. Keluarga tercinta, terutama Ibu Sarma uli, Istri saya Sri Julianti saragih, serta anak kami Ivan, kenzo, efran, atas doa, dukungan, semangat dan pengorbanan yang tak ternilai selama ini.
9. Bapak Rosa Darman, Bramantyo dan Mulnawarman selaku Direktur PEB dan Deputy direktur Terimakasih atas diskusi dan semangat yang selalu diberikan.
10. Teman-teman Pegawai Kantor PT PEB dan Teman teman Kuliah terima kasih atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang selalu diberikan.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu, yang telah membantu dan memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Batam, Mei 2025

Jhonsivolta N, S.T

NIM: 2023-91-0016

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tesis ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. As Natio Lasman Selaku Rektor Pasca Sarjana Universitas Darma Persada, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
2. Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S. Tp, M. Eng Selaku Kepala Program Studi Pasca Sarjana Teknik Energi Terbarukan yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
3. Bapak Dr.Ir. Muhammad Syukri Nur, MSi, selaku Ketua Komisi pembimbing tesis, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
4. Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S. Tp, M. Eng selaku Dosen pembimbing-1 tesis, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
5. Bapak Dr. Andy Tirta, M. Sc selaku Dosen pembimbing-2 tesis, atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program studi Pasca sarjana Teknik Energi Terbarukan Universitas Darman Persada, atas bimbingan, arahan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Bapak/Ibu Pegawai Program studi Pasca sarjana Teknik Energi Terbarukan Universitas Darman Persada, atas bimbingan, arahan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

8. Keluarga tercinta, terutama Ibu Sarma uli, Istri saya Sri Julianti saragih, serta anak kami Ivan, kenzo, efran, atas doa, dukungan, semangat dan pengorbanan yang tak ternilai selama ini.
9. Bapak Rosa Darman, Bramantyo dan Mulnawarman selaku Direktur PEB dan Deputy direktur Terimakasih atas diskusi dan semangat yang selalu diberikan.
10. Teman-teman Pegawai Kantor PT PEB dan Teman teman Kuliah terima kasih atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang selalu diberikan.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Batam, Mei 2025

Jhonsivolta N, S.T

NIM: 2023-91-0016

## DAFTAR ISI

COVER HALAMAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	v
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RIWAYAT HIDUP.....	x
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xxii
DAFTAR TABEL.....	xxiii
DAFTAR NOMENKLATUR.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1. Prinsip Energi Terbarukan.....	6
2.2. Konsep Sistem Hibrid.....	6

2.3.	Model Teoritis Manajemen Proyek .....	7
2.4.	Konsep Dasar Analisa Kelayakan .....	7
2.5.	Model teoritis keberlanjutan.....	7
2.6.	Analisa Dampak Lingkungan Sistem Hibrida .....	7
2.7.	Pengembangan Sistem Hibrid .....	8
2.8.	Energi Terbarukan dan Kebutuhan Energi di daerah Terpencil .....	8
2.9.	Alasan untuk melakukan Transisi Energi.....	8
2.9.1.	Mitigasi Perubahan Iklim.....	9
2.9.2.	Keamanan dan Kemandirian Energi .....	9
2.9.3.	Manfaat Ekonomi.....	9
2.9.4.	Inovasi Teknologi.....	9
2.9.5.	Dukungan Kebijakan dan Peraturan.....	10
2.9.6.	Tantangan ekonomi dan politik.....	10
2.10.	Tantangan Energi Terbarukan Indonesia.....	10
2.11.	Impelementasi Input-Proses-Output dalam Manajemen .....	12
2.11.1.	Input-Proses-Output dalam Manajemen Energi terbarukan .....	12
2.11.2.	Konsep dan Implementasi IPO dalam Manajemen terbarukan ..	12
2.11.3.	Implementasi dan Manfaat Penerapan IPO di manajemen .....	13
2.12.	Faktor Input Utama dalam Manajemen Energi Terbarukan.....	15
2.13.	Model Input-Proses-Output diterapkan pada pembangkit energi terbarukan.....	19
2.14.	Penilaian Kelayakan Manajemen Pengembangan sistem Hibrida PLTS dan PLTBm. ....	20
2.14.1.	Kelayakan Teknis.....	20
2.14.2.	Kelayakan Ekonomi .....	21
2.14.3.	Kelayakan Lingkungan .....	21

2.15.	Kerangka Kerja IPO Manajemen Pembangkit Listrik.....	23
2.15.1.	Analisis Dampak Ekonomi mencakup dua aspek .....	23
2.15.2.	Pengoptimalan Proses dan Efisiensi mencakup dua aspek .....	23
2.15.3.	Penilaian Lingkungan dan Keberlanjutan. ....	24
2.15.4.	Fleksibilitas dan Kontrol Operasional.....	24
2.15.5.	Rantai Pasokan dan Manajemen Sumber Daya .....	24
2.16.	Komponen utama dari kerangka kerja input-output .....	25
2.17.	Komponen kunci utama kerangka kerja Input-Output .....	28
2.18.	Tahapan yang terlibat dalam kerangka input-output .....	31
2.19.	Tahap Output Pembangkit Listrik system hybrid.....	34
2.20.	Studi Literatur Penelitian sebelumnya Konsep Manajemen energi .....	35
BAB 3 Metodologi Penelitian.....		41
3.1.	Wilayah Penelitian .....	41
3.2.	Lokasi Penelitian .....	42
3.3.	Pemilihan Lokasi Riset.....	43
3.3.1.	Kondisi terkini kelistrikan Pulau Kundur: .....	43
3.3.2.	Jumlah pasokan listrik – terpasang – Terpakai .....	45
3.3.3.	Pola Pemakaian Listrik di Kundur .....	47
3.3.4.	Biaya Produksi Listrik di Kundur dengan PLTD.....	48
3.3.5.	Konsumsi bahan bakar per hari/bulan/tahun:.....	49
3.3.6.	Rencana Pengurangan Konsumsi BBM untuk PLTD .....	50
3.4.	Jenis dan Sumber Data .....	53
3.5.	Tim Kerja dan Rincian Kerja .....	54
3.6.	Bahan dan Alat .....	55
3.6.1.	Data Primer .....	55

3.6.2.	Data Sekunder .....	55
3.7.	Alur kerja Penelitian.....	57
3.7.1.	Paradigma Penelitian dengan metode Pendekatan IPO .....	58
3.7.2.	Tinjauan Pustaka .....	60
3.7.3.	Rancangan Metode Penelitian.....	61
3.7.4.	Pengumpulan Data .....	61
3.7.5.	Kendali Kualitas Data .....	62
3.7.6.	Analisa Data .....	62
3.7.7.	Kesimpulan dan Rekomendasi.....	62
3.8.	Aspek Teknis Sistem dan Teknologi Hybrid Surya dan Biomassa.....	62
3.8.1.	Pertimbangan Teknis PLTS .....	63
3.8.2.	Pertimbangan Teknis PLTBm.....	63
3.9.	Komponen-Komponen Manajemen.....	64
3.9.1.	Perencanaan ( <i>Planning</i> ) .....	65
BAB 4 Hasil dan Pembahasan .....		70
Hasil dan Pembahasan.....		70
4.1.	Hasil.....	70
4.1.1.	Skema Kebutuhan organisasi sistem Manajemen pembangkit .....	73
4.1.1.1.	Struktur Organisasi PLTS dan PLTBm.....	74
4.1.1.2.	Hasil analisi Peran dan Tanggung Jawab Divisi .....	75
4.1.1.3.	Mekanisme Koordinasi dan Pelaporan.....	77
4.1.1.4.	Kepemimpinan dan Divisi utama .....	77
4.1.1.5.	Analisa Kebutuhan organisasi dalam perizinan .....	78
4.1.1.6.	Manajemen Risiko Perizinan dalam system Hybrid .....	85
4.1.2.	Analisa Kebutuhan Sumber daya Manusia (SDM).....	89

4.1.3.	Mekanisme Kerja PLTS dan PLTBm .....	97
4.1.4.	Prasarana-Sarana untuk Pendukung Manajerial Pembangkit.....	102
4.1.4.1.	Prasarana Pendukung Manajerial PLTS dan PLTBm .....	102
4.1.5.	Analisa Sistem Manajemen Kebutuhan SOP .....	106
4.2.	Pembahasan .....	110
4.2.1.	Pertimbangan utama untuk Implementasi Sistem Hibrid .....	110
4.2.2.	Kebutuhan Prasarana dan Sarana .....	112
4.2.3.	Pertimbangan Manajemen dan Struktur Organisasi.....	113
4.2.4.	Persentasi Kebutuhan Tenaga Kerja PLTS dan PLTBm .....	116
4.2.5.	Strategi Pengembangan Kompetensi.....	117
4.2.6.	Strategi Pengelolaan SDM (Sumber Daya Manusia).....	118
4.2.7.	Tantangan dan Solusi dalam Pengelolaan SDM Proyek PLTS. ...	122
4.2.8.	Manfaat sistem Hibrida pendekatan manajemen. ....	124
4.2.8.1.	Analisis Perbandingan Manfaat Sistem Hybrid .....	125
4.2.8.2.	Analisis Aspek Manajemen Sistem Hybrid .....	126
4.2.8.3.	Hasil Analisis Tantangan dalam Pemanfaatan system Hibrid...	127
4.3.	Strategi Manajemen untuk sistem Hibrid.....	128
4.4.	Pertanyaan Riset System Hybrid PLTS dan PLTBm di Pulau Kundur.	133
BAB 5 Kesimpulan ....		135
Kesimpulan .....		135
5.1.	Kesimpulan.....	135
5.2.	Saran .....	137
	Penutup.....	138
DAFTAR PUSTAKA .....		139



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Wilayah Provinsi Kepulauan Riau.....	42
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian di Pulau Kundur, Provinsi Kepulauan Riau .....	43
Gambar 3.3 Single Line Sistem Kelistrikan Pulau Kundur .....	40
Gambar 3.4 Grafik <i>Base Load</i> dan <i>Peak Load</i> Sistem Kelistrikan Kundur .....	48
Gambar 3.5 Alur Penelitian yang Mengintegrasikan Aspek Teknis, Ekonomi, Manajemen, Regulasi dan Keberlanjutan untuk Pulau Kundur.....	58
Gambar 3. 7 Skema penyediaan listrik hibrida energi terbarukan berbasis energy surya dan biomassa untuk Pulau Kundur, Provinsi Kepulauan Riau.....	61
Gambar 3.8 Skema Sistem pembangkit listrik energi surya .....	63
Gambar 3.9 Rantai Pasokan Biomassa ke Sistem Pembangkit Listrik Biomassa.	64
Gambar 4.1 Skema Hybrid PLTS dan PLTD pada Sistem Kelistrikan Pulau Kundur .....	..66
Gambar 4.2 Desain Skema Pola Operasi Hybrid PLTS, PLTBM dan PLTD pada Sistem Kelistrikan Pulau Kundur Setiap Jam, Selama 24 Jam.....	68
Gambar 4.3 Tata cara permohonan dan penetapan IUPTLU untuk Kepentingan Umum.....	78
Gambar 4.4 Struktur Organisasi PLTS dan PLTBM .....	..83
Gambar 4.5 Mekanisme Kerja PLTS dan PLTBM.....	..94

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ringkasan Penjelasan Input Proses Output dalam manajemen energi terbarukan.....	15
Tabel 2.2	Ringkasan Faktor utama dalam manajemen energi terbarukan.....	18
Tabel 2.3	Faktor faktor kelayakan manajemen sistem hybrid surya dan Biomassa.....	22
Tabel 2.4	Kerangka kerja IPO pada system Hybrid PLTBm.....	25
Tabel 2.5	Komponen utama kerja kerja IPO pada system Hybrid PLTBm .....	27
Tabel 2.6	Komponen Kunci utama dalam kerangka kerja IPO pada PLTBm.....	30
Tabel 2.7	Tahapan yang terlibat dalam kerangka IPO pada System PLTBm.....	33
Tabel 3.1	Kondisi Terkini sistem kelistrikan Pulau Kundur.....	39
Tabel 3.2	Daya Terpasang dan terpakai pada kelistrikan pulau Kundur .....	41
Tabel 3.3	Biaya Biaya pada system PLTD.....	43
Tabel 3.4	Konsumsi BBM pada PLTD.....	44
Tabel 3.5	Efisiensi Pengurangan BBM PLTD.....	45
Tabel 3.6	Rician kerja penelitian.....	49
Tabel 3.7	Materi Kajian dalam tinjauan pustaka.....	55
Tabel 3.8	Kebutuhan tenaga kerja proyek PLTS 1 MW.....	63
Tabel 3.9	Kebutuhan tenaga kerja proyek PLTBm.....	64
Tabel 4.23	Tantangan Solusi dalam manajemen.....	111
Tabel 4.24	Manfaat system Hybrid PLTS dan Biomassa di Pulau kundur.....	117
Tabel 4.25	Perbandingan system hybrid PLTS dan Biomassa di Pulau Kundur.....	118
Tabel 4.26	Analisis aspek manajemen sistem Hybrid vs Konvensional.....	120
Tabel 4.27	Kebutuhan organisasi.....	122
Tabel 4.28	Strategi Manajemen dalam keahlian.....	122

Tabel 4.29 Mitigasi Risiko teknis.....123

Tabel 4.30 Diversifikasi SumberBiomassa .....124

Tabel 4.31 Program Pengembangan masyarakat.....135



## DAFTAR NOMENKLATUR

### A. Singkatan

Singkatan	Keterangan
<b>PLTS</b>	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
<b>PLTBm</b>	Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa
<b>PLTD</b>	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
<b>MWp/MWe</b>	Megawat Peak/Megawat Electric
IPP	Independent Power Producer
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PV	Photovoltaic
AI	Artificial Intilligent
EBT	Energi Baru terbarukan
SDM	Sumber Daya manusia
RnD	Research and Development
IPO	Input-Proses-Output
HRES	Hybrid Renewable Energy System
EMS	Energy Management System
DC/AC	Direct Current/Alternating Current
O&M	Operation and Maintenance
LCA	Life Cycle Assesment
I-O	Input-Output
SCADA/HMI	Supervisory Control and Data Acquisition/Human Machine Interface
MPPT	Maksimum Power Point Tracking

### 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 .....	156
Lampiran 2. Data Beban/Neraca Daya Listrik Existing Pulau Kundur .....	156
Lampiran 3. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Pulau Kundur .....	156
Lampiran 4. Data BPP Existing Pulau Kundur .....	156
Lampiran 5. Daftar Peraturan daerah atau kebijakan terkait energi terbarukan	156
Lampiran 6. Gambar Desain System Hybrid Tata Letak PLTS dan PLTBm.....	156
Lampiran 7. Spesifikasi teknis panel surya, inverter, baterai, dan generator biomassa .....	156
Lampiran 8. Dokumen Analisa Mitigasi Risiko .....	156
Lampiran 9. Dokumen Peltihan dan Kompetensi SDM .....	156
Lampiran 10. Dokumen Perencanaan dan Organisasi PLTS .....	156