



**STUDI DAMPAK PENYAMBUNGAN PLTS DAN BESS DI
ATAMBUA DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI
PERANGKAT LUNAK DIGSILENT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**AL IKHSAN MUHAMMAD NAUFAL
41423110058**

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**STUDI DAMPAK PENYAMBUNGAN PLTS DAN BESS DI
ATAMBUA DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI
PERANGKAT LUNAK DIGSILENT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : AL IKHSAN MUHAMMAD NAUFAL
NIM : 41423110058
PEMBIMBING : Ir. BUDI YANTO HUSODO, M.Sc.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Al Ikhsan Muhammad Naufal
NIM : 41423110058
Program : Teknik Elektro
Studi
Judul : Studi Dampak Penyambungan PLTS dan BESS di Atambua dengan Menggunakan Aplikasi Perangkat Lunak DIgSILENT

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc.
NUPTK : 1044747648130173

Tanda Tangan



Ketua Penguji : Yudhi Gunardi, ST., MT., Ph.D.
NUPTK : 3162747648130103



Anggota Penguji : Fina Supegina, ST., MT.
NUPTK : 9550758659230172



Jakarta, 20 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL SIMILARITY

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : AL IKHSAN MUHAMMAD NAUFAL
NIM : 41423110058
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : Studi Dampak Penyambungan PLTS dan BESS di Atambua dengan Menggunakan Aplikasi Perangkat

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jum'at, 31 Januari 2025** dengan hasil presentase sebesar **12%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Januari 2025
Administrator Turnitin,



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Al Ikhsan Muhammad Naufal
N.I.M : 41423110058
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Studi Dampak Penyambungan PLTS dan BESS di
Atambua dengan Menggunakan Aplikasi Perangkat Lunak DIGSILENT

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 28 Januari 2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Al Ikhsan Muhammad Naufal

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), semakin meningkat untuk mendukung pengurangan emisi karbon dan mencapai bauran energi yang lebih bersih. Namun, sifat intermiten dari PLTS sering menyebabkan fluktuasi daya yang dapat memengaruhi stabilitas jaringan listrik, seperti tegangan tidak stabil dan peningkatan flicker. Di Atambua, Sistem Timor menghadapi tantangan serupa, terutama karena ketergantungan pada pembangkit berbasis fosil yang mengakibatkan emisi tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan solusi berupa integrasi PLTS dengan *Battery Energy Storage System* (BESS), yang mampu mengkompensasi fluktuasi daya.

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan perangkat lunak DigSILENT untuk menganalisis dampak penyambungan PLTS dengan BESS di Sistem Timor. Studi dilakukan pada berbagai skenario operasi, seperti kondisi Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP). Parameter utama yang dievaluasi meliputi aliran daya, arus hubung singkat, flicker, dan dampak terhadap bauran energi. Data operasional sistem kelistrikan diperoleh dari survei lapangan dan RUPTL 2021-2030, kemudian dimodelkan pada perangkat lunak untuk mengevaluasi kinerja sistem dengan dan tanpa integrasi PLTS-BESS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyambungan PLTS dengan BESS memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan kualitas sistem kelistrikan. Integrasi ini mampu mengurangi fluktuasi tegangan, meningkatkan profil tegangan, dan menurunkan kerugian daya pada jaringan. Analisis arus hubung singkat mengungkapkan bahwa penyambungan PLTS dengan BESS sedikit meningkatkan arus hubung singkat, tetapi masih berada dalam batas aman peralatan jaringan. Selain itu, evaluasi flicker menunjukkan pada batas yang sangat aman. Selain itu, BESS terbukti efektif dalam mengkompensasi daya pada PLTS, memungkinkan pengiriman daya konstan sebesar 10 MW ke jaringan. Dari sisi bauran energi, kontribusi energi terbarukan meningkat secara signifikan, mendukung target dedieselisasi di Sistem Timor. Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap pemanfaatan dan pengembangan pembangkit EBT khususnya PLTS yang di-*hybrid* dengan BESS yang diyakinkan dapat menjadi pembangkit *baseload*.

Kata kunci: PLTS, BESS, aliran daya, arus hubung singkat, flicker, bauran energi.

ABSTRACT

The utilization of renewable energy, such as Solar Power Plants (PLTS), is increasing to support carbon emission reductions and achieve a cleaner energy mix. However, the intermittent nature of PLTS often leads to power fluctuations that can affect grid stability, such as unstable voltage and increased flicker levels. In Atambua, the Timor System faces similar challenges, primarily due to reliance on fossil-based power plants, which contribute to high emissions. To address these issues, a solution is required in the form of integrating PLTS with a Battery Energy Storage System (BESS), which can compensate for power fluctuations.

This research employs simulation methods using DIgSILENT software to analyze the impact of connecting PLTS with BESS in the Timor System. The study examines various operational scenarios, such as Off-Peak Load (LWBP) and Peak Load (WBP) conditions. The main parameters evaluated include power flow, short-circuit current, flicker, and the impact on the energy mix. Operational data of the electrical system were obtained from field surveys and the RUPTL 2021-2030, then modeled using software to evaluate system performance with and without PLTS-BESS integration.

The research results indicate that connecting PLTS with BESS provides significant benefits in improving the quality of the power system. This integration reduces voltage fluctuations, enhances voltage profiles, and decreases power losses in the network. The short-circuit current analysis reveals that PLTS-BESS integration slightly increases short-circuit current levels but remains within the safe operating limits of the equipment. Additionally, flicker evaluation demonstrates that the system operates well within safe limits. Furthermore, BESS effectively compensates for PLTS power output, enabling a constant power delivery of 10 MW to the grid. From an energy mix perspective, the contribution of renewable energy significantly increases, supporting decarbonization targets in the Timor System. This research is expected to contribute to the utilization and development of renewable energy power plants, particularly PLTS hybridized with BESS, which is deemed capable of serving as a baseload.

Keywords: PVPP, BESS, power flow, short-circuit current, flicker, energy mix.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Studi Dampak Penyambungan PLTS dan BESS Di Atambua dengan Menggunakan Aplikasi Perangkat Lunak DIgSILENT". Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Teknik Elektro Universitas Mercubuana.

Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo S.T, M.Sc., selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Yudhi Gunardi ST., MT., Ph.D., dan Ibu Fina Supegina ST., MT, selaku dosen penguji atas segala masukan dan saran yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
3. Keluarga tercinta, terutama ayah dan bunda, yang selalu memberikan dukungan serta doa yang tidak pernah putus untuk kesuksesan saya.
4. Kepada yang tersayang, Dian Paras yang selalu memberikan motivasi, semangat, canda, tawa, doa, dan hal baik lainnya.
5. Kang Rizky dan Yusuf yang telah memberikan semangat, saran, dan bantuan selama proses penelitian ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berkontribusi terhadap pemanfaatan dan pengembangan pembangkit EBT khususnya PLTS yang di-*hybrid* dengan BESS, serta berkontribusi dalam program pemerintah yaitu dedieselisasi

atau pengurangan bahan bakar minyak sebagai sumber untuk menghasilkan energi listrik.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dunia akademik pada umumnya.

Terima kasih.

Al Ikhsan Muhammad Naufal
Jakarta, 31 Januari 2025



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT KETERANGAN HASIL SIMILARITY	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup & Batasan Masalah.....	4
1.6 Kontribusi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	17
2.2.1 Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)	17
2.2.2 Pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT).....	18
2.2.3 Analisis Aliran Daya (<i>Load Flow Analysis</i>)	19
2.2.4 Intermitensi (<i>Intermittency</i>)	22
2.2.5 Iridiasi Matahari (<i>Solar Irradiance</i>)	23
2.2.6 <i>Photovoltaic</i> (PV).....	24

2.2.7	<i>Battery Energy Storage System (BESS)</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Diagram Alir.....	27
3.2	Analisa Kebutuhan	29
3.2.1	<i>Single Line Diagram (SLD)</i> Sistem Timor 2023	29
3.2.2	Operasi Sistem	30
3.2.3	Sumber Pasokan Daya.....	31
3.2.4	Bauran Energi Pembangkit dan Fuel Mix	32
3.2.5	Total Pembebanan Pembangkit Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) Sistem Timor Tahun 2023	33
3.2.6	Total Pembebanan Pembangkit Waktu Beban Puncak (WBP) Tahun 2023 Sistem Timor.....	34
3.2.7	Potensi pembangkit di RUPTL 2021-2030 (PLT EBT Base).....	34
3.2.8	Neraca Daya RUPTL	35
3.2.9	Pengembangan Sistem Kelistrikan.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Peramalan Beban	38
4.2	Simulasi Aliran Daya	39
4.2.1	Tahun 2023	40
4.2.2	Tahun 2027	43
4.3	Simulasi Arus Hubung Singkat	49
4.3.1	Tahun 2023	50
4.3.2	Tahun 2027	50
4.4	Simulasi <i>Flicker</i>	52
4.5	Simulasi Peran BESS sebagai Kompensasi PLTS	54
4.6	Simulasi Bauran Energi.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		60
Lampiran 1. Surat Izin Keterangan Pengambilan Data di Perusahaan		

- Lampiran 2. Hasil Simulasi Aliran Daya dan Arus Hubung Singkat tahun 2023
- Lampiran 3. Hasil Simulasi Aliran Daya dan Arus Hubung Singkat tahun 2027
Sebelum Interkoneksi PLTS dengan BESS
- Lampiran 4. Hasil Simulasi Aliran Daya dan Arus Hubung Singkat tahun 2027
Setelah Interkoneksi PLTS dengan BESS



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Model BESS.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2 Skema Sistem PLTS dengan BESS.....	28
Gambar 3.3 Single Line Diagram Sistem Timor 2023	30
Gambar 3.4 Peta Kelistrikan Sistem Timor Eksisting dan Rencana Pengembangan	31
Gambar 3.5 Komposisi Bauran Energi Sistem Timor 2023	33
Gambar 4.1 Iradiasi Matahari pada Agustus 2024.....	53
Gambar 4.2 Respon Tegangan Terhadap Fluktuasi Iradiasi Matahari.....	53
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Pst dan Plt	54
Gambar 4.4 Simulasi Daya yang dihasilkan PLTS	55
Gambar 4.5 Simulasi Daya yang dihasilkan PLTS dengan BESS.....	56
Gambar 4.6 Simulasi Bauran Energi Sistem Timor Setelah Interkoneksi PLTS dengan BESS.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Studi Literatur	13
Tabel 2.2 Potensi dan Pemanfaatan EBT	18
Tabel 3.1 Pasokan Daya Sistem Timor Tahun 2023	32
Tabel 3.2 Total LWBP Sistem Timor Tahun 2023	33
Tabel 3.3 Total WBP Sistem Timor Tahun 2023	34
Tabel 3.4 Neraca Daya Sistem Timor Tahun 2021-2030	35
Tabel 3.5 Rencana Penambahan Pembangkit Listrik dari Tahun 2023 – 2027 di Sistem Timor	36
Tabel 3.6 Rencana Penambahan Gardu Induk dari Tahun 2023 – 2027 di Sistem Timor	36
Tabel 3.7 Rencana Penambahan Jaringan Transmisi dari Tahun 2023 – 2027 di Sistem Timor	37
Tabel 4.1 Peramalan Beban LWBP dari Tahun 2023 – 2027 di Sistem Timor	38
Tabel 4.2 Peramalan Beban WBP dari Tahun 2023 – 2027 di Sistem Timor	38
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Profil Tegangan GI pada saat LWBP Tahun 2023	40
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Pembebanan Jaringan Transmisi pada saat LWBP Tahun 2023	41
Tabel 4.5 Hasil Simulasi Profil Tegangan GI pada saat WBP Tahun 2023	42
Tabel 4.6 Hasil Simulasi Pembebanan Jaringan Transmisi pada saat WBP Tahun 2023	42
Tabel 4.7 Hasil Simulasi Profil Tegangan GI pada saat LWBP Tahun 2027	44
Tabel 4.8 Hasil Simulasi Pembebanan Jaringan Transmisi dan IBT pada saat LWBP Tahun 2027	45
Tabel 4.9 Hasil Simulasi Profil Tegangan GI pada saat WBP Tahun 2027	47
Tabel 4.10 Hasil Simulasi Pembebanan Jaringan Transmisi dan IBT pada saat WBP Tahun 2027	48
Tabel 4.11 Hasil Simulasi Arus Hubung Singkat 3 Fasa Tahun 2023	50
Tabel 4.12 Hasil Simulasi Arus Hubung Singkat 3 Fasa Tahun 2027	51