



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
ANALISIS DAMPAK INTEGRASI PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP
KESTABILAN TEGANGAN SISTEM
JAWA BALI 500kV (Studi Kasus
Pada PLTS Terapung Cirata)

Dimas Zainal Abidin
NIM 2112068

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Prof. Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
ANALISIS DAMPAK INTEGRASI PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP
KESTABILAN TEGANGAN SISTEM
JAWA BALI 500kV (Studi Kasus
Pada PLTS Terapung Cirata)

Dimas Zainal Abidin
NIM 2112068

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Prof. Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2025

**ANALISIS DAMPAK INTEGRASI PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP
KESTABILAN TEGANGAN SISTEM JAWA BALI
500kV (Studi Kasus Pada PLTS Terapung Cirata)**

SKRIPSI

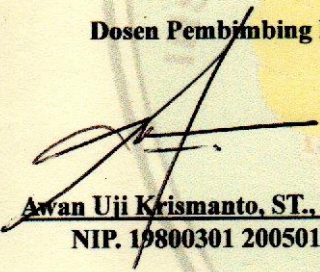
**Dimas Zainal Abidin
2112068**

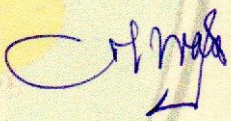
Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

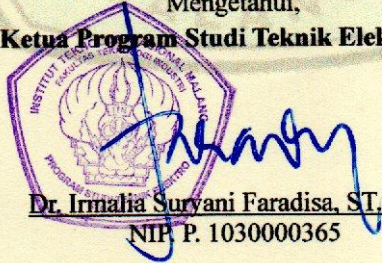
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19800301 200501 1 002


Prof. Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 19610503 199202 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Irmahia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

Malang
Februari, 2025



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Dimas Zainal Abidin
NIM : 2112068
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2024/2025
Judul Skripsi : Analisis Dampak Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhadap Kestabilan Tegangan Sistem Jawa-Bali 500kV (Studi Kasus Pada PLTS Terapung Cirata)

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Senin
Tanggal : 10 Februari 2025
Nilai : **87,79%**

Majelis Penguji

Ketua

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 19770615 200501 2 002

Anggota Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.
NIP. Y. 1018500108

Penguji II

Dr. Iryne Budi Sulistiawati, ST., MT
NIP. 19770615 200501 2 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis kan kritik mengharapdan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Bapak Prof. Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT selaku Dosen Pembimbing II yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
5. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
6. Teman-teman karyawan kampus 1 ITN yang telah mengubah pandangan hidup penulis, Alifina Cindy Zajuli yang telah memberi semangat kepada penulis.
7. Seluruh squad YYS Abdul toyib yang telah membantu kehidupan penulis selama menempuh sarjana.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Panjang umur perjuangan, panjang umur pengetahuan.

Malang, Februari 2025

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dimas Zainal Abidin
NIM : 2112068
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3573040303000003
Alamat : Jalan Bandulan Gg8b No.455b RT09/RW01
Kelurahan Bandulan, Kecamatan Sukun, Kota
Malang
Judul Skripsi : Analisis Dampak Integrasi Pembangkit Listrik
Tenaga Surya Terhadap Kestabilan Tegangan
Sistem Jawa-Bali 500kv (Studi Kasus Pada Plts
Terapung Cirata)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 26 Februari 2025

Yang membuat pernyataan



[Handwritten signature in blue ink]

Dimas Zainal Abidin
NIM 2112068

ABSTRAK

ANALISIS DAMPAK INTEGRASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TERHADAP KESTABILAN TEGANGAN SISTEM JAWA BALI 500kV (Studi Kasus Pada PLTS Terapung Cirata)

Dimas Zainal Abidin, NIM: 2112068

Dosen Pembimbing I: Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II: Prof. Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT

Penelitian ini menganalisis dampak integrasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terhadap kestabilan tegangan sistem transmisi 500 kV Jawa-Bali, dengan studi kasus pada PLTS Terapung Cirata. Seiring dengan peningkatan penggunaan energi terbarukan, khususnya PLTS, penting untuk memahami bagaimana integrasi sumber energi yang tidak stabil ini mempengaruhi keandalan dan stabilitas sistem tenaga listrik. PLTS Terapung Cirata merupakan PLTS Terapung terbesar di Asia memiliki memiliki kapasitas 145 MW Ac atau setara dengan 192 MWp. Namun, dengan adanya integrasi PLTS Terapung Cirata ke dalam sistem transmisi berpotensi mempengaruhi kestabilan tegangan, sehingga diperlukan analisis mendalam untuk menilai dampaknya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis tegangan statis melalui kurva PV dan analisis tegangan dinamis untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mempertahankan atau memperbaiki tegangan dalam batas stabilitas yang diperbolehkan. Studi dilakukan menggunakan perangkat lunak DigSILENT PowerFactory untuk mensimulasikan kondisi sistem sebelum dan sesudah integrasi PLTS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa injeksi daya PLTS Terapung Cirata sebesar 192 MWp mampu meningkatkan kualitas tegangan dan memperbaiki stabilitas sistem dibandingkan dengan kondisi sistem yang ada sebelum integrasi.

Kata kunci : PLTS Terapung Cirata, kestabilan tegangan, sistem, Analisa Stabilitas Statis, analisa kurva PV, DigSILENT PowerFactory

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE IMPACT OF SOLAR POWER PLANTS INTEGRATION ON THE VOLTAGE STABILITY OF THE JAVA-BALI 500Kv SYSTEM (Case Study on Cirata Floating Solar Power Plant)

Dimas Zainal Abidin, NIM: 2112068

Supervisor I: Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Supervisor II: Prof. Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT

This study analyzes the impact of the integration of solar power plants (PLTS) on the voltage stability of the 500 kV Java-Bali transmission system, with a case study on the Cirata Floating Solar Power Plant. Along with the increasing use of renewable energy, especially PLTS, it is important to understand how the integration of this unstable energy source affects the reliability and stability of the electric power system. Cirata Floating Solar Power Plant is the largest Floating Solar Power Plant in Asia with a capacity of 145 MW Ac or equivalent to 192 MWp. However, the integration of Cirata Floating Solar Power Plant into the transmission system has the potential to affect voltage stability, so an in-depth analysis is needed to assess its impact. The methods used in this study include static voltage analysis through the PV curve and dynamic voltage analysis to evaluate the system's ability to maintain or improve voltage within the permissible stability limits. The study was conducted using DigSILENT PowerFactory software to simulate system conditions before and after the integration of the Solar Power Plant. The results showed that the power injection of Cirata Floating Solar Power Plant of 192 MWp was able to improve voltage quality and improve system stability compared to the system conditions before integration.

Keywords : Cirata Floating Solar Power Plant, voltage stability, system, Static Stability Analysis, PV curve analysis, DigSILENT PowerFactory

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRAC	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Transmisi Tenaga Elektrik.....	5
2.2 Kestabilan Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.3 Kestabilan Tegangan	8
2.3.1 Analisa Stabilitas Tegangan Statis.....	9
2.3.1.1 Analisis kurva P-V	10
2.3.1.2 Analisis Kurva Q-V.....	11
2.3.2 Analisa Stabilitas Tegangan Dinamik.....	12
2.4 Studi Aliran Daya (Load Flow).....	12
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	13
BAB III METODE PENELETIAN.....	15
3.1 Teknik Pengumpulan Data	16
3.2 Sistem Transmisi Jawa-Bali 500Kv	16
3.2.1 Single Line Diagram Sistem Transmisi Jawa-Bali 500kV.....	17
3.2.2 Data Parameter Generator.....	18
3.2.3 Data Saluran Transmisi.....	18
3.2.4 Data Pembangkit.....	20
3.2.5 Data Beban.....	21
3.3 PLTS Terapung Cirata 192 MWp	22
3.4 Digsilent PowerFactory	23
3.5 Diagram Alir Analisis.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27

4.1 Analisa Aliran Daya Transmisi Jawa-Bali 500Kv	27
4.2 Analisa Kestabilan Tegangan Statis	32
4.2.1 Busbar 4 Gandul	32
4.2.2 Busbar 12 Bandung Selatan	33
4.2.3 Busbar 9 Cibatu	35
4.2.4 Analisa Kurva Q-V Busbar 10 Cirata	37
4.3 Analisis Kestabilan Tegangan Statis Pada Bus Daerah Paling Jauh	37
4.3.1 Bus 14 Ungaran	37
4.3.2 Bus 22 Paiton	39
4.4 Analisa Stabilitas Statis Kurva Q-V	41
4.4.1 Bus 10 Cirata	41
4.5 Analisa Kestabilan Dinamik	42
4.5.1 Analisa Kestabilan Dinamik Saat Terjadi Gangguan Short Circuit.....	42
4.5.2 Analisa Kestabilan Dinamik Saat Terjadi Kenaikan Beban 20%	50
BAB V KESIMPULAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Alur Sistem Tenaga Listrik	5
Gambar 2.2	Klasifikasi Masalah Kestabilan Sistem Tenaga Listrik	7
Gambar 2.3	Grafik Kurva P-V (Daya Aktif terhadap Tegangan).....	10
Gambar 2.4	Kurva Q-V (Daya Reaktif Terhadap Tegangan	11
Gambar 2.5	Komponen sistem PV yang terhubung ke jaringan.....	14
Gambar 3.1	Flow Chart.....	16
Gambar 3.2	SLD Sistem Transmisi Jawa-Bali 500Kv	17
Gambar 3.2	Data Saluran	20
Gambar 3.3	Data Pembangkitan	21
Gambar 3.4	Data Beban	22
Gambar 3.5	PLTS Terapung Cirata	22
Gambar 3.6	PLTS Yang Terhubung Ke Sistem Jawa-Bali	23
Gambar 4.1	Load Flow Kondisi Base Case	25
Gambar 4.2	Load Flow Kondisi Integrasi PLTS Terapung Cirata 192MWp	26
Gambar 4.3	Hasil Load Flow Terhadap Profil Tegangan	31
Gambar 4.4	Hasil Full Kurva P-V Pada Bus 4 Gandul	32
Gambar 4.5	Hasil Zoom Vcritical Kurva P-V Pada Bus 4 Gandul.....	32
Gambar 4.6	Hasil <i>Full</i> Kurva P-V Pada Bus 12 Bandung Selatan	33
Gambar 4.7	Hasil <i>Zoom Vcritical</i> Kurva P-V Pada Bus 12 Bandung Selatan.....	34
Gambar 4.8	Hasil Full Kurva P-V Pada Busbar 9 Cibatu	35
Gambar 4.9	Hasil Zoom Vcritical Kurva P-V Pada Busbar 9 Cibatu.....	35
Gambar 4.10	Hasil Full Kurva P-V Pada Bus 14 Ungaran	37
Gambar 4.11	Hasil Zoom Vcritical Kurva P-V Pada Bus 4 Ungaran.....	38
Gambar 4.12	Hasil Full Kurva P-V Pada Bus 22 Paiton.....	39
Gambar 4.13	Hasil Zoom Vcritical Kurva P-V Pada Bus 22 Paiton	39
Gambar 4.14	Hasil Full Kurva Q-V Bus 10 Cirata	41
Gambar 4.15	Zoom Vcritical Hasil Kurva Q-V Bus 10 Cirata	41
Gambar 4.16	Hasil Full Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 25	42
Gambar 4.17	Hasil Zoom Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 25	43
Gambar 4.18	Hasil Full Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 8	44
Gambar 4.19	Hasil Zoom Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 8	44
Gambar 4.20	Hasil Full Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 11	45
Gambar 4.21	Hasil Zoom Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 11	46
Gambar 4.22	Hasil Full Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 14	47
Gambar 4.23	Hasil Zoom Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 14	47
Gambar 4.24	Hasil Full Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 22	44
Gambar 4.25	Hasil Zoom Grafik Respon Tegangan Dinamik Bus 14	49

Gambar 4.26 Grafik Respon Tegangan Dinamik pada Bus 9.....	50
Gambar 4.27 Grafik Respon Tegangan Dinamik pada Bus 12.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Dinamik Generator	18
Tabel 3.2 Data Eksitasi Generator	18
Tabel 3.3 Data Saluran Transmisi.....	19
Tabel 3.4 Data Pembangkit.....	20
Tabel 3.5 Data Beban.....	21
Tabel 4.1 Hasil Load Flow Kondisi Base Case Dan Integrasi PLTS	27
Tabel 4.2 Hasil Analis Kurva Hidung Tercapai.....	33
Tabel 4.3 Hasil Analisa Batas Stabilitas Tegangan 0,95pu	33
Tabel 4.4 Hasil Analis Kurva Hidung Tercapai.....	40
Tabel 4.5 Hasil Analisa Batas Stabilitas Tegangan 0,95pu	40