



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - TEKNIK ENERGI LISTRIK

**PENGARUH INTEGRASI PLTS CIRATA
TERHADAP *SMALL SIGNAL STABILITY*
SISTEM JAWA-BALI 500kV**

Nabillya Arga Normalita
NIM 2212049

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
PENGARUH INTEGRASI PLTS CIRATA
TERHADAP *SMALL SIGNAL STABILITY*
SISTEM JAWA-BALI 500kV**

Nabillya Arga Normalita

NIM 2212049

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2026



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 : Nabillya Arga Normalita
NIM : 2212049
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Energi Listrik
Masa Bimbingan : Ganjil 2025/2026
Judul Skripsi : Pengaruh Integrasi PLTS Cirata Terhadap Small Signal Stability Sistem Jawa – Bali 500kV

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

Hari : Rabu
Tanggal : 21 Januari 2026
Nilai : 87,85

Majelis Penguji

Ketua

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19800301 200501 1 002

Anggota Penguji

Penguji I

Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Penguji II

Rachmadi Setiawan, ST., MT.
NIP. 1039400267

**PENGARUH INTEGRASI PLTS CIRATA TERHADAP
SMALL SIGNAL STABILITY SISTEM
JAWA – BALI 500kV**

SKRIPSI

**Nabillya Arga Normalita
2212049**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan 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**

**Dr. Irine Budi Sulistawati, ST., MT.
NIP. 19770615 200501 2 002**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



**Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
NIP. P. 1030000365**

**MALANG
Februari, 2026**

ABSTRAK

PENGARUH INTEGRASI PLTS CIRATA TERHADAP *SMALL SIGNAL STABILITY* SISTEM JAWA BALI 500kV

Nabillya Arga Normalita, NIM : 2212049

Dosen Pembimbing I : Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D
Dosen Pembimbing II : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Cirata ke dalam Sistem Jawa–Bali 500 kV menimbulkan tantangan baru terkait kestabilan dinamis, khususnya pada aspek *small signal stability*. *Small signal stability* merujuk pada kemampuan sistem tenaga listrik mempertahankan sinkronisasi ketika terjadi gangguan kecil yang terjadi secara terus-menerus selama kondisi operasi normal. Penelitian ini menganalisis pengaruh peningkatan kapasitas integrasi PLTS Cirata terhadap stabilitas dinamis menggunakan *modal analysis*, dengan fokus pada perubahan nilai eigen dan *damping ratio* akibat penambahan kapasitas PLTS secara bertahap. *Modal analysis* menggunakan perangkat lunak *DigSILENT PowerFactory* menunjukkan bahwa peningkatan injeksi daya PLTS Cirata menyebabkan nilai eigen cenderung bergeser menjauhi sumbu imajiner, dari $\sigma = -1.253$ menjadi $\sigma = -1.255$ yang diikuti dengan peningkatan rasio redaman sistem dari 10,85% menjadi 10,88%. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi PLTS Cirata memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan sistem dalam meredam osilasi kecil. Secara keseluruhan, sistem Jawa–Bali tetap berada dalam kondisi stabil untuk seluruh skenario yang diuji, dengan margin kestabilan kecil sinyal yang masih memadai. Simulasi gangguan hubung singkat memperlihatkan setelah integrasi PLTS, respon kecepatan rotor, sudut rotor, frekuensi, dan tegangan sistem tetap teredam dengan baik dan mampu kembali menuju kondisi tunak tanpa menimbulkan osilasi berkelanjutan maupun kehilangan sinkronisasi antar generator.

Kata Kunci: *PLTS, Small Signal Stability, Eigenvalue*

ABSTRACT

IMPACT OF CIRATA SOLAR POWER PLANTS INTEGRATION ON SMALL SIGNAL STABILITY OF THE JAVA-BALI 500kV SYSTEM

Nabillya Arga Normalita, NIM : 2212049

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

Supervisor II : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

The integration of the Cirata Solar Power Plant (PLTS) into the 500 kV Java-Bali System poses new challenges related to dynamic stability, particularly in terms of small signal stability. Small signal stability refers to the ability of a power system to maintain synchronization when faced with small disturbances that occur continuously during normal operating conditions. This study analyzes the effect of increasing the integration capacity of the Cirata SPP on dynamic stability using modal analysis, focusing on changes in the eigen value and damping ratio due to the gradual addition of SPP capacity. Modal analysis using DigSILENT PowerFactory software shows that the increase in power injection from the Cirata PV plant causes the *eigenvalue* to shift to the left or away from the imaginary axis, from $\sigma = -1.253$ to $\sigma = -1.255$, followed by an increase in the system damping ratio from 10.85% to 10.88%. This indicates that the integration of the Cirata PV power plant contributes positively to the system's ability to dampen small oscillations. Overall, the Java-Bali system remains stable for all integration scenarios tested, with a small but adequate signal stability margin. Short circuit disturbance simulations show that after PV integration, the response of rotor speed, rotor angle, frequency, and system voltage remains well damped and is able to return to steady state without causing continuous oscillations or loss of synchronization between generators.

Keywords: PLTS, Small Signal Stability, Eigen

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Pengaruh Integrasi PLTS Cirata Terhadap *Small Signal Stability* Sistem Jawa – Bali 500kV" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala dan tantangan, baik dari sisi teknis maupun nonteknis. Namun demikian, berkat dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penyusunan skripsi ini.:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Rektor ITN sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan penuh perhatian dan arahan yang berharga.
2. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan, saran, dan semangat yang sangat berarti bagi penulis.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang yang telah memfasilitasi seluruh proses akademik penulis.
4. Kedua orang tua yang telah mendukung, memberi semangat, serta memfasilitasi penulis dalam menempuh pendidikan.
5. Teman-teman Angkatan 22 dan 21 yang telah membantu penulis dalam berdiskusi, rekan belajar, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian ini.
6. Seluruh anggota asisten Laboratorium Energi Baru Terbarukan yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dorongan untuk terus belajar dan berkembang.
7. Teman – teman SMP dan SMA yang telah bersedia mendengarkan keluh kesah penulis serta memberi motivasi dan semangat bagi penulis
8. Rekan – rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem tenaga listrik dan integrasi energi terbarukan.

Malang, Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR TABEL	7
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan dan Manfaat	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.5 Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ...	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sistem Transmisi Tenaga Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.2 Kestabilan Sistem Tenaga	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Stabilitas Sudut Rotor	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Stabilitas Frekuensi	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Stabilitas Tegangan	Error! Bookmark not defined.
2.3 <i>Small Signal Stability</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 <i>Analisis Eigenvalue</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5 <i>Modal Analysis</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6 Standard Grid Code Jawa Bali	Error! Bookmark not defined.
2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	Error! Bookmark not defined.
2.8 DigSilent Power Factory 15.1	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Teknik Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.2 Flowchart Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Sistem Transmisi Jawa Bali 500 kV	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Single Line Diagram (SLD)	Error! Bookmark not defined.

3.3.2	Data Pembangkit.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Data Beban	Error! Bookmark not defined.
3.3.4	Data Saluran Transmisi..	Error! Bookmark not defined.
3.3.5	PLTS Terapung Cirata ...	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pemodelan Sistem Tenaga Listrik	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Pemodelan Generator Sinkron	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Pemodelan PLTS Berbasis Inverter	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Error! Bookmark not defined.		
4.1	Kondisi basecase.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Integrasi PLTS 50MW...	Error! Bookmark not defined.
4.3	Integrasi PLTS 100MW.	Error! Bookmark not defined.
4.4	Integrasi PLTS 150MW.	Error! Bookmark not defined.
4.6	Pergerakan <i>Eigenvalue</i> Sebelum dan Setelah Integrasi PLTS Cirata	Error! Bookmark not defined.
4.7	Respon Rotor Angle	Error! Bookmark not defined.
4.8	Respon Kecepatan Rotor (Speed)	Error! Bookmark not defined.
4.9	Respon Tegangan.....	Error! Bookmark not defined.
4.10	Respon Frekuensi.....	Error! Bookmark not defined.
Bab V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1** Sistem Transmisi Tenaga Listrik**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2** Klasifikasi Kestabilan Tenaga Listrik**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3** PLTS**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4** PLTS On-Grid.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5** PLTS Off-Grid**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6** Software DigSilent**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 1** Flowchart Penelitian...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2** Single Line Diagram ..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3** PLTS Terapung Cirata**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1** Grafik *Eigenvalue* Sebelum Integrasi PLTS **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2** Grafik *Eigenvalue* Setelah Integrasi PLTS..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3** Grafik Rotor Angle.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4** Grafik Speed.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5** Grafik Voltage.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6** Grafik Respon Frekuensi**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rentang Frekuensi Dalam Batas Waktu OperasiError! Bookmark not defined.

Tabel 3. 1 Data PembangkitError! Bookmark not defined.

Tabel 3. 2 Data Beban.....Error! Bookmark not defined.

Tabel 3. 3 Data Saluran Transmisi...Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 1 Kondisi BasecaseError! Bookmark not defined.

Tabel 4. 2 Integrasi PLTS 50MWError! Bookmark not defined.

Tabel 4. 3 Integrasi PLTS 100MWError! Bookmark not defined.

Tabel 4. 4 Integrasi PLTS 150MWError! Bookmark not defined.

Tabel 4. 5 Integrasi PLTS 192MWError! Bookmark not defined.