



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN STATIS DAN DINAMIS
PADA SISTEM KELISTRIKAN NUSA PENIDA

I Made Wahyu Ary Wedanta
NIM 2212010

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

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



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN STATIS DAN DINAMIS
PADA SISTEM KELISTRIKAN NUSA PENIDA

I Made Wahyu Ary Wedanta
2212010

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN STATIS DAN DINAMIS PADA SISTEM KELISTRIKAN NUSA PENIDA

SKRIPSI

I Made Wahyu Ary Wedanta
2212010

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui

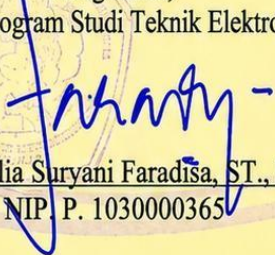
Dosen Pembimbing I


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

Dosen Pembimbing II


Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y . 1030100371

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


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

Malang
Agustus, 2026

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Made Wahyu Ary Wedanta
NIM : 2212010
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro/Teknik energi Listrik
ID KTP / Paspor : 5104012605040003
Alamat : JL. Batuyang GG Elang 13 No.1
Judul Skripsi : Analisis kestabilan Tegangan Statis Dan
Dinamis Pada Sistem Kelistrikan Nusa
Penida

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, ^{27-Agustus-}..... 2026

Yang Membuat Pernyataan



I Made Wahyu Ary Wedanta

NIM. 2212010

ABSTRAK

ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN STATIS DAN DINAMIS PADA SISTEM KELISTRIKAN NUSA PENIDA

I Made Wahyu Ary Wedanta, NIM: 2212010

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

Dosen Pembimbing II: Ir. Ni Putu Agustini, MT

Sistem kelistrikan Nusa Penida merupakan sistem tenaga listrik terisolasi yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan beban dan pembangkitan. Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 4,2 MWp perlu dievaluasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kestabilan tegangan sistem. Penelitian ini bertujuan menganalisis kestabilan tegangan statis dan dinamis pada sistem kelistrikan Nusa Penida sebelum dan sesudah integrasi PLTS 4,2 MWp menggunakan perangkat lunak DigSILENT PowerFactory. Metode yang digunakan meliputi analisis aliran daya (*load flow*), analisis kestabilan tegangan statis menggunakan kurva P–V dan Q–V, serta analisis kestabilan tegangan dinamis pada beberapa skenario peningkatan beban hingga 100% serta diberi gangguan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh busbar masih beroperasi pada batas tegangan yang diizinkan, yaitu 0,95–1,05 p.u., baik pada kondisi *base case* maupun setelah integrasi PLTS. Analisis kurva P–V menunjukkan bahwa integrasi PLTS meningkatkan batas pembebanan maksimum sistem yang ditandai dengan pergeseran *nose point* dari sekitar 217,4 MW menjadi 218 MW. Analisis kurva Q–V menunjukkan penurunan kebutuhan daya reaktif sehingga margin kestabilan tegangan meningkat. Pada analisis dinamis, sistem mampu kembali mencapai kondisi tunak setelah terjadi gangguan berupa kenaikan beban tanpa mengalami osilasi berkepanjangan. Secara keseluruhan, integrasi PLTS 4,2 MWp meningkatkan margin kestabilan tegangan statis tanpa menurunkan performa kestabilan tegangan dinamis, sehingga mendukung keandalan operasi sistem kelistrikan Nusa Penida.

Kata kunci: sistem kelistrikan Nusa Penida, kestabilan tegangan, beban dan pembangkitan, analisa stabilitas statis, kurva PV, kurva QV, analisa dinamis, DigSILENT PowerFactory

ABSTRACT

STATIC AND DYNAMIC VOLTAGE STABILITY ANALYSIS OF THE NUSA PENIDA ELECTRICAL POWER SYSTEM

I Made Wahyu Ary Wedanta, NIM: 2212010

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

Supervisor II: Ir. Ni Putu Agustini, MT

The Nusa Penida electrical power system is an isolated power system that is highly sensitive to variations in load demand and power generation. The integration of a 4.2 MWp photovoltaic (PV) power plant requires evaluation to determine its impact on system voltage stability. This study aims to analyze the static and dynamic voltage stability of the Nusa Penida electrical power system before and after the integration of the 4.2 MWp PV plant using DIgSILENT PowerFactory. The study employs load flow analysis, static voltage stability assessment using P–V and Q–V curves, and dynamic voltage stability analysis under several loading scenarios of up to 170%. The results show that all bus voltages remain within the acceptable operating range of 0.95–1.05 p.u. under both the base-case and PV-integrated conditions. The P–V curve analysis indicates that PV integration increases the system loading limit, as reflected by the shift of the nose point from approximately 217.4 MW to 218 MW. The Q–V curve analysis demonstrates a reduction in reactive power demand, resulting in an improved voltage stability margin. Dynamic analysis shows that the system successfully returns to a steady-state condition after load increase disturbances without prolonged voltage oscillations. Overall, the integration of the 4.2 MWp PV power plant improves the static voltage stability margin while maintaining dynamic voltage stability, thereby enhancing the operational reliability of the Nusa Penida electrical power system.

Keywords: Nusa Penida electrical power system, voltage stability, load and generation, static voltage stability analysis, P–V curve, Q–V curve, dynamic voltage stability analysis, DIgSILENT PowerFactory.

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas anugerah, tuntunan, dan sinar suci-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi yang berjudul **“ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN STATIS DAN DINAMIS PADA SISTEM KELISTRIKAN NUSA PENIDA”** disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program Sarjana S1 Institut Teknologi Nasional Malang pada program studi teknik energi listrik. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak selama proses penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan yang baik ini, penulis dengan penuh hormat menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro S1 yang telah membagikan ilmu dan membantu penulis dalam memahami berbagai hal selama perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta, atas kasih sayang, doa, dan dukungan tanpa henti yang menjadi sumber semangat dalam menyelesaikan pendidikan ini.
6. Teman-teman “HLD Geledak” yang telah mengubah pandangan hidup penulis, serta Ni kadek Yuni Erika Suari yang telah memberi semangat kepada penulis.
7. Seluruh teman “Kampus 3” dan “LAB SSTE” yang telah membantu kehidupan penulis selama menempuh sarjana.

Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang membangun untuk menambah kesempurnaan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan pembaca lainnya.

Malang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

13

2.4 Studi Aliran Daya (<i>Load Flow</i>)	14
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid	16
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	19
3.2 Diagram Alir Analisis.....	19
3.3 Sistem Transmisi Nusa Penida 20kV	21
3.3.1 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Nusa Penida 20kV	21
3.3.2 Data Parameter Generator.....	22
3.3.3 Data Pembangkit.....	22
3.3.4 Data Beban	24
3.4 PLTS Nusa Penida.....	25
3.5 Penentuan Skenario Simulasi Statis.....	27
3.5.1 Base Case.....	27
3.5.2 Integrasi PLTS 4,2 MWp pada Kondisi Base Case	27
3.5.3 Penambahan Beban Sebesar 100%	28
3.5.4 Integrasi PLTS 4,2 MWp dengan Penambahan Beban 100%.....	29
3.6 Penentuan Skenario Simulasi Dinamis	29
3.7 Pemilihan Busbar 8, 9, dan 10	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisa Aliran Daya Nusa Penida 20kV.....	33
4.2 Analisa Kestabilan Tegangan Statis	38
4.2.1 Busbar 8.....	38

4.2.2 Busbar 9.....	40
4.2.3 Busbar 10.....	43
4.2.4 Analisa Kurva Q-V Busbar 10.....	47
4.3 Analisa Kestabilan Dinamik	48
4.3.1 Analisa Kestabilan Dinamik Saat Terjadi Gangguan Short Circuit	48
4.3.1.1 Busbar 9.....	48
4.3.2 Analisa Kestabilan Dinamik Saat Terjadi Kenaikan Beban 50%.....	52
4.3.2.1 Busbar 8.....	52
4.3.2.2 Busbar 9.....	53
4.3.2.3 Busbar 10	55
4.3.3 Analisa Kestabilan Dinamik Saat Terjadi Kenaikan Beban 100%.....	57
4.3.3.1 Busbar 10	57
4.3.3.2 Busbar 9.....	58
4.3.3.3 Busbar 8.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Sistem Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2. 2 Klasifikasi Masalah Kestabilan Sistem Tenaga Listrik	7
Gambar 2. 3 Komponen Sistem PV Yang Terhubung ke Jaringan	17
Gambar 3. 1 Flow Chart	20
Gambar 3. 2 SLD Sistem Transmisi Nusa Penida 20kV	21
Gambar 3. 3 Data Pembangkitan	23
Gambar 3. 4 Data Beban.....	24
Gambar 3. 5 PLTS Nusa Penida	25
Gambar 3. 6 PLTS Yang Terhubung Ke Sistem Nusa Penida.....	26
Gambar 4. 1 Load Flow Kondisi Base Case	34
Gambar 4. 2 Load Flow Kondisi Integrasi PLTS 4,2 MWp	35
Gambar 4. 3 Hasil Load Flow Terhadap Profil Tegangan	37
Gambar 4. 4 Hasil Kurva P-V Busbar 8	38
Gambar 4. 5 Hasil Kurva P-V Busbar 9	41
Gambar 4. 6 Hasil Kurva P-V Busbar 10	43
Gambar 4. 7 Hasil Kurva Q-V Busbar 10.....	47
Gambar 4. 8 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 9	48
Gambar 4. 9 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 9	49
Gambar 4. 10 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 10	50
Gambar 4. 11 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 8	52
Gambar 4. 12 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 9	53
Gambar 4. 13 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 10	55
Gambar 4. 14 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 10	57
Gambar 4. 15 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 9	58
Gambar 4. 16 Grafik Respon Tegangan Dinamik Busbar 8	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Dinamik Generator.....	22
Tabel 3. 2 Data Eksitasi Generator	22
Tabel 3. 3 Data Pembangkit.....	23
Tabel 3. 4 Data Beban	24
Tabel 4.1 Hasil Load Flow Kondisi Base Case Dan Integrasi PLTS	36
Tabel 4. 2 Hasil Analisa Kurva P-V	45
Tabel 4. 3 Hasil Analisa Batas Stabilitas Tegangan 0,95pu.....	46