



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PROFIL TEGANGAN PENYULANG
KARANGPLOSO DENGAN KETIDAKPASTIAN DAYA DARI
PLTS ITN MALANG DAN BEBAN**

**Firnanda Eka Prasetya
NIM 1912053**

**Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023**



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PROFIL TEGANGAN PENYULANG
KARANGPLOSO DENGAN KETIDAKPASTIAN
DAYA DARI PLTS ITN MALANG DAN BEBAN**

**Firnanda Eka Prasetya
NIM 1912053**

**Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023**

**“ANALISIS PROFIL TEGANGAN PENYULANG
KARANGPLOSO DENGAN KETIDAKPASTIAN
DAYA DARI PLTS ITN MALANG DAN BEBAN”**

SKRIPSI

**Firnanda Eka Prasetya
1912053**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Nasional Malang**

**Diperiksa Dan Disetujui:
Dosen Pembimbing I**



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

**Mengetahui:
Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**



**Sotyonadi, ST., MT
NIP. Y. 1039700309**

**MALANG
Juli, 2023**



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Firnanda Eka Prasetya
NIM : 1912053
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : 2022-2023
Judul Skripsi : Analisis Profil Tegangan Penyulang
Karangploso dengan Ketidakpastian Daya
dari PLTS ITN Malang dan Beban

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

Hari : Rabu
Tanggal : 02 Agustus 2023
Nilai : **87,25**

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Sotyohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Sekretaris Majelis Penguji

Sotyohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 196110503 199202 001

Dosen Penguji II

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

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 mengharapkan kritik dan 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 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Bapak Sotyohadi, ST, MT selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Bapak Danang selaku perwakilan dari PT Dunia Plastik Raya yang sudah memberikan data penelitian.
6. Teman-teman terutama Mas Iqbal yang membantu dalam penulisan, Kusno, Son dan Bintang yang telah mengubah pandangan hidup penulis, Ramadhani Prasetya Putri yang telah memberi semangat kepada penulis.
7. Seluruh *squad* kontrakan dan *squad* KR 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, Juli 2023

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : FIRNANDA EKA PRASETYA
NIM : 1912053
Jurusan/Peminatan : Teknik Elektro S-1/Energi
ID KTP/Paspor : 3513121710000003
Alamat : JL. Kenari 228, Dsn. Pasar, RT009/RW004,
Desa Sukodadi, Kec. Paiton, Kab.
Probolinggo, Prov. Jawa Timur, Indonesia
Judul : SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
ANALISIS PROFIL TEGANGAN
PENYULANG KARANGPLOSO
DENGAN KETIDAKPASTIAN DAYA
DARI PLTS ITN MALANG DAN BEBAN

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 undang undang yang berlaku.

Malang, 02 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan



Firnanda Eka Prasetya
NIM.1912053

ABSTRAK

ANALISIS PROFIL TEGANGAN PENYULANG KARANGPLOSO DENGAN KETIDAKPASTIAN DAYA DARI PLTS ITN MALANG DAN BEBAN

Firnanda Eka Prasetya, NIM: 1912053

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

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil tegangan karena adanya ketidakpastian daya dari integrasi PLTS ITN Malang 0.5 MWp dan juga beban pada sistem distribusi Singosari penyulang Karangploso, yang dimana diakibatkan oleh adanya variasi iradiasi matahari pada PLTS dan penggunaan beban yang fluktuatif. Oleh karena itu digunakan metode probabilistik Monte Carlo Simulation (MCS) untuk mewakili injeksi daya acak. Dari analisis yang telah dilakukan, didapatkan bahwa dengan adanya injeksi daya dari PLTS diketahui dapat menaikkan profil tegangan pada bus yang mengalami *undervoltage* yang ditunjukkan pada bus 177 mengalami peningkatan sebesar 0.005 p.u dari 0.947 naik menjadi 0.952 p.u. Berikutnya, simulasi berfokus pada bus 43 yang dimana terdapat variasi beban. Dari hasil simulasi ditunjukkan bahwa profil tegangan pada bus 43 mengalami peningkatan, dengan melakukan pendekatan secara probabilistik dapat diketahui injeksi daya dari PLTS lebih terkonsentrasi pada daya 0.4 – 0.5 MWp sehingga rata rata profil tegangan yang diperoleh adalah 0.983627 p.u. Secara keseluruhan saat terjadi injeksi ketidakpastian daya dari PLTS maupun beban mampu menaikkan profil tegangan pada sistem distribusi Singosari Penyulang Karangploso, namun hal ini juga berdampak terhadap variasi tegangan yang lebih banyak pada sistem daripada ketika tidak ada integrasi dari PLTS.

Kata kunci – profil tegangan, monte carlo simulation, probabilitas, energi terbarukan, ketidakpastian

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE VOLTAGE PROFILE OF KARANGPLOSO FEEDING WITH POWER UNCERTAINTY FROM PLTS ITN MALANG AND LOADS

Firnanda Eka Prasetya, NIM: 1912053
Supervisor I: Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D

This study aims to analyze the voltage profile resulting from power fluctuations caused by the integration of a 0.5 MWp photovoltaic (PV) system at ITN Malang and the load on the Singosari feeder Karangploso distribution system. These fluctuations are attributed to variations in solar irradiation at the PV system and the utilization of diverse loads. Therefore, the probabilistic Monte Carlo Simulation (MCS) method is employed to simulate random power injections. The analysis reveals that the power injection from the PV system enhances the voltage profile on buses experiencing undervoltage. For instance, on bus 177, the voltage profile has increased by 0.005 per unit (p.u.) from 0.947 to 0.952 p.u. Subsequently, the simulation focuses on bus 43, where load variations occur. The simulation results indicate an increase in the voltage profile on bus 43. Employing a probabilistic approach, it is observed that the power injected from the PV system is more pronounced when the power ranges between 0.4 and 0.5 MWp, resulting in an average voltage profile of 0.983627 p.u. Overall, the integration of PV systems and load fluctuations can enhance the voltage profile in the Singosari Karangploso feeder distribution system. However, it also introduces greater voltage variations compared to the system without PV integration.

Keywords – voltage profile, monte carlo simulation, probability, renewable energy, uncertainty

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Listrik (PLTS)	7
2.2 Sistem Tenaga Kelistrikan	9
2.3 Pengklasifikasian Tegangan Sistem	15
2.5 Rugi – rugi Daya Pada Sistem	16
2.4 Studi Aliran Daya	17
2.5 Aliran Daya <i>Newton-Raphson</i>	18
2.6 Probabilistik Aliran Daya	20
2.7 Fungsi Distribusi Kumulatif	21
2.8 <i>Gaussian Mixture Model</i>	23
2.9 <i>Monte Carlo Simulation</i>	23
2.10 Pemodelan Fungsi Distribusi Pembangkitan Daya Pada PLTS ITN Malang 0.5 MWp	25
2.11 Persamaan Profil Tegangan Menjadi Tegangan Aktual ...	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Perancangan Penelitian	27
3.1.1 Prosedur Penelitian	27
3.1.2 Diagram Alur Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Penyulang Karangploso	33
4.2 Perangkat Lunak	33
4.2.1 Perangkat Lunak DIgSILENT Power Factory 15.1.7	33
4.2.2 Perangkat Lunak MATLAB (<i>Matrix Laboratory</i>)	34

4.3	PLTS ITN Malang 0.5 MWp.....	34
4.4	Analisis Aliran Daya pada Sistem Distribusi Singosari Penyulang Karangploso.....	35
4.4.1	Analisis Aliran Daya Kondisi <i>Base Case</i>	35
4.4.2	Analisis Aliran Daya dengan Integrasi PLTS ITN Malang.....	37
4.5	Analisis Aliran Daya pada PT Dunia Plastik Raya	39
4.5.1	Profil Data Beban pada Bus 43 dengan Data dari PT Dunia Plastik Raya	40
4.5.2	Analisis Aliran Daya PT Dunia Plastik Raya Tanpa Injeksi Daya PLTS, dengan Injeksi Daya 0.25 MWp, dan 0.5 MWp PLTS	41
4.6	<i>Losses</i> Pada Sistem Distribusi Singosari Penyulang Karangploso.....	42
4.7	Pengolahan Data PLTS.....	44
4.7.1	Mengambil Sampel daya PLTS dan Beban dengan Menggunakan Metode <i>Gaussian Mixture Models</i> (GMM)	45
4.7.2	Iradiasi Matahari Menjadi Daya.....	45
4.8	Pengolahan Data Beban.....	47
4.9	Pengolahan Data PLTS dan Beban Menggunakan Metode <i>Monte Carlo</i> pada Aplikasi DIgSILENT Power Factory.....	48
4.10	Analisis Probabilistik Akibat Adanya Penetrasi Daya PLTS pada Sistem Distribusi Singosari Penyulang Karangploso.....	51
4.10.1	Analisis Probabilistik dengan Ketidakpastian Daya dari Beban	52
4.10.2	Analisis Probabilistik dengan Ketidakpastian Daya dari PLTS dan juga Beban.....	53
	BAB V KESIMPULAN & SARAN.....	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Blok diagram PLTS on-grid	7
Gambar 2. 2	Blok diagram PLTS off-grid.....	8
Gambar 2. 3	Instalasi tenaga listrik	9
Gambar 2. 4	Diagram konfigurasi jaringan radial	11
Gambar 2. 5	Diagram konfigurasi jaringan tertutup.....	12
Gambar 2. 6	Diagram konfigurasi tulang ikan	13
Gambar 2. 7	Diagram konfigurasi kluster	13
Gambar 2. 8	Diagram konfigurasi spindel.....	14
Gambar 2. 9	Diagram konfigurasi fork.....	14
Gambar 2. 10	Diagram konfigurasi spotload.....	15
Gambar 2. 11	Diagram konfigurasi jala	15
Gambar 3. 1	Flowchart Penelitian	30
Gambar 4. 1	Single Line Diagram Sistem Distribusi Penyulang Karangploso.....	32
Gambar 4. 2	Tampilan PLTS ITN Malang (Source: Radar Malang)...	34
Gambar 4. 3	Lokasi PLTS ITN Malang pada SLD Penyulang Karangploso.....	35
Gambar 4. 4	Load Flow Penyulang Saat Base Case.....	36
Gambar 4. 5	Penempatan PLTS Pada Penyulang	37
Gambar 4. 6	Grafik Hasil Simulasi.....	38
Gambar 4. 7	Lokasi PT Dunia Plastik Raya pada SLD	39
Gambar 4. 8	Grafik Tegangan PT. Dunia Platik Raya Selama Satu Tahun.....	41
Gambar 4. 9	Grafik Tegangan bus 43 dengan Tiga Skenario	42
Gambar 4. 10	Grafik diagram rugi - rugi daya	44
Gambar 4. 11	Kode program untuk gaussian mixture model	45
Gambar 4. 12	Grafik daya iradiasi setelah diubah kebentuk daya.....	47
Gambar 4. 13	Grafik daya beban.....	48
Gambar 4. 14	DIgSILENT Progammng Language	49
Gambar 4. 15	Daya PLTS acak	49
Gambar 4. 16	Daya beban acak	50
Gambar 4. 17	Profil tegangan hasil simulasi	50
Gambar 4. 18	Grafik simulasi daya beban acak	52

Gambar 4. 19 Grafik simulasi daya PLTS dan beban acak 53
Gambar 4. 20 Grafik CDF 54

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Beban PT. Dunia Plastik Raya (E0235).....	40
Tabel 4. 2 Korelasi Antara Losses dan Profil Tegangan	43
Tabel 4. 3 Karakteristik Statistik PV dan beban.....	51