



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PENINGKATAN PERFORMA SISTEM AKIBAT
INTERKONEKSI PLTS PADA SALURAN DISTRIBUSI TEGANGAN
MENENGAH 20 kV DI LOMBOK NUSA TENGGARA BARAT**

**Cholis Setiawan
1612034**

**Dosen pembimbing
Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli, 2020**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Cholis Setiawan
NIM : 1612034
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1/ Energi Listrik
ID-KTP / Paspor : 3507321906970002
Alamat : Jl. Raya G. Kawi RT. 03 RW. 01 Desa
Kluwut Dusun Kluwut Kecamatan Wonosari
Kabupaten Malang, Jawa Timur 65164
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Performa Sistem
Akibat Interkoneksi PLTS Pada Saluran
Distribusi Tegangan Menengah 20 kV di
Lombok Nusa Tenggara Barat

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, Juli 2020

Yang membuat pernyataan



(Cholis Setiawan)

1612034

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PENINGKATAN PERFORMA SISTEM
AKIBAT INTERKONEKSI PLTS PADA SALURAN
DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 kV DI
LOMBOK NUSA TENGGARA BARAT

SKRIPSI

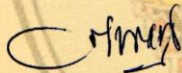
Cholis Setiawan
NIM : 1612034

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

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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



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

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



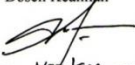
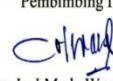
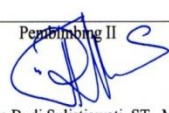
Dr. Eng. I Komang Sorawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

MALANG
Juli, 2020



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Semester Ganjil Tahun Akademik 2019/2020

PEMINATAN		T. Energi Listrik	
1.	Nama Mahasiswa	CHOLIS SETIAWAN	NIM 1612034
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu
2.	Pelaksanaan		Tempat
3.	Judul Proposal yang Diseminarkan Mahasiswa	Analisa Pengaruh Interkoneksi Distributed Generation Terhadap Rugi Rugi Daya Pada Saluran Distribusi 20kV	
4.	Perubahan Judul yang Disarankan (bila ada)	Analisa peningkatan performansi S.D. 20kV : akibat interkoneksi PLS PL. Seta D.T.	
Masukan yang harus ditambahkan dalam skripsi:			
5.	Tahap Membuat Flowchart		
Persetujuan Judul Skripsi			
Disetujui, Dosen Keahlian  (Anan Usk Fermainan, PhD)			
Disetujui, Dosen Pembimbing			
Pembimbing I  Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT.		Pembimbing II  Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.	
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1  Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. NIP/P. 1030100361			

Form S-3c



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NAGA MALANG

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

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

Kampus I : J. Bendungan Sigun-gun No. 2 Telp. (0341) 957431 (pusing); Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : J. Raya Karangrejo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Cholis Setiawan
NIM : 1612034
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Energi Listrik
Masa Bimbingan : 4 tahun (8 semester)
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Performa Sistem Akibat Interkoneksi PLTS Pada Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 kV di Lombok Nusa Tenggara Barat
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:
Hari : Rabu
Tanggal : 29 Juli 2020
Nilai : 80,15 (A)

Panitia Ujian Skripsi



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

Sotvohadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

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



ANALISIS PENINGKATAN PERFORMA SISTEM AKIBAT INTERKONEKSI PLTS PADA SALURAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 kV DI LOMBOK NUSA TENGGARA BARAT

Cholis Setiawan, I Made Wartana, Irrine Budi Sulistiawati
setiawancholis1@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan profil tegangan dan peningkatan rugi-rugi daya dalam penyaluran energi listrik merupakan masalah yang sering terjadi pada sistem distribusi baik pada jaringan tegangan menengah maupun jaringan tegangan rendah akibat peningkatan beban dan panjang saluran suatu sistem distribusi. *Distributed Generation* (DG) kapasitas kecil dan tegangan nominal rendah menjadi salah satu alternatif dalam membangkitkan energi listrik yang dapat meningkatkan profil tegangan dan mereduksi rugi rugi daya sistem akibat panjang saluran distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan performa sistem akibat interkoneksi DG jenis pembangkit energi surya (PLTS-DG) pada saluran distribusi yang dipresentasikan sebagai peningkatan profil tegangan sekaligus penurunan rugi rugi daya. Uji simulasi dilakukan pada sistem uji IEEE 14-bus dan pada sistem kelistrikan 20 kV Lombok, Nusa Tenggara Barat (NTB) yang terhubung DG menggunakan *software* ETAP *Power Station*. Dengan studi aliran daya menggunakan metode Newton Raphson, Performa sistem uji pada kondisi *basecase* dan sesudah pemasangan DG. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemasangan PLTS-DG pada sistem uji IEEE 14 bus pada bus 14 mampu meningkatkan profil tegangan yang sebelumnya 0,9431 pu menjadi 0,9509 pu dan pada sistem Lombok pada bus 90 di akhir penyulang Sheraton dapat memperbaiki profil yang sebelumnya 0,945 pu menjadi 0,9552 p.u memenuhi batas margin yang diizinkan. Sedangkan rugi rugi daya total sistem dapat direduksi dari 3,278 MW dan 19,364 MVar menjadi 3,254 MW dan 19,292 MVar.

Kata kunci - Distributed Generation (DG), ETAP Power Station 12.6, Profil tegangan, Rugi-rugi daya

ANALYSIS OF SYSTEM PERFORMANCE IMPROVEMENT DUE TO INTERCONNECTION OF PLTS ON THE 20 kV MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION IN LOMBOK, WEST NUSA TENGARA

Cholis Setiawan, I Made Wartana, Irrine Budi Sulistiawati
setiawancholis1@gmail.com

ABSTRACT

The length of the power distribution channel affects the voltage profile and the system power loss. Distributed Generation (DG) small capacity and low nominal voltage is an alternative in generating electricity that can increase the voltage profile and reduce system power losses due to the length of the distribution channel. This study aims to improve system performance due to the interconnection of DG solar energy generation (PLTS-DG) on the distribution channel which is presented as an increase in the voltage profile as well as a reduction in power losses. The simulation test is performed on the IEEE 14-bus test system and on the 20 kV electricity system in Lombok, West Nusa Tenggara (NTB) connected by DG using ETAP Power Station software. With the study of power flow using the Newton Raphson method, the performance of the test system under basecase conditions and after DG installation. The voltage profile and system power loss that present the performance will be observed from the simulation results. The simulation results show that the installation of PLTS-DG on bus 90 at the end of the Sheraton feeder can improve the profile to 0.9552 p.u meets the permitted margin. While the total system power loss can be reduced from 3,278 MW and 19,364 MVar to 3,245 MW and 19,292 MVar.

Keywords - Distributed Generation (DG), ETAP Power Station 12.6,
Voltage profile, Power losses

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa 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. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana., MT dan Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis,
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Teman-teman Elektro ITN angkatan 2016 yang selalu mendukung satu sama lain.

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.

Malang, Juli 2020

Cholis Setiawan

DAFTAR PUSTAKA

Lembar Pengesahan	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
2.1. Batasan Masalah	3
2.2. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pemodelan Sistem Tenaga	5
2.1.1. Sistem Distribusi Primer	6
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder.....	6
2.1.3. Jaringan Distribusi Radial.....	7
2.1.4. Sistem Jaringan Loop	8
2.1.5. Sistem Jaringan Spindel.....	10
2.2. Analisis Aliran Daya	10
2.3. Aliran Daya Newton Raphson	11
2.4. Jatuh Tegangan (<i>Voltage Drop</i>).....	13
2.5. Rugi rugi Daya Sistem Tenaga Listrik	13
2.6. Distributed Generation.....	15

2.6.1.	Kapasitas DG	16
2.6.2.	Pemodelan DG pada sistem distribusi listrik	17
2.7.	Jenis Panel Surya	18
2.7.1.	<i>Monocrystalline</i>	18
2.7.2.	<i>Polycrystalline</i>	19
2.7.3.	<i>Thin Film</i>	20
2.8.	Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi	21
2.8.1.	Pengaruh Sudut Datang terhadap Radiasi yang diterima	22
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1.	Metode Simulasi	25
3.2.	Studi Kasus	26
3.2.1.	IEEE 14 bus	26
3.2.2.	Data generator	28
3.2.3.	Data saluran	28
3.2.4.	Sistem Kelistrikan Lombok	29
3.2.5.	Data pengukuran beban	31
3.2.6.	Data Trafo Pembangkit	34
3.2.7.	Data Saluran	36
3.3.	Algoritma Penyelesaian Masalah	38
3.4.	Menentukan Lokasi dan Kapasitas PLTS-DG	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Pemodelan single line diagram Sistem uji IEEE 14-Bus	41
4.2.	Analisa aliran daya IEEE 14 kondisi <i>basecase</i>	43
4.3.	Setelah integrasi PLTS-DG	47
4.4.	Pemodelan single line sistem distribusi 20 kV Lombok	53
4.5.	Analisa aliran daya kondisi <i>basecase</i>	55

4.6.	Hasil analisis setelah integrasi PLTS-DG.....	62
BAB V KESIMPULAN		
5.1.	Kesimpulan.....	71
5.2.	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema penyaluran tenaga listrik jaringan distribusi	5
Gambar 2.2 Jaringan distribusi radial	7
Gambar 2.3 Jaringan distribusi loop	9
Gambar 2.4 Jaringan distribusi spindle	10
Gambar 2.5 Interkoneksi DG pada jaringan distribusi tenaga listrik.....	16
Gambar 2.6 Model PLTS-DG pada saluran distribusi	18
Gambar 2.7 Sel Surya Monocrystalline	19
Gambar 2.8 Sel Surya Polycrystalline	19
Gambar 2.9 Sel Surya Thin Film	20
Gambar 2.10 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran	21
Gambar 2.11 Radiasi harian matahari	22
Gambar 2.12 Arah sinar datang membentuk sudut.....	22
Gambar 3.1 Single line diagram IEEE 14-bus.....	27
Gambar 3.2 Single line diagram kelistrikan 20 kV Lombok	30
Gambar 3.3 Flowchart simulasi pemecahan masalah	39
Gambar 4.1 Single line diagram IEEE 14-bus.....	42
Gambar 4.2 Loadflow single line diagram IEEE 14-bus	44
Gambar 4.3 Grafik profil tegangan pada kondisi basecase.....	46
Gambar 4.4 Grafik rugi rugi daya setelah penambahan beban	46
Gambar 4.5 Grafik profil tegangan setelah integrasi PLTS-DG.....	47
Gambar 4.6 Rugi rugi daya sistem setelah integrasi PLTS-DG.....	48
Gambar 4.7 Grafik profil tegangan setelah integrasi PLTS-DG.....	50

Gambar 4.8 Rugi rugi daya sistem setelah integrasi PLTS-DG.....	50
Gambar 4.9 Pemodelan single line diagram	54
Gambar 4.10 Loadflow kondisi basecase	56
Gambar 4.11 Profil tegangan kondisi base case	60
Gambar 4.12 Rugi rugi daya kondisi basecase	61
Gambar 4.13 Pengaruh lokasi PLTS-DG terhadap profil tegangan.....	62
Gambar 4.14 Pengaruh lokasi PLTS-DG terhadap rugi rugi daya.....	63
Gambar 4.15 Pengaruh lokasi PLTS-DG terhadap profil tegangan	65
Gambar 4.16 Pengaruh lokasi PLTS-DG terhadap rugi rugi daya	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Generator IEEE 13-bus	28
Tabel 3.2 Line data IEEE 14-bus	28
Tabel 3.3 Data Pengukuran Beban	31
Tabel 3.4. Data Trafo Pembangkit	34
Tabel 3.5 Data Saluran Distribusi 20 kV Lombok	36
Tabel 4.1 Tabel Profil Tegangan IEEE 14-bus	45
Tabel 4.2 Profil tegangan setelah integrasi PLTS-DG 2.5 MW	48
Tabel 4.3. Profil tegangan setelah integrasi PLTS-DG 5 MW	51
Tabel 4.4 Perbandingan profil tegangan	52
Tabel 4.5 Perbandingan rugi rugi daya	53
Tabel 4.6 Profil tegangan kondisi basecase	57
Tabel 4.7 Profil tegangan setelah integrasi PLTS-DG 501 kW	63
Tabel 4.8 Profil tegangan setelah integrasi PLTS-DG 904 kW	67
Tabel 4.9 Perbandingan profil tegangan	70
Tabel 4.10 Perbandingan rugi rugi	70

