



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**ANALISIS INTEGRASI PLTA WONOREJO TERHADAP PROFIL
TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA PADA SISTEM
KELISTRIKAN 20kV DI KABUPATEN TULUNGAGUNG**

**ARINDI DARA AYU PRIMAYANTI
18.12.083**

**Dosen pembimbing
Prof.Dr.Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.
Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2022**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**ANALISIS INTEGRASI PLTA WONOREJO
TERHADAP PROFIL TEGANGAN DAN RUGI-RUGI
DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN 20kV DI
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

Arindi Dara Ayu Primayanti
18.12.083

Dosen pembimbing
Prof.Dr.Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.
Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2022**

**ANALISIS INTEGRASI PLTA WONOREJO
TERHADAP PROFIL TEGANGAN DAN RUGI-RUGI
DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN 20kV DI
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

SKRIPSI

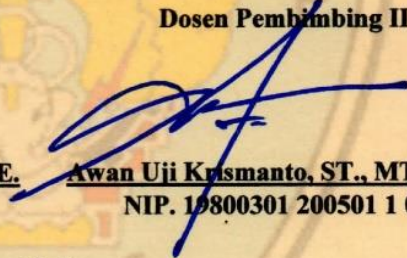

Arindi Dara Ayu Primayanti
NIM : 1812083

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian 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. Abraham Lomi, MSEE.
NIP. Y. 1018500108

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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



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

MALANG
Agustus, 2022



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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 : Arindi Dara Ayu Primayanti
NIM : 1812083
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : 2021-2022
Judul Skripsi : Analisis Integrasi PLTA Wonorejo Terhadap
Profil Tegangan Dan Rugi-rugi Daya Pada
Sistem Kelistrikan 20KV Di Kabupaten
Tulungagung

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

Hari : Senin
Tanggal : 25 Juli 2022
Nilai : 78,5

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T.
NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

Sot'yohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

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



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. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., dan Bapak Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
3. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
4. Teman-teman Elektro ITN angkatan 2018 yang selalu mendukung satu sama lain.
5. Seluruh asisten laboratorium KEE, JarKom dan SPDI atas penyediaan tempat untuk mengerjakan skripsi.
6. Bapak Ir. Adi Priyanto, M.T. untuk pengambilan data dan masukkannya.
7. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis,

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, Agustus 2022

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arindi Dara Ayu Primayanti
NIM : 1812083
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S1/Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3504055105000001
Alamat : Dsn.Bebekan, RT/RW 02/03,
Ds.Balerejo, Kec.Kauman,
Kab.Tulungagung, Jawa Timur
Judul Skripsi : **Analisis Integrasi PLTA Wonorejo
Terhadap Profil Tegangan Dan Rugi-
Rugi Daya Pada Sistem Kelistrakan
20kV Di Kabupaten Tulungagung**

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, Agustus 2022

mbuat pernyataan



(Arindi Dara Ayu Primayanti)

NIM. 1812083

ANALISIS INTEGRASI PLTA WONOREJO TERHADAP PROFIL TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN 20kV DI KABUPATEN TULUNGAGUNG

Arindi Dara Ayu Primayanti, Abraham Lomi, Awan Uji Krismanto
arindiprimayanti@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini akan menganalisa tentang pengaruh integrasi pembangkit Energi Baru Terbarukan terhadap kondisi kestabilan tegangan pada sistem kelistrikan 20kV Tulungagung yang terintegrasi dengan PLTA Wonorejo . Pada sistem kelistrikan, sistem distribusi berperan untuk menyalurkan listrik dari sumber daya listrik yang bertegangan tinggi hingga ke saluran menengah sampai ke beban atau konsumen. Dimana dalam sistem penyaluran terdapat sebuah rugi-rugi daya yang mengakibatkan penurunan tegangan (*undervoltage*). Salah satu cara untuk mengatasi penurunan tegangan, yaitu dengan pemasangan *Kapasitor*. Untuk menguji seberapa profil tegangan dan keberhasilan metode yang diusulkan maka dilakukan simulasi pada sistem distribusi 20kV Kabupaten Tulungagung, yang terintegrasi dengan salah satu pembangkitan EBT yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) menggunakan *software DigSILENT Power Factory*. Integrasi PLTA Wonorejo dapat memperbaiki profil tegangan pada sistem kelistrikan 20-kV Kabupaten Tulungagung, yang semula 0.928 pu menjadi 0.933 pu, 0.930 pu menjadi 0.936 pu, 0.945 pu menjadi 0.950pu, 0.945 pu menjadi 0.951 pu, dan 0.946 pu menjadi 0.952 pu. Kemudian dilakukan percobaan pemasangan kapasitor pada bus beban yang mengalami *undervoltage* profil tegangan naik rata-rata 0.015pu, dan pada percobaan pemasangan kapasitor pada bus yang selalu dengan bus yang mengalami *undervoltage* profil tegangan naik rata-rata 0.015pu dengan nilai standar $1.05 \leq v \leq 0.95 p.u.$ Dan rugi-rugi daya dari tiap percobaan 0.23%, 3%, 3.1%, dan 4% dengan standar rugi rugi daya < 10%.

Kata kunci – Integrasi Pembangkit Energi Baru Terbarukan, Profil Tegangan, PLTA Wonorejo, Saluran Distribusi 20 kV

ANALYSIS OF WONOREJO HYDROPOWER INTEGRATION OF VOLTAGE PROFILES AND POWER LOSSES IN THE 20kV ELECTRICAL SYSTEM IN TULUNGAGUNG REGENCY

Arindi Dara Ayu Primayanti, Abraham Lomi, Awan Uji Krismanto
arindiprimayanti@gmail.com

ABSTRACT

In this study, we will analyze the effect of the integration of New and Renewable Energy plants on the condition of voltage stability in the Tulungagung 20kV electricity system which is integrated with the Wonorejo hydropower plant. In the electrical system, the distribution system plays a role in distributing electricity from high-voltage electrical power sources to medium lines to loads or consumers. Where in the distribution system there is a power loss that results in an undervoltage drop. One way to overcome voltage drops, namely by installing capacitors. To test how much the voltage profile and the success of the proposed method, a simulation was carried out on the 20kV distribution system of Tulungagung Regency, which is integrated with one of the NRE generation, namely hydroelectric power plants using *DigSILENT Power Factory software*. The integration of the Wonorejo hydropower plant can improve the voltage profile in the 20-kV electrical system of Tulungagung Regency, which was originally 0.928 pu to 0.933 pu, 0.930 pu to 0.936 pu, 0.945 pu to 0.950pu, 0.945 pu to 0.951 pu, and 0.946 pu to 0.952 pu. Then an experiment was carried out to install capacitors on load buses that experienced undervoltage, the voltage profile increased by an average of 0.015pu, and in the experiment of installing capacitors on buses that were always with buses that experienced undervoltage, the voltage profile increased by an average of 0.015pu with a standard value of $1.05 \leq v \leq 0.95$ p.u. And the power losses from each trial were 0.23%, 3%, 3.1%, and 4% with a standard power loss of $< 10\%$.

Keywords – Integration of New renewable energy plants, voltage profiles, Wonorejo hydropower plant, 20 kV distribution channel,

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR BERITA ACARA.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Umum	7
2.2 PLTA Wonorejo.....	8
2.3 Profil Tegangan Pada Sistem Tenaga Listrik	9
2.3.1 Profil Tegangan.....	9
2.4 Rugi-Rugi Daya Listrik.....	10
2.5 Jenis Jenis Beban Listrik	11
2.6 Kapasitor	12
2.7 Studi Aliran Daya.....	15
2.8 Metode Newton-Raphson.....	15

BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Lokasi Pengambilan Data.....	19
3.2 Teknik Pengumpulan Data	20
3.3 Studi Kasus	20
3.3.1 Sistem Kelistrikan 20 kV, Gardu Induk Tulungagung	20
3.3.2 Data Jaringan.....	22
3.4 Algoritma Pengujian	23
3.5 Algoritma Menentukan Lokasi dan Kapasitas Kapasitor Terbaik.....	24
3.6 Algoritma Penyelesaian Masalah	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pemodelan single line diagram sistem kelistrikan 20 kV, Tulungagung	27
4.2 Analisis Aliran Daya sistem kelistrikan 20kV, Tulungagung	29
4.3 Analisis Integrasi PLTA WONOREJO 1×6.5MW.....	38
4.4 Analisis Pemasangan Kapasitor Untuk Perbaikan Profil Tegangan	43
4.4.1. Pemasangan Kapasitor Pada Bus Kritis	43
4.4.2. Pemasangan Kapasitor Pada Bus Yang Sejalur Dengan Bus Yang Kritis	48
BAB V KESIMPULAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Diatribusi.....	7
Gambar 2. 2 Waduk Wonorejo.....	8
Gambar 2. 3 Arus dan Tegangan Sefasa.....	11
Gambar 2. 4 Arus tertinggal 90° dari tegangan	11
Gambar 2. 5 Arus Mendahului 90° dari Tegangan.....	12
Gambar 2. 6 Perubahan Nilai Q.....	14
Gambar 3. 1 Single Line diagram sistem kelistrikan 20kV, Kabupaten Tulungagung.....	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir (flowchart) Pemecahan Masalah.....	25
Gambar 4. 1 Pemodelan Single Line Diagram Sistem Kelistrikan 20KV Kabupaten Tulungagung.....	28
Gambar 4. 2 Single line Diagram Sistem Kelistrikan 20 kV, Tulungagung Kondisi Base Case Yang Digambar Menggunakan Software DIGSILENT Power Factory 15.1.	30
Gambar 4. 3 Skema Penempatan Bus Beban Pada Single Line Diagram	31
Gambar 4. 4 Penomoran Bus Beban Pada Bagian 1	32
Gambar 4. 5 Penomoran Bus Beban Pada Bagian 2.....	32
Gambar 4. 6 Penomoran Bus Beban Pada Bagian 3.....	33
Gambar 4. 7 Penomoran Bus Beban Pada Bagian 4.....	33
Gambar 4. 8 Penomoran Bus Beban Pada Bagian 5.....	34
Gambar 4. 9 Grafik Profil Tegangan Kondisi Base Case	37

Gambar 4. 10 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan 20 kV, Tulungagung Setelah Integrasi PLTA Wonorejo	38
Gambar 4. 11 Grafik Profil Tegangan Setelah Integrasi PLTA Wonorejo.....	41
Gambar 4. 12 Grafik Profil Tegangan Sebelum dan Sesudah Integrasi PLTA Wonorejo.....	42
Gambar 4. 13 Pemasangan Kapasitor Pada Bus Egatelindo	44
Gambar 4. 14 Grafik Setelah Pemasangan Kapasitor Pada Bus Egatelindo	47
Gambar 4. 15 Pemasangan Kapasitor Pada Bus Yang Sejalur Dengan Bus Yang Mengalami Undervoltage.....	49
Gambar 4. 16 Grafik Setelah Pemasangan Kapasitor 20 Mvar Pada Bus Yang Sejalur Dengan Bus Yang Mengalami Undervoltage.....	52
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Profil Tegangan Pada Tiap Percobaan.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Data Penyulang dan Beban Daerah Tulungagung	22
Tabel 3. 2	Data Panjang Saluran Distribus	23
Tabel 4. 1	Tabel Profil Tegangan Bus 20kV Kondisi Base Case	35
Tabel 4. 2	Wilayah yang Mengalami Undervoltage	36
Tabel 4. 3	Tabel Rugi-Rugi Daya Pada Saat Kondisi Base Case	36
Tabel 4. 4	Tabel Profil Tegangan Bus 20kV Setelah Integrasi PLTA Wonorejo.....	39
Tabel 4. 5	Perbandingan Profil Tegangan Sebelum dan Setelah Integrasi PLTA Wonorejo	40
Tabel 4. 6	Tabel Rugi-Rugi Daya Pada Saat Kondisi Terintegrasi PLTA Wonorejo	40
Tabel 4. 7	Profil Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor Pada Bus Kritis	45
Tabel 4. 8	Tabel Rugi-Rugi Daya Pada Saat Penambahan Unit Kapasitor Pada Bus Yang Mengalami Undervoltage	46
Tabel 4. 9	Profil Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor 20 MVar Pada Bus Fuji.....	50
Tabel 4. 10	Tabel Rugi-Rugi Daya Pada Saat Penambahan Unit Kapasitor Pada Bus Yang Sejalur Dengan Bus Undervoltag	51
Tabel 4. 11	Perbandingan Profil Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor pada Busbar Gold Star dan Busbar Fuji	53

