



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR UNTUK
PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN DAN RUGI DAYA SALURAN
DISTRIBUSI 20KV PADA PENYULANG JOLOTUNDO

Yogie Rahmatulloh
1812085

Dosen pembimbing
Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
Ir. Ni putu Agustini, MT

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2022



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR UNTUK
PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN DAN RUGI DAYA
SALURAN DISTRIBUSI 20KV PADA PENYULANG
JOLOTUNDO**

**Yogie Rahmatulloh
1812085**

**Dosen pembimbing
Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
Ir. Ni putu Agustini, MT**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
September 2022**

**ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR UNTUK
PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN DAN RUGI DAYA
SALURAN DISTRIBUSI 20KV PADA
PENYULANG JOLOTUNDO**

SKRIPSI

Yogie Rahmatulloh
18.12.085

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik 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

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

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



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

MALANG
September, 2022



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) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Yogie Rahmatulloh
NIM : 1812085
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik S-1
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021/2022
Judul Skripsi : **Penempatan Optimum Kapasitor Untuk Perbaikan Profil Tegangan dan Rugi Daya Saluran Distribusi 20kV pada Penyulang Jolotundo**

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

Hari : Kamis
Tanggal : 11 Agustus 2022
Nilai : **75,5**

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

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

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19800301 200501 1 002



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional 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. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang somawirata, ST., MT., selaku Ketua program studi Teknik Elektro S1 ITN Malang.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. I Made Wartana, MT. dan Ibu Ir Ni Putu, MT. selaku dosen pembimbing.
4. Bapak dan Ibu Dosen Eletro ITN Malang yang telah memberikan ilmu selama menempuh perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu UP3 Mojokerto, ULP Pacet yang sudah memberikan ilmu dan memudahkan saya dalam mengambil data.
6. Teman-teman angkatan 2018 dan asisten Laboratorium Simulasi Tenaga Elektrik yang memenuhi selama perkuliahan.

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, 2022

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yogie Rahmatulloh
NIM : 1812085
Jurusan / Peminatan : Teknik Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3275041301000014
Alamat : Jl. Patuha Utara 2, Rt/Rw : 11/16,
Kayuringin Jaya, Bekasi Selatan, Kota
Bekasi
Judul Skripsi : **Penempatan Optimum Kapasitor Untuk
Perbaikan Profil Tegangan dan Rugi Daya
Saluran Distribusi 20kV pada Penyulang
Jolotundo**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan 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 digugurkan, serta di proses sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Malang, 18 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan



Yogie Rahmatulloh
1812085

ABSTRAK

ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL KAPASITOR UNTUK PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN DAN RUGI DAYA SALURAN DISTRIBUSI 20KV PADA PENYULANG JOLOTUNDO

Yogie Rahmatulloh, NIM : 1812085

Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Ni putu Agustini, MT

Energi listrik menjadi kebutuhan utama dalam perkembangan penduduk baik yang diperkotaan maupun di pelosok desa, energi listrik selalu dikirimkan dari pembangkit menuju beban melalui transmisi dan distribusi, hal ini dapat mengonsumsi daya aktif dan reaktif sehingga menyebabkan rugi-rugi daya. Membesarnya rugi-rugi daya disebabkan oleh rugi-rugi daya reaktif dan dapat dikendalikan dengan manajemen daya reaktif yang tepat, untuk menghindari kehilangan daya reaktif diperlukan kompensasi daya reaktif yang sesuai, metode yang tepat adalah dengan menempatkan kapasitor yang sesuai. Manfaat penempatan kapasitor adalah meminimalkan rugi-rugi daya aktif dan reaktif, meningkatkan faktor daya, dan meningkatkan profil tegangan pada sistem. Metode *Optimal Capacitor Placement* (OCP) merupakan salah satu *tool* di dalam *software* ETAP yang cara kerjanya menggunakan algoritma genetika yang dapat menghasilkan penempatan kapasitor yang optimal. Setelah dilakukan pemasangan kapasitor pada penyulang jolotundo profil tegangan yang sebelumnya mengalami kondisi undervoltage dapat ditingkatkan sesuai standar perusahaan listrik negara (SPLN) yaitu lebih dari 0,95 p.u dan kurang dari 1,05 p.u dan rugi daya dapat dikurangi sebanyak P_{Loss} 11.1% dan Q_{Loss} 24.78%.

Kata kunci: Kapasitor Bank, Optimal Capacitor Placement (OCP), Profil Tegangan, Rugi Daya

DAFTAR ISI

	Hal:
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Aliran Daya	5
2.2 Aliran Daya <i>Newton-Raphson</i>	6
2.3 Profil Tegangan	8
2.4 Rugi Daya.....	9
2.5 Kapasitor Bank	9
2.7.1 Kapasitor Seri	10
2.7.2 Kapasitor Paralel	11
2.7.3 Penentuan Kapasitas Kapasitor	11
2.7.4 Kapasitor Sebagai Regulasi Tegangan	12
2.7.5 Penentuan Kapasitor.....	14
2.7.6 Penempatan Kapasitor.....	14
2.6 Perangkat Lunak ETAP <i>Power Station</i>	15
2.7 <i>Optimal Capasitor Plecement</i> pada Software ETAP	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metodologi Penelitian.....	19
3.2 Diagram Alir Penelitian	19
3.3 Sistem Penyulang Jolotundo.....	22
3.3.1 Data Transformator	23
3.3.2 Data Beban	26
3.3.3 Data Saluran	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Pemodelan <i>Singel Line Diagram</i> Penyulang Jolotundo Menggunakan <i>Software ETAP Power Station</i>	37
4.2 Simulasi <i>Load Flow</i> pada Kondisi <i>Base Case</i>	37

4.3	Penempatan Kapasitor Optimal	40
4.4.1	Penentuan Kandidat Bus.....	41
4.4.2	Percobaan 1 <i>Optimal Capacitor Placement</i>	42
4.4.3	Percobaan 2 <i>Optimal Capacitor Placement</i>	43
4.4.4	Percobaan 3 <i>Optimal Capacitor Placement</i>	45
4.5	Perbandingan Profil Tegangan dan Total Rugi Daya	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49

DAFTAR GAMBAR

	Hal:
Gambar 2.1 Kapasitor Bank.....	10
Gambar 2.2 Rangkaian Seri Kapasitor	11
Gambar 2.3 Rangkaian Paralel (shunt) Kapasitor	11
Gambar 2.4 Diagram Daya Untuk Menentukan Kapasitor	12
Gambar 2.5 Kurva Kompensasi Arus Kapasitor Untuk Mereduksi Jatuh Tegangan	13
Gambar 2.6 Optimal Capacitor Placement pada Software ETAP	16
Gambar 2.7 Pengkodean dalam Algoritma Genetika	17
Gambar 2.8 Proses Mutasi pada Algoritma Genetika	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Sub Diagram Alir Optimal Capacitor Placement	21
Gambar 3.3 Single Line Diagram SUTM 20kV Penyulang Jolotundo .	22
Gambar 4.1 Pemodelan Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Penyulang Jolotundo pada Software ETAP Power Station	37
Gambar 4.2 Hasil Load Flow pada Kondisi Base Case.....	39
Gambar 4.3 Profil tegangan pada kondisi <i>base case</i>	40
Gambar 4.4 Penentuan Kandidat Bus OCP	41
Gambar 4.5 Profil Tegangan Setelah Optimal Capacitor Placement Percobaan 1	43
Gambar 4.6 Profil Tegangan setelah Optimal Capacitor Placement Percobaan 2	44
Gambar 4.7 Profil Tegangan setelah Optimal Capacitor Placement Percobaan 3	46
Gambar 4.8 Perbandingan profil tegangan pada kondisi <i>base case</i> dan <i>optimal capacitor placement</i> percobaan 1, 2, dan 3	47
Gambar 4.9 Total penambahan kapasitor pada kondisi <i>base case</i> dan optimal capacitor placement percobaan 1, 2, dan 3.....	47
Gambar 4. 10 Perbandingan total losses pada kondisi <i>base case</i> dan <i>optimal capacitor placement</i> percobaan 1, 2, dan 3	48

DAFTAR TABEL

	Hal:
Tabel 2.1 Variabel Setiap Bus.....	6
Tabel 2.2 Batas Tegangan dan Kapasitas Kapasitor	14
Tabel 3. 1 Data Trafo Penyulang Jolotundo.....	23
Tabel 3.2 Data Beban Penyulang Jolotundo	26
Tabel 3.3 Data Saluran Penyulang Jolotundo	30
Tabel 4.1 Profil Tegangan dalam Kondisi Base Case	39
Tabel 4.2 Total losses kondisi base case	40
Tabel 4.3 Penentuan Kandidat Bus yang akan di pilih Untuk.....	41
Tabel 4.4 Hasil Penentuan Lokasi dan Kapasitas Kapasitor	42
Tabel 4.5 Total losses setelah OCP Percobaan 1	43
Tabel 4.6 Hasil Penentuan Lokasi dan Kapasitas Kapasitor	43
Tabel 4.7 Total Losses setelah OCP Percobaan 2	44
Tabel 4.8 Hasil Penentuan Lokasi dan Kapasitas Kapasitor	45