



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**DESAIN PENEMPATAN OPTIMAL *SHUNT* KAPASITOR BANK
DAN *DISTRIBUTED GENERATION* (DG) PADA JARINGAN
DISTRIBUSI *RADIAL* 20 kV DI PENYULANG LELA**

Kristianus Ical Toka
NIM 2012022

Dosen pembimbing
Ir. Ni Putu Agustini, MT.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Oktober 2024



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**DESAIN PENEMPATAN OPTIMAL *SHUNT*
KAPASITOR BANK DAN *DISTRIBUTED*
GENERATION (DG) PADA JARINGAN DISTRIBUSI
RADIAL 20 kV DI PENYULANG LELA**

Kristianus Ical Toka
NIM 2012022

Dosen pembimbing
Ir. Ni Putu Agustini, MT
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2024



ITN (INDONESIA) MALANG
BANGUN MASA MUNDIR

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 1 : Jl. Bendulagan, Sigejarsari No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 552015 Malang 65145
Kampus II : Raya Karangrejo, Km 2 Telp. (0341) 417626 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Kristianus Ical Toka
NIM : 2012022
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : 2023-2024
Judul Skripsi : Desain Penempatan Optimal Shunt Kapasitor
Bank Dan Distributed Generation Pada Jaringan
Distribusi Radial 20 kV Di Penyulang Lela

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

Hari : Kamis
Tanggal : 15 Agustus 2024
Nilai : **78,85**

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

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

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.
NIP. Y. 1018500136

Dosen Penguji II

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

**“DESAIN PENEMPATAN OPTIMAL SHUNT
KAPASITOR BANK DAN *DISTRIBUTED*
GENERATION (DG) PADA JARINGAN DISTRIBUSI
RADIAL 20 kV DI PENYULANG LELA”**

SKRIPSI


Kristianus Ical Toka
2012022

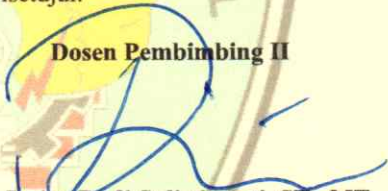
Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


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


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

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S1



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

MALANG

KATA PENGANTAR

Penulis berterima kasih kepada Tuhan Yesus yang maha baik melalui perantara Bunda-Nya Perawan Maria karena dengan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro di ITN Malang, Fakultas Teknik Industri. Penulis mengakui bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat sebagai bagian dari proses pembelajaran terus-menerus. Penyusunan skripsi ini dibantu oleh banyak pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT sebagai Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan dengan kesabaran
2. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT sebagai Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan waktu dan kesempatan dalam memberikan bimbingan.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang.
4. PT. PLN (Persero) UP3 FBT yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Ayah saya, Engelbertus Pitu, Ibunda tercinta, Maria Evelinda Eriyanti Lebi, Opa saya, Kristianus Mumbu, Oma Kristina Saibia Meti atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Paman saya, Klaudius Ware, S.Pd., M.Pd, adik paman saya, Avelinus Ngange, S.T, Pacar Saya Maria Indriyani Saputri Noni, A.Md. Kep, Serta adik-adik saya yang telah memberikan support dan semangat kepada penulis.
7. Sahabat saya Rizky Fadillah dan Brother Kusno yang selalu memberikan motivasi kepada saya untuk maju dan semangat.

Selain itu, berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini akan bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Perjuangan yang panjang menghasilkan pengetahuan yang bermanfaat.

Malang, Juli 2024

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kristianus Ical Toka
NIM : 2012022
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Teknik Energi Listrik
ID KTP / Paspr : 5307060807010004
Alamat : Matamere, RT 008, RW 004, Kel. Ladolaka,
Kec. Palue, Kab. Sikka, Nusa Tenggara
Timur
Judul Skripsi : Desain Penempatan Optimal Shunt Kapasitor
Bank Dan Distributed Generation Pada
Jaringan Distribusi Radial 20 kV Di
Penyulang Lela

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak membuat karya orang lain kecuali sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata didalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar Teknik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.

Malang, 15 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



(Kristianus Ical Toka)

2012022

ABSTRAK

DESAIN PENEMPATAN OPTIMAL *SHUNT* KAPASITOR BANK DAN *DISTRIBUTED GENERATION* (DG) PADA JARINGAN DISTRIBUSI *RADIAL* 20 kV DI PENYULANG LELA

Kristianus Ical Toka, NIM: 2012022

Dosen Pembimbing I: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

Menambah efisiensi dan keandalan jaringan distribusi listrik adalah salah satu fokus utama dalam sistem tenaga listrik. Penelitian yang ada bertujuan guna merancang penempatan optimal Shunt Kapasitor Bank dan *Distributed Generation* (DG) pada jaringan distribusi radial 20 kV di Penyulang Lela. Penempatan yang tepat dari Shunt Kapasitor Bank bertujuan untuk meningkatkan faktor daya dan mengurangi rugi-rugi daya, sementara penempatan DG bertujuan untuk mendukung kebutuhan beban dan meningkatkan keandalan sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pemodelan jaringan distribusi dengan perangkat lunak analisis sistem tenaga listrik. Optimasi dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika untuk menentukan lokasi dan kapasitas optimal dari Shunt Kapasitor Bank dan DG. Parameter yang dianalisis meliputi profil tegangan, rugi-rugi daya, dan stabilitas tegangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penempatan optimal dari Shunt Kapasitor Bank dan DG dapat secara signifikan meningkatkan kinerja jaringan distribusi. Profil tegangan jaringan menjadi lebih stabil dan rugi-rugi daya berkurang. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam perencanaan dan pengoperasian jaringan distribusi listrik yang lebih efisien dan andal.

Kata Kunci – Shunt Kapasitor Bank, *Distributed Generation*, Jaringan Distribusi Radial, Algoritma Genetika.

ABSTRACT

DESAIN PENEMPATAN OPTIMAL *SHUNT* KAPASITOR BANK DAN *DISTRIBUTED GENERATION* (DG) PADA JARINGAN DISTRIBUSI *RADIAL* 20 kV DI PENYULANG LELA

Kristianus Ical Toka, NIM: 2012022

Supervisor I: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Supervisor II: Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

The improvement of efficiency and reliability in the electricity distribution network is one of the main focuses in the power system. This research aims to design the optimal placement of Shunt Capacitor Banks and Distributed Generation (DG) in the 20 kV radial distribution network at the Lela Substation. The appropriate placement of Shunt Capacitor Banks aims to improve power factor and reduce power losses, while the placement of DG aims to support load requirements and enhance system reliability. The method used in this study involves modeling the distribution network using ETAP 19.0.1 software. Optimization is performed using a genetic algorithm to determine the optimal location and capacity of Shunt Capacitor Banks and DG. The analyzed parameters include voltage profiles and power losses. The research results show that the optimal placement of Shunt Capacitor Banks and DG can significantly enhance the performance of the distribution network. Voltage profiles become more stable, and power losses are reduced.

Keywords – Shunt Capacitor Bank, Distributed Generation, Radial Distribution Network, Genetic Algorithm.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Distribusi	5
2.1.1 Sistem Radial	5
2.1.2 Sistem Loop	6
2.1.3 Sistem Kluster	7
2.1.4 Sistem Spindel.....	7
2.2 Kapasitor Bank	8
2.3 <i>Distributed Generation</i>	11
2.4 <i>Software Etap</i>	12
2.5 Optimasi Penentuan Lokasi Kapasitor dan DG dengan <i>Alogaritma Genetika</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Teknik Pengambilan Data	17
3.1.1 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Lela	18
3.1.2 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Lela(ETAP).....	19
3.2 Data Transformator	20
3.3 Data Kabel	21
3.4 Data Bus	22
3.5 Data Beban	24
3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil Simulasi Aliran Daya Kondisi Awal (base case)	27
4.1.1. Hasil Load Flow Pada Busbar	27
4.1.2. Hasil Load Flow Kabel Kondisi Awal (<i>base case</i>)	31
4.2 Hasil Load Flow Dengan Pemasangan Kapasitor	33
4.2.1 Perhitungan Manual Kebutuhan Kapasitor	33
4.2.2 Hasil Load Flow Tegangan Bus Dengan Pemasangan Kapasitor	35
4.2.3 Hasil Load Flow Daya Aktif Dengan Pemasangan Kapasitor	38
4.2.4 Hasil Load Flow Daya Reaktif Dengan Pemasangan Kapasitor	42
4.2.5 Hasil Load Flow Pada Kabel Dengan Pemasangan Kapasitor	45
4.3 Hasil Load Flow Dengan Pemasangan DG	47
4.3.1 Hasil Load Flow Tegangan Bus Dengan Pemasangan DG	47
4.3.2 Hasil Load Flow Daya Aktif Dengan Pemasangan DG	50
4.3.3 Hasil Load Flow Daya Reaktif Dengan Pemasangan DG	54
4.3.4 Hasil Load Flow Kabel Dengan Pemasangan DG	57
4.4 Hasil Load Flow Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	60
4.4.1 Hasil Load Flow Tegangan Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	60
4.4.2 Hasil Load Flow Daya Aktif Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	63
4.4.3 Hasil Load Flow Daya Reaktif Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	67
4.4.4 Rugi Saluran Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	70
4.5 Hasil Analisa Aliran Daya Dari 4 Tahapan Simmulasi	73
BAB V KESIMPULAN.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Sistem Jaringan Listrik.....	5
Gambar 2. 2	Sistem Radial	5
Gambar 2. 3	Sistem Loop	6
Gambar 2. 4	Sistem Cluster	7
Gambar 2. 5	Sistem Spindel.....	7
Gambar 2. 6	Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi.....	8
Gambar 2. 7	Perhitungan Kapasitor Dalam Perbaikan Faktor Daya	9
Gambar 2. 8	Distributet Generation Pada Jaringan Distribusi.....	11
Gambar 2. 9	Tampilan Etap 19.0.1	12
Gambar 2. 10	Segitiga Daya	13
Gambar 3. 1	SLD Penyulang Lela	18
Gambar 3. 2	SLD Penyulang Lela (ETAP).....	19
Gambar 3. 3	<i>Flowchart</i> Optimal Shunt Kapasitor & DG	25
Gambar 4. 1	Grafik Tegangan Bus Tanpa Kapasitor dan DG	30
Gambar 4. 2	Grafik Profil Daya Tanpa Kapasitor dan DG.....	31
Gambar 4. 3	Grafik Rugi Saluran Kabel Tanpa DG dan Kapasitor.....	32
Gambar 4. 4	Perbaikan Faktor Daya Dengan Pemasangan Kapasitor.	34
Gambar 4. 5	Grafik Tegangan Bus Dengan Pemasangan Kapasitor ...	38
Gambar 4. 6	Grafik Daya Aktif Dengan Pemasangan Kapasitor	41
Gambar 4. 7	Grafik Daya Reaktif Dengan Pemasangan Kapasitor	44
Gambar 4. 8	Grafik Rugi Saluran Dengan Pemasangan Kapasitor	46
Gambar 4. 9	Grafik Tegangan Bus Dengan Pemasangan DG	50
Gambar 4. 10	Grafik Daya Aktif Dengan Pemasangan DG	53
Gambar 4. 11	Grafik Daya Reaktif Dengan Pemasangan DG.....	57
Gambar 4. 12	Grafik Rugi Saluran Dengan Pemasangan DG	59
Gambar 4. 13	Grafik Tegangan Bus Dengan Pemasangan Kapasitor & DG.....	63
Gambar 4. 14	Grafik Daya Aktif Dengan Pemasangan Kapasitor & DG	66
Gambar 4. 15	Grafik Daya Reakti Dengan Pemasangan Kapasitor & DG.....	70

Gambar 4. 16 Grafik Rugi Saluran Dengan Pemasangan Kapasitor &
DG..... 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Distributed Generation	12
Tabel 3. 1 Data Transformator	20
Tabel 3. 2 Data Kabel	21
Tabel 3. 3 Data Bus.....	22
Tabel 3. 4 Data Beban.....	24
Tabel 4. 1 Load Flow Tanpa Kapasitor dan DG	27
Tabel 4. 2 Load Flow Kabel Tanpa Kapasitor dan DG	31
Tabel 4. 3 Tegangan Bus Dengan Pemasangan Kapasitor	35
Tabel 4. 4 Daya Aktif Dengan Pemasangan Kapasitor	38
Tabel 4. 5 Daya Reaktif Dengan Pemasangan Kapasitor	42
Tabel 4. 6 Rugi Saluran Dengan Pemasangan Kapasitor	45
Tabel 4. 7 Tegangan Bus Dengan Pemasangan DG	47
Tabel 4. 8 Daya Aktif Dengan Pemasangan DG	50
Tabel 4. 9 Daya Reaktif Dengan Pemasangan DG	54
Tabel 4. 10 Rugi Saluran Dengan Pemasangan DG	57
Tabel 4. 11 Tegangan Bus Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	60
Tabel 4. 12 Daya Akitif Dengan Pemasangan Kapasitor	63
Tabel 4. 13 Daya Reaktif Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	67
Tabel 4. 14 Rugi Saluran Dengan Pemasangan Kapasitor dan DG	70
Tabel 4. 15 Hasil Kesimpulan Dari Grafik	73