



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**PENEMPATAN OPTIMASI KAPASITOR UNTUK PERBAIKAN  
PROFIL TEGANGAN PADA SISTEM KELISTRIKAN  
PENYULANG KARANGPLOSO**

Ricky Marthin Luther Yamlaay  
1612006

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

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



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK  
“PENEMPATAN OPTIMASI KAPASITOR UNTUK  
PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN PADA  
SISTEM KELISTRIKAN PENYULANG  
KARANGPLOSO“

Ricky Marthin Luther Yamlaay  
1612006

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

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
2023

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENEMPATAN OPTIMASI KAPASITOR UNTUK**  
**PERBAIKAN PROFIL TEGANAN PADA SISTEM**  
**KELISTRIKAN PENYULANG KARANGPLOSO**

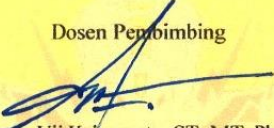
**SKRIPSI**

**Disusun Oleh :**  
**Ricky Marthin Luther Yamlaay**  
**NIM. 1612006**

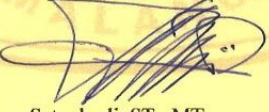
Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Program Studi Teknik Elektro  
Peminatan Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing

  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D  
NIP. 198003012005011002

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

  
Sotyohadi, ST., MT.  
NIP. Y. 1039700309  
MALANG



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) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

### BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Ricky Marthin Luther Yamlaay  
NIM : 1612006  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : 2022-2023  
Judul Skripsi : Penempatan Optimasi Kapasitor Untuk  
Perbaikan Profil Tegangan Pada Sistem  
Kelistrikan Penyulang Karangploso  
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu  
(S-1) pada,  
Hari : Kamis  
Tanggal : 03 Agustus 2023  
Nilai :

#### Panitia Ujian Skripsi

##### Majelis Ketua Penguji

Sotyo Hadi, S.T., M.T.  
NIP. Y. 1039700309

##### Sekretaris Majelis Penguji

Sotyo Hadi, S.T., M.T.  
NIP. Y. 1039700309

#### Anggota Penguji

##### Dosen Penguji I

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

##### Dosen Penguji II

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





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) 417696 Fax. (0341) 417634 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI  
SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2022/2023**

Nama : Ricky Marthin Luther Yamlaay  
NIM : 1612006  
Nama Pembimbing : Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D  
Judul Skripsi : Penempatan Optimasi Kapasitor Untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso

| No | Hari, Tanggal         | Waktu Bimbingan | Materi Bimbingan                                          | Paraf |
|----|-----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|-------|
| 1  | Selasa, 21 Maret 2023 | 09.00 WIB       | Bimbingan Jurnal                                          |       |
| 2  | Senin, 03 April 2023  | 11.30 WIB       | Bimbingan Jurnal                                          |       |
| 3  | Rabu, 26 April 2023   | 11.00 WIB       | Bimbingan <i>flowchart</i> penelitian dan metode simulasi |       |
| 4  | Senin, 08 Mei 2023    | 09.00 WIB       | Konsultasi gambar SLD                                     |       |
| 5  | Selasa, 16 Mei 2023   | 14.00 WIB       | Bimbingan Penempatan kapasitor                            |       |
| 6  | Selasa, 06 Juni 2023  | 09.00 WIB       | Konsultasi hasil simulasi                                 |       |

Malang, 20 Oktober 2023

Dosen Pembimbing

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



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ricky Marthin Luther Yamlamay  
NIM : 1612006  
Jurusan / Konsentrasi : Elektro S-1 / Teknik Energi Listrik  
ID KTP / Paspor : 9109013110980002  
Alamat : JL.Megantara Timika Papua  
Judul Skripsi : Penempatan Optimasi Kapasitor Untuk  
Perbaikan Profil Tegangan Pada Sistem  
Kelistrikan Penyulang Karangploso

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 didalam 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, 16 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Ricky Marthin Luther Yamlamay

1612006

# PENEMPATAN OPTIMASI KAPASITOR UNTUK PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN PADA SISTEM KELISTRIKAN PENYULANG KARANGPLOSO

Ricky Marthin Luther Yamlaay  
Awan Uji Krismanto, ST.,MT.,Ph.D  
Email : [rickymarthinlutheryamlaay@gmail.com](mailto:rickymarthinlutheryamlaay@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 yang ada pada sistem. Untuk mengantisipasi hal tersebut perlu dilakukan pengontrolan daya reaktif salah satunya dapat dilakukan dengan penempatan kapasitor yang optimal untuk meningkatkan profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya sehingga dapat memaksimalkan kapasitas penyaluran daya sistem. Penelitian ini akan menerapkan Optimal Capacitor Placement (OCP) yang merupakan salah satu tool dalam software ETAP untuk menentukan penempatan dan kapasitas optimal kapasitor pada sistem dengan menerapkan metode algoritma genetika (GA). Untuk menguji metode yang diusulkan, maka pengujian dilakukan pada sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso. Dalam hal ini OCP dapat membuktikan bahwa dengan pemasangan kapasitor yang optimal pada Bus yang mengalami pelanggaran tegangan maka tegangan akan semakin meningkat dan rugi-rugi tegangan semakin menurun yang semula Rugi-Rugi Daya  $P_{loss}$  393.6 dan  $Q_{loss}$  338.7 hingga penurunan losses  $P_{loss}$  344.7 dan  $Q_{loss}$  297.5*

*Kata Kunci: Optimal Capacitor Placement (OCP), Menaikan Profil Tegangan*

*PLACEMENT OF CAPACITOR OPTIMIZATION FOR  
VOLTAGE PROFILE IMPROVEMENT IN KARANGPLOSO  
FEEDING ELECTRICAL SYSTEMS*

Ricky Marthin Luther Yamlaay  
Awan Uji Krismanto, ST.,MT.,Ph.D  
Email : [rickymarthinlutheryamlaay@gmail.com](mailto:rickymarthinlutheryamlaay@gmail.com)

***ABSTRACT***

*A decrease in the voltage profile and an increase in power losses in the distribution of electrical energy is a problem that often occurs in distribution systems, both on medium voltage networks and low voltage networks due to an increase in the existing load on the system. To anticipate this, it is necessary to control reactive power, one of which can be done by optimally placing capacitors to increase the voltage profile and reduce power losses so as to maximize the power distribution capacity of the system. This research will apply Optimal Capacitor Placement (OCP), which is one of the tools in the ETAP software to determine the optimal placement and capacity of capacitors in the system by applying the genetic algorithm (GA) method. To test the proposed method, the test was carried out on the Karangploso Feeder Electrical system. In this case OCP can prove that by installing optimal capacitors on buses that experience voltage violations, the voltage will increase and the voltage losses will decrease, which were originally  $P_{loss}$  393.6 and  $Q_{loss}$  338.7 to a decrease in  $P_{loss}$  344.7 and  $Q_{loss}$  297.5*

***Keywords:*** *Optimal Capacitor Placement (OCP), Increasing Voltage Profile*



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, Sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“PENEMPATAN OPTIMASI KAPASITOR UNTUK PERBAIKAN PROFIL TEGANGAN PADA SISTEM KELISTRIKAN PENYULANG KARANGPLOSO”** adapun maksud dan tujuan dalam penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat Gelar Sarjana Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Awan Uji Krismanto, ST.,MT.,Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Awan Uji Krismanto, ST.,MT.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing.
4. Orang Tua serta KeluargaTercinta
5. Anak Kos Narcos berserta Sahabat-sahabat dan orang-orang tercinta yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu, Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dalam proses pembuatan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan untuk rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang ,                      2023

Penyusun

# DAFTAR ISI

|                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                                                                              | <b>i</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                                                        | <b>ii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                                       | <b>iii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                                                                 | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                                     | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                                                  | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                                                   | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR GRAFIK .....</b>                                                                                  | <b>ix</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                                              | <b>1</b>   |
| 1.1. Latar Belakang .....                                                                                   | 1          |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                                                                  | 2          |
| 1.3. Tujuan .....                                                                                           | 2          |
| 1.4. Manfaat .....                                                                                          | 2          |
| 1.5. Batasan Masalah .....                                                                                  | 2          |
| 1.6. Metodologi .....                                                                                       | 3          |
| 1.7. Sistematika Penulisan .....                                                                            | 3          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                                        | <b>5</b>   |
| 2.1. Tinjauan Umum .....                                                                                    | 5          |
| 2.2. Kapasitor Bank .....                                                                                   | 5          |
| 2.3. Sistem Tenaga Listrik .....                                                                            | 7          |
| 2.4. Tipe-Tipe Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV9 .....                                           | 7          |
| 2.5. <i>Load Flow Analysis</i> .....                                                                        | 13         |
| 2.6. Rugi-rugi Daya .....                                                                                   | 13         |
| 2.7. Jatuh Tegangan ( <i>Voltage Drop</i> ) .....                                                           | 14         |
| 2.8. Klarifikasi Bus .....                                                                                  | 15         |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                                                  | <b>17</b>  |
| 3.1. ETAP ( <i>Electric Transient Analysis Program</i> ) .....                                              | 17         |
| 3.2. Proses <i>Loadflow</i> dengan menggunakan metode <i>Newton Rhapson</i> .....                           | 18         |
| 3.3. <i>Flowchart</i> Penyelesaian .....                                                                    | 19         |
| <b>BAB IV SIMULASI DAN ANALISA .....</b>                                                                    | <b>20</b>  |
| 4.1. Data-Data Untuk Simulasi .....                                                                         | 21         |
| 4.2. Simulasi Sisitem Kelistrikan Penyulang Karangploso Sebelum Pemasangan Kapasitor Menggunakan ETAP... .. | 26         |
| 4.3. Memasukan Data pada Gambar <i>Single-Line</i> .....                                                    | 27         |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4. Penempatan Kapasitor Optimal Menggunakan Program<br>OCP Pada Software ETAP.....       | 36        |
| 4.5. Proses Penentuan Bus Kandidat.....                                                    | 36        |
| 4.6. Analisa Hasil Perbandingan Profil Tegangan.....                                       | 40        |
| 4.7. Analisis Hasil <i>Losses</i> Sebelum Pemasangan Kapasitor                             | 49        |
| 4.8. Analisis Hasil <i>Losses</i> Sesudah Pemasangan Kapasitor ...                         | 51        |
| 4.9. Analisis Perbandingan <i>Losses</i> Sebelum dan Sesudah<br>Pemasangan Kapasitor ..... | 52        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                                     | <b>55</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                                                                      | 55        |
| 5.2. Saran .....                                                                           | 56        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                | <b>57</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                       | <b>59</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik dan Kegiatan Penyaluran Daya Listrik Komponen Jaringan Distribusi .....                                                    | 8  |
| Gambar 2.2 Jaringan Radial .....                                                                                                                            | 9  |
| Gambar 2.3 Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line) .....                                                                                                    | 10 |
| Gambar 2.4 Jaringan Lingkar (Loop) .....                                                                                                                    | 11 |
| Gambar 2.5 Jaringan Spindel.....                                                                                                                            | 11 |
| Gambar 2.6 Sistem Gugus atau Sistem Kluster .....                                                                                                           | 12 |
| Gambar 2.7 Diagram Fasor Hubungan Tegangan dengan Tegangan R dan X .....                                                                                    | 15 |
| Gambar 3.1 Flowchart Penyelesaian.....                                                                                                                      | 19 |
| Gambar 4.1 Single Line Penyulang Karangploso                                                                                                                | 21 |
| Gambar 4.2 Single Line Diagram Pada Sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso menggunakan ETAP Power Station 12.6.0.....                                     | 26 |
| Gambar 4.3 Cara Memasukan Data pada Komponen Power Grid....                                                                                                 | 27 |
| Gambar 4. 4 cara memasukan data pada komponen cable                                                                                                         | 28 |
| Gambar 4. 5 cara memasukan data pada komponen static load .....                                                                                             | 29 |
| Gambar 4. 6 tampilan loadflow pada kondisi base case.....                                                                                                   | 30 |
| Gambar 4. 7 bus-bus yang mengalami Under Voltage sebelum pemasangan kapasitor (bus 45, bus 46, bus 47, bus 53, bus 55, bus 56, bus 57, bus 58).....         | 35 |
| Gambar 4. 8 bus-bus yang mengalami Under Voltage sebelum pemasangan kapasitor (bus 48, bus 49, bus 50, bus 51, bus 52, bus 59, bus 60, bus 61, bus 62 ..... | 35 |
| Gambar 4. 9 tampilan lokasi kapasitas kapasitor .....                                                                                                       | 37 |
| Gambar 4. 10 cara memasukan data pada komponen kapasitor.....                                                                                               | 39 |
| Gambar 4. 11 dijalankan kembali dengan loadflow setelah penempatan kapasitor .....                                                                          | 47 |
| Gambar 4. 12 tampilan hasil loadflow sebelum pemasangan kapasitor menggunakan software ETAP power station 12.6.0 .....                                      | 49 |
| Gambar 4. 13 tampilan hasil loadflow sebelum pemasangan kapasitor menggunakan software ETAP power station 12.6.0 .....                                      | 50 |
| Gambar 4. 14 tampilan hasil loadflow sesudah pemasangan kapasitor menggunakan software ETAP power station 12.6.0 .....                                      | 51 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 1 Data Beban dan Data Saluran .....                                                 | 22 |
| Tabel 4. 2 profil tegangan pada kondisi base case .....                                      | 31 |
| Tabel 4. 3 tampilan pemilihan kandidat bus .....                                             | 37 |
| Tabel 4. 4 Hasil Lokasi dan Kapasitas Kapasitor Dengan Otimal Capacitor Placement (OCP)..... | 38 |
| Tabel 4. 5 profil tegangan sesudah pemasangan kapasitor.....                                 | 40 |
| Tabel 4. 6 hasil perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor .....                 | 44 |
| Tabel 4. 7 hasil losses sebelum pemasangan kapasitor .....                                   | 50 |
| Tabel 4. 8 hasil losses sesudah pemasangan kapasitor .....                                   | 51 |
| Tabel 4. 9 perbandingan losses sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor .....                | 52 |

## DAFTAR GRAFIK

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafik 4. 1 Kondisi Base Case .....                                                                      | 48 |
| Grafik 4. 2 Perbandingan Profil Tegangan Pada Kondisi Base<br>Case dan Sesudah Pemasangan Kapasitor..... | 48 |
| Grafik 4.3 Perbandingan Profil Tegangan Pada Kondisi Base<br>Case dan Sesudah Pemasangan Kapasitor.....  | 53 |
| Grafik 4.4 Hasil Perbandingan Losses Sebelum dan Sesudah<br>Pemasangan Kapasitor                         |    |