

# **LAPORAN TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN OPTIMAL CAPACITOR PLACEMENT ETAP 19 (Studi Kasus PT. Beras Rajawali)**

Diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan Strata Satu (S-1)  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Jember



**Oleh :**  
**BARIK IRFANIAL FIRDAUSI**  
**NIM 1610621023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Dosen Pembimbing I : M. Aan Auliq, S.T., M.T.  
NIP/NPK/NIDN : 0715108701  
Nama Dosen Pembimbing II : Fitriana, S.Si., M.T.  
NIP/NPK/NIDN : 0715049105

Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir (TA), pada Mahasiswa :

Nama : Barik Irfani Al Firdausi  
NIM : 1610621023  
Program Studi : Teknik Elektro

Bersama ini menyatakan:


Menyetujui mahasiswa tersebut diatas untuk maju dalam Sidang Tugas Akhir dengan judul: **Analisis Kebutuhan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Optimal Capacitor Placement ETAP 19 (Studi Kasus PT. Beras Rajawali)**

Jember, 21 Agustus 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

  
M. Aan Auliq, S.T., M.T.  
NIDN : 0715108701

  
Fitriana, S.Si., M.T.  
NIDN : 0715049105

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



  
A. Brahma Nugroho, S.Si., M.T.  
NIDN : 0730018605

**LEMBAR PENGESAHAN  
DOSEN PENGUJI**

**Analisis Kebutuhan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya  
Menggunakan *Optimal Capacitor Placement* ETAP 19 (Studi Kasus PT.  
Beras Rajawali)**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk kelulusan  
Strata Satu (S-1) Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Jember**



Dosen Penguji 1



Aji Brahma Nugroho, S.Si., M.T.

NIDN : 0730018605

Dosen Penguji 2



Sofia Ariyani, S.Si., M.T.

NIDN : 0709126702

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**Analisis Kebutuhan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya  
Menggunakan *Optimal Capacitor Placement* ETAP 19 (Studi Kasus PT.  
Beras Rajawali)**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk kelulusan  
Strata Satu (S-1) Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Jember**

Oleh :

**BARIK IRFANI AL FIRDAUSI  
1610621023**

Jember, 21 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

M. Aan Auliq, S.T., M.T.  
NIDN : 0715108701

Fitriana, S.Si., M.T.  
NIDN : 0715049105

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Jember

  
Dr. Ir. Nanang Saiful R, S.T., M.T., IPM  
NIDN : 0705047806

Ketua Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Jember

  
An. Grahita Nugroho, S.Si., M.T.  
NIDN : 0730018605

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Barik Irfani Al Firdausi

NIM : 1610621023

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya buat dengan judul :  
**"Analisis Kebutuhan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya Menggunakan *Optimal Capacitor Placement* ETAP 19 (Studi Kasus PT. Beras Rajawali)"** adalah hasil pemikiran saya dengan dibimbing oleh pembimbing skripsi dan bukan merupakan plagiat hasil pemikiran orang.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kesalahan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.



Jember, 21 Agustus 2023

Mahasiswa



Barik Irfani Al Firdausi

## PRAKATA

Alhamdulillahirabbal'alamin, Segala puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT senantiasa saya panjatkan atas segala kekuatan dan kemampuan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul: "**Analisis Kebutuhan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya Menggunakan *Optimal Capacitor Placement* ETAP 19 (Studi Kasus PT. Beras Rajawali)**". Penulisan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Starata-1 (S1) Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan asih banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dengan tulus kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara ilmu, material, maupun moral kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, khususnya kepada :

1. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizki, S.T., M.T., IPM. selaku dekanat Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Aji Brahma Nugroho, S.Si., M.T. selaku Kaprodi Universitas Muhammadiyah Jember.
3. M. Aan Auliq, S.T., M.T. dan Fitriana, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 skripsi yang senantiasa meluangkan waktu untuk membimbing, memberi ilmu, dan mengarahkan penulis dari awal hingga akhir penelitian serta penyusunan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
4. Aji Brahma Nugroho, S.Si., M.T. dan Sofia Ariyani, S.Si., M.T. selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan kesempatan kepada penulis untuk presentasi dan memberikan saran untuk kemajuan penulisan skripsi.
5. Seluruh dosen dan bagian pengajaran Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember.

6. Abah, Ummi, Mami, Papi, Mas Muhandis, Mba Riris, Adek Rifqy, Adek Aan, Adek Faris serta seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, serta kasih sayang yang tiada hentinya dari awal perkuliahan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Istri saya yang senantiasa menemani, memberi dukungan, semangat, saran, kasih sayang dan doa serta mendengarkan keluh kesah penulis yang tiada hentinya.
8. Teman teman se angkatan tahun 2016 di program Strata-1 Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember.
9. Serta semua individu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua terutama bagi penulis.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Metode Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Daya Listrik .....	6
2.2 Segitiga Daya .....	7
2.3 Faktor Daya (Pf) .....	8
2.4 Perbaikan Faktor Daya .....	9
2.5 Perhitungan Arus dan Daya .....	9
2.6 <i>Capacitor Bank</i> .....	10
2.7 <i>Software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program)</i> .....	11
2.8 <i>Optimal Capacitor Placement Software ETAP</i> .....	13
2.9 Metode <i>Newton Raphson</i> .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1 Proses Kerja Sistem .....	16
3.2 <i>Single Line Diagram Sistem</i> .....	17
3.3 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian .....	18
3.4 Pengambilan Data .....	19
3.4.1 Data Sumber Tenaga Listrik .....	19
3.4.2 Data Transformator .....	20
3.4.3 Data Beban .....	21
3.5 <i>Flowchart Optimal Capacitor Placement (OCP)</i> .....	22
3.6 <i>Flowchart</i> Metode <i>Newton Raphson</i> .....	23
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	<b>25</b>
4.1 Pemodelan <i>Single Line Diagram (SLD)</i> Sistem Kelistrikan Pabrik Beras PT. Beras Rajawali Jember .....	25
4.2 Perbaikan Faktor Daya Sistem Tenaga Listrik .....	26
4.3 Simulasi <i>Load Flow</i> Saat <i>Capacitor Bank</i> Tidak Aktif Menggunakan ETAP 19 .....	39



4.4 Simulasi <i>Load Flow</i> Saat Kapasitor Aktif dan Penempatan <i>Capacitor Bank</i> Menggunakan Fitur <i>Optimal Capacitor Placement (OCP)</i> .....	42
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN LAMPIRAN</b> .....	<b>52</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Karakter Beban Kapasitif Dan Karakter Beban Induktif .....	6
Gambar 2.2	Perbaikan Faktor Daya .....	8
Gambar 2.3	<i>Control Capacitor Bank</i> .....	11
Gambar 2.4	Rangkaian <i>Capacitor Bank</i> .....	11
Gambar 2.5	Halaman Awal <i>Software</i> ETAP 19 .....	12
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem Kelistrikan Dengan Rangkaian <i>Capacitor Bank</i> .....	16
Gambar 3.2	Sistem Kelistrikan Secara Keseluruhan ( <i>Overall</i> ) Di PT. Beras Rajawali .....	17
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> Simulasi Perbaikan Faktor Daya Menggunakan ETAP 19 .....	18
Gambar 3.4	<i>Optimal Capacitor Placement (OCP)</i> .....	22
Gambar 3.5	<i>Flowchart</i> Metode <i>Newton Raphson</i> .....	23
Gambar 4.1	Pemodelan <i>Single Line Diagram</i> Sistem Kelistrikan Pabrik Beras PT. Beras Rajawali Menggunakan ETAP 19 .....	25
Gambar 4.2	Kondisi Faktor Daya Terhadap Besar Arus Pada Bus 2 .....	31
Gambar 4.3	Kondisi Faktor Daya Terhadap Besar Kebutuhan Daya Reaktif Kapasitif Pada Bus 2 .....	32
Gambar 4.4	Kondisi Faktor Daya Terhadap Step Kapasitor Yang Dibutuhkan Pada Bus 2 .....	32
Gambar 4.5	Kondisi Arus Terhadap Besar Kebutuhan Daya Reaktif Kapasitif (Kvar) Pada Bus 2 .....	33
Gambar 4.6	Besar Daya Reaktif Kondisi Drop (Kvar) Terhadap Besar Kebutuhan Daya Reaktif Kapasitif (Kvar) Pada Bus 2 .....	34
Gambar 4.7	Kondisi Faktor Daya Terhadap Besar Arus Pada Bus 3 .....	36
Gambar 4.8	Kondisi Faktor Daya Terhadap Besar Kebutuhan Daya Reaktif Kapasitif Pada Bus 3 .....	37
Gambar 4.9	Kondisi Faktor Daya Terhadap Step Kapasitor Yang Dibutuhkan Pada Bus 3 .....	37
Gambar 4.10	Kondisi Arus Terhadap Besar Kebutuhan Daya Reaktif Kapasitif (Kvar) Pada Bus 3 .....	38
Gambar 4.11	Besar Daya Reaktif Kondisi Drop (Kvar) Terhadap Besar Kebutuhan Daya Reaktif Kapasitif (Kvar) Pada Bus 3 .....	38
Gambar 4.12	Simulasi ETAP 19 Kondisi Daya Aktif Saat Beban Penuh Dan Kondisi <i>Capacitor Bank</i> Dinonaktifkan .....	39
Gambar 4.13	Simulasi ETAP 19 Kondisi Arus Dan Daya Reaktif Saat Beban Penuh Dan Kondisi <i>Capacitor Bank</i> Dinonaktifkan .....	41
Gambar 4.14	<i>Tool Optimal Capacitor Placement</i> Pada ETAP 19 .....	43
Gambar 4.15	Studi Kasus <i>Optimal Capacitor Placement</i> Pada ETAP 19 .....	43
Gambar 4.16	Memasukan Bus Yang Mengalami <i>Drop Factor</i> Daya Pada <i>Optimal Capacitor Placement</i> .....	44
Gambar 4.17	Hasil <i>Running Optimal Capacitor Placement</i> .....	45

Gambar 4.18 Hasil *Running Optimal Capacitor Placement* Setelah Dilakukan Pemasangan *Capacitor Bank* .....46

Gambar 4.19 Perbandingan Arus Hasil Dari Perhitungan Manual Dan Hasil Simulasi Di ETAP 19 .....47

Gambar 4.20 Perbandingan Daya Reaktif Hasil Dari Perhitungan Manual Dan Hasil Simulasi Di ETAP 19 .....48



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Capacitor Bank</i> .....	10
Tabel 2.2	ETAP 19 .....	11
Tabel 3.1	Data Sumber Tenaga Listrik PLN .....	19
Tabel 3.2	Data Genset 1 .....	20
Tabel 3.3	Data Genset 2 .....	20
Tabel 3.4	Data Trafo 1 .....	20
Tabel 3.5	Data Trafo 2 .....	21
Tabel 3.6	Data Trafo 3 .....	21
Tabel 3.7	Spesifikasi Mesin Penggiling .....	21
Tabel 3.8	Spesifikasi Mesin Pengemasan .....	22
Tabel 4.1	Data Sumber Kelistrikan Di PT. Beras Rajawali .....	27
Tabel 4.2	Data Faktor Daya Yang Berubah Akibat Pengurangan Step <i>Capacitor Bank</i> Pada Beban Penggiling Pada (Bus 2) .....	27
Tabel 4.3	Data Faktor Daya Yang Berubah Akibat Pengurangan Step <i>Capacitor Bank</i> Pada Beban Pengemas Beras (Bus 3) .....	28
Tabel 4.4	Perhitungan Kondisi Besar Arus Dan Kebutuhan Step <i>Capacitor</i> Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor Daya Mmengalami Penurunan .....	30
Tabel 4.5	Perhitungan Kondisi Besar Arus Dan Kebutuhan Step <i>Capacitor</i> Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor Daya Mengalami Penurunan .....	35
Tabel 4.6	Daya Aktif Pada Hasil Simulasi ETAP 19 .....	40
Tabel 4.7	Perbandingan Hasil Perhitungan Daya Aktif Pada Saluran Bus 2 Dan Bus 3 Dengan Simulasi ETAP <i>Powerstation</i> 19 .....	41
Tabel 4.8	Arus Dan Daya Reaktif Hasil Simulasi ETAP 19 .....	42
Tabel 4.9	Perbandingan Arus Hasil Dari Perhitungan Manual Dan Hasil Simulasi Di ETAP 19 .....	47
Tabel 4.10	Perbandingan Daya Reaktif Hasil Dari Perhitungan Manual Dan Hasil Simulasi Di ETAP 19 .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor Daya 0,65 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	52
Lampiran 2	Perhitungan Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor daya 0,70 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	53
Lampiran 3	Perhitungan Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor daya 0,75 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	54
Lampiran 4	Perhitungan Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor daya 0,80 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	56
Lampiran 5	Perhitungan Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor daya 0,85 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	57
Lampiran 6	Perhitungan Pada Bus 2 Saat Kondisi Faktor daya 0,9 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	58
Lampiran 7	Perhitungan Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor daya 0,65 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	60
Lampiran 8	Perhitungan Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor daya 0,7 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	61
Lampiran 9	Perhitungan Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor daya 0,75 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	62
Lampiran 10	Perhitungan Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor daya 0,80 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	64
Lampiran 11	Perhitungan Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor daya 0,85 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	65
Lampiran 12	Perhitungan Pada Bus 3 Saat Kondisi Faktor daya 0,9 Dan Diperbaiki Menjadi Faktor daya 0,95 .....	65
Lampiran 13	Perhitungan Error Persen Daya Aktif Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 .....	68
Lampiran 14	Perhitungan Error Persen Arus Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 Sebelum Perbaikan Faktor Daya Bus Penggiling .....	68
Lampiran 15	Perhitungan Error Persen Arus Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 Sebelum Perbaikan Faktor Daya Bus Pengemas .....	68
Lampiran 16	Perhitungan Error Persen Daya Reaktif Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 Sebelum Perbaikan Faktor Daya Bus Penggiling .....	68
Lampiran 17	Perhitungan Error Persen Daya Reaktif Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 Sebelum Perbaikan Faktor Daya Bus Pengemas .....	68
Lampiran 18	Perhitungan Error Persen Arus Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 Setelah Perbaikan Faktor Daya bus penggiling .....	69
Lampiran 19	Perhitungan Error Persen Arus Hasil Perhitungan dan Hasil ETAP 19 Setelah Perbaikan Faktor Daya bus pengemas .....	69