

**ANALISIS KONFIGURASI STEP SWITCHING
KAPASITOR BANK PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV
DI PT. BUKIT ASAM TBK**



**Laporan Akhir Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik**

OLEH

MUHAMMAD AZIZ

062230310435

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2025

**ANALISIS KONFIGURASI STEP SWITCHING
KAPASITOR BANK PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV
DI PT. BUKIT ASAM TBK**



OLEH

**MUHAMMAD AZIZ
062230310435**

Palembang, 11 Agustus 2015

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

**Nofiansyah, S.T., MT.
NIP. 197611161995021001**

Dosen Pembimbing II

**Herman Yana, S.T., M.Eng.
NIP. 196310011978061006**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., I.Pt.
NIP. 197907222008011007**

**Koordinator Program Studi
D III Teknik Listrik**

**Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008121001**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
TEKNIK ELEKTRO

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp. 0711 353414 Fax. 355918
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Pada hari ini, Selasa tanggal 15 bulan Juli tahun 2025 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya :

Nama : Muhammad Aziz
Tempat/Tgl Lahir : Palembang / 28 November 2004
NPM : 062230310435
Ruang Ujian : ✓
Judul Laporan Akhir : ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN KAPASITOR BANK
PADA JALUR DISTRIBUSI 20 kV DI PT. BUKIT ASAM Tbk

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Anton Firmansyah	Ketua	
2	Ikhsan Li'Anah	Anggota	
3	Audni Sugandi	Anggota	
4	Yona A Uom	Anggota	
5		Anggota	

Mengetahui
Koordinator Program Studi

Yessi Marniati, S. T., M. T.
NIP. 197603022008122001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Muhammad Aziz
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 28 November 2004
Alamat : Jl. Pertahanan III Perumahan Griya III Blok A No. 04
NPM : 062230310435
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : ANALISIS KONFIGURASI STEP SWITCHING
KAPASITOR BANK PADA SISTEM DISTRIBUSI
20 kV di PT. BUKIT ASAM Tbk

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikut sertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, 11 Agustus 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Aziz

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah 2:286)

“Direndahkan dimata manusia, ditinggikan dimata Tuhan, Prove Then Wrong”

(Muhammad Aziz)

KU PERSEMBAHKAN LAPORAN AKHIR INI KEPADA :

1. Kedua Orang tua penulis tercinta, Nahwan,S.Ag.,M.Pd dan ibu Nurmeilina, S.Ag yang telah mendidik serta menjadi panutan hidup penulis. Terima kasih untuk hari-hari yang telah dihabiskan, Terima kasih atas segala doa, kasih sayang, dan motivasi yang selalu mengiringi setiap langkah penulis serta dukungan moril maupun materil yang selalu diberikan. Sungguh gelar ini penulis persembahkan untuk bapak dan ibu.
2. Saudara tercinta, adik-adik saya, Ahmad Thoriq dan Alm Muhammad Faruq, Terima kasih sudah menjadi bagian dalam proses penyusunan laporan akhir ini. Terimakasih atas dukungan dan nasehat-nasehat bijaknya.
3. Kepada Nim 062140830470, Terima kasih telah berkontribusi banyak dalam penyusunan laporan akhir ini, menjadi *support sistem* dan sosok pendamping dalam segala hal, meluangkan waktu, menemani, mendegarkan keluh kesah dan memberikan dukungan, serta memberi semangat untuk terus maju tanpa kenal kata menyerah dalam impian penulis.
4. Terakhir terima kasih kepada diriku sendiri sudah bertahan dan berjuang dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

ABSTRAK
ANALISIS KONFIGURASI STEP SWITCHING KAPASITOR
BANK PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV di PT. BUKIT
ASAM Tbk

(2025 : xvi + 68 Halaman + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Daftar Lampiran)

MuhammadAziz

062230310435

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Pengoperasian sistem distribusi tenaga listrik yang efisien memerlukan pengendalian faktor daya yang optimal untuk mengurangi rugi-rugi daya dan menjaga kualitas tegangan. PT. Bukit Asam Tbk menerapkan kapasitor bank dengan sistem *step switching* pada jaringan distribusi 20 kV untuk mengompensasi kebutuhan daya reaktif yang timbul dari beban induktif, khususnya motor listrik dan peralatan berdaya besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh setiap konfigurasi *step* kapasitor bank terhadap parameter kelistrikan sistem serta menentukan *step* yang paling optimal untuk masing-masing tingkat beban. Pengujian dilakukan dengan tiga kondisi beban, yaitu beban ringan (2,91 MW), beban sedang (6,63 MW), dan beban tinggi (7,78 MW), baik pada kondisi tanpa kapasitor bank maupun dengan kapasitor bank *step* 1, *step* 2, dan *step* 3. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan faktor daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitor bank mampu menurunkan daya reaktif, meningkatkan faktor daya, mengurangi daya semu, menurunkan arus beban, serta meningkatkan tegangan sistem. Namun, pada beban ringan penggunaan kapasitor berkapasitas besar (*step* 2 dan *step* 3) menyebabkan *overkompensasi* yang ditandai dengan faktor daya *leading*, kenaikan arus kapasitif, dan tegangan yang berlebih. Berdasarkan hasil analisis, konfigurasi yang paling optimal adalah *step* 1 untuk beban ringan, *step* 2 untuk beban sedang, dan *step* 3 untuk beban berat. Dengan pemilihan kapasitas *step* yang tepat, sistem distribusi mampu beroperasi lebih efisien, kualitas daya meningkat, dan risiko penalti dari PLN akibat faktor daya rendah dapat dihindari.

Kata Kunci : Kapasitor bank, *Step switching*, Faktor daya, Overkompensasi

ABSTRACT

**ANALYSIS OF STEP SWITCHING CONFIGURATION OF
CAPACITOR BANKS IN THE 20 KV DISTRIBUTION SYSTEM
AT PT. BUKIT ASAM TBK**

(2025 : xvi + 68 Pages + List of pictures + List of tables + List of attachments)

MuhammadAziz

062230310435

Department of Electrical Engineering Electrical

Engineering Study

Program State Polytechnic of Sriwijaya

Efficient operation of an electric power distribution system requires optimal power factor control to reduce power losses and maintain voltage quality. PT Bukit Asam Tbk implements a capacitor bank with a step-switching system in its 20 kV distribution network to compensate for reactive power demand arising from inductive loads, particularly electric motors and other high-power equipment. This study aims to determine the effect of each capacitor bank step configuration on the system's electrical parameters and to identify the most optimal step for each load level. Testing was conducted under three load conditions: light load (2.91 MW), medium load (6.63 MW), and heavy load (7.78 MW), both without a capacitor bank and with capacitor bank configurations of Step 1, Step 2, and Step 3. The analyzed parameters include voltage, current, active power, reactive power, apparent power, and power factor. The results show that the capacitor bank effectively reduces reactive power, improves power factor, decreases apparent power, lowers load current, and increases system voltage. However, under light load conditions, using larger capacity steps (Step 2 and Step 3) causes overcompensation, characterized by a leading power factor, increased capacitive current, and excessive voltage levels. Based on the analysis, the most optimal configurations are Step 1 for light load, Step 2 for medium load, and Step 3 for heavy load. By selecting the appropriate capacitor bank step according to the load level, the distribution system can operate more efficiently, improve power quality, and avoid penalties from the utility company due to low power factor.

Keywords: Capacitor bank, Step switching, Power factor, Overcompensation

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas izin, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul "**ANALISIS KONFIGURASI STEP SWITCHING KAPASITOR BANK PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PT. BUKIT ASAM TBK**". Terima kasih kepada dosen pembimbing I, Bapak **Nofiansyah, S.T., M.T** dan dosen pembimbing II, Bapak **Herman Yani, S.T., M.Eng** yang telah berkenan membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan baik.

Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Selama penulisan laporan akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang telah memberikan petunjuk, kekuatan, kesabaran serta keteguhan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik tanpa melalaikan perintah-Nya.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan semangat, doa, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan dengan baik.
3. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak M. Husni Mubarak, SE., M.Si., Ak selaku Wakil Direktur II Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Dicky Seprianto, S.T., M.T.IPM selaku Wakil Direktur III Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ibu Dr. Irma Salamah, ST., M.T.I selaku Wakil Direktur IV Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Swriwijaya.

9. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
11. Bapak Nofiansyah, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I.
12. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II.
13. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
14. Rekan-rekan UKM Karisma, teman-teman kelas 6 LB, serta teman-teman seperjuangan jurusan Teknik Elektro 2022.
15. Emilia Fransiska yang selalu menemani dan selalu menjadi *support system* sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan dengan baik.

Laporan ini masih memerlukan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan berikutnya agar dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan khususnya Mahasiswa/I Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, 11 Agustus 2025



Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR.....	ii
BERITA ACARA.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat.....	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat.....	2
1.5 Metode Pengumpulan Data.....	2
1.6 Sistematika Penulis.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Sistem Distribusi	5

2.1.2 Jenis-Jenis Jaringan Distribusi	7
2.1.3 Bagian-Bagian Sistem Distribusi.....	11
2.1.4 Komponen Jaringan Distribusi	13
2.1.5 Daya Listrik	14
2.1.6 Segitiga Daya	17
2.1.7 Kapasitor Bank	18
2.1.8 Fungsi Utama Kapasitor Bank.....	19
2.1.9 Jenis-Jenis Kapasitor Bank.....	20
2.1.10 Komponen Kapasitor Bank	23
2.1.11 Prinsip Kerja Kapasitor Bank.....	24
2.1.12 Faktor Daya	26
2.1.13 Penyebab Faktor Daya Rendah.....	28
2.1.14 Etap.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Diagram Alir.....	30
3.2 Metode Penelitian	31
3.3 Tempat dan waktu pelaksanaan pengambilan data	31
3.4 Peralatan yang digunakan	33
3.5 Prosedur Penelitian	33
3.6 Data Spesifikasi Kapasitor Bank 20kV	37
3.7 Gambar Kapasitor Bank dan Panel.....	38
3.8 Data Spesifikasi Kabel Penghantar.....	42
3.9 <i>Single Line Diagram</i> Kapasitor Bank.....	44
3.10 Data Pengukuran.....	45
BAB IV Hasil Dan Pembahasan.....	49
4.1 Kapasitor Bank 20 KV PT. Bukit Asam Tbk	49
4.2 <i>Prinsip Kerja Step Switching</i> Kapasitor Bank di PT. Bukit Asam Tbk.....	50
4.3 Data Sistem Distribusi 20 kV Tanpa Kapasitor Bank	51
4.4 Data Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Kapasitor Bank	54

4.5 Perbandingan Data Menggunakan Kapasitor Bank dan Tanpa Kapasitor	
Bank.....	57
4.6 Hasil Pembahasan.....	64
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Satu Garis Sistem Distribusi	6
Gambar 2.2 Jaringan Distribusi Radial.....	8
Gambar 2.3 Jaringan Distribusi Loop.....	9
Gambar 2.4 Jaringan Distribusi Spindel.....	10
Gambar 2.5 Segitiga Daya	17
Gambar 2.6 Bagian Bagian Kapasitor Bank	18
Gambar 2.7 Kapasitor Bank Filter Harmonisa.....	20
Gambar 2. 8 Kapasitor Bank Cubicle	21
Gambar 2.9 Kapasitor Bank Open rack	22
Gambar 2. 10 Kapasitor Bank Pole	23
Gambar 2. 11 Wiring Diagram Kapasitor bank	25
Gambar 2.12 Gelombang Sinus pada Faktor Daya Lagging	26
Gambar 2.13 Gelombang Sinus pada Faktor Daya Leading	27
Gambar 2.14 Arus Sephasa dengan Tegangan.....	27
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	30
Gambar 3.2 Dokumentasi di Gedung Learning Center PT. Bukit Asam Tbk ...	32
Gambar 3.3 Tempat Pengambilan Data di Satuan Kerja Perawatan Listrik.....	32
Gambar 3.4 Proses Setting Power Analyzer	35
Gambar 3.5 Proses Pemasangan Power Analyzer Pada Outgoing A06 MSS	36
Gambar 3.6 Nameplate Kapasitor Bank	38
Gambar 3.7 Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk.....	38
Gambar 3.8 Panel Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk.....	39

Gambar 3.9 Panel Kontrol Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk	40
Gambar 3.10 Panel Outgoing Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk	40
Gambar 3.11 Tampilan Display Incoming PT. Bukit Asam Tbk	41
Gambar 3.12 Panel Distribusi 20 kV PT. Bukit Asam Tbk	41
Gambar 3.13 Data Diameter Kabel Kapasitor Bank 20 kV PT. Bukit Asam	42
Gambar 3.14 <i>Single Line Diagram</i> Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk	44
Gambar 3.15 Data Beban 1 Sistem Distribusi 20 kV	45
Gambar 3.16 Data Beban 2 Sistem Distribusi 20 kV	45
Gambar 3.17 Data Beban 3 Sistem Distribusi 20 kV	45
Gambar 3.18 <i>Single Line Diagram</i> Simulasi menggunakan ETAP	46
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Daya Aktif	58
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Daya Reaktif	59
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Daya Semu	60
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Faktor Daya	61
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Arus	62
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Tegangan	63

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Data Spesifikasi Kapasitor Bank 20 kV PT. Bukit Asam Tbk.....	37
Tabel 3.2 Datasheet kabel N2XSY	43
Tabel 3.3 Spesifikasi Kabel Yang Digunakan	43
Tabel 3.4 Data Sistem Distribusi 20 kV	47
Tabel 4.1 Data Simulasi Sistem Distribusi 20 kV Tanpa Kapasitor Bank	52
Tabel 4.2 Data Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Kapasitor Bank	55

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 2 : Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3 : Surat Permohonan Pengambilan Data
- Lampiran 4 : Surat Pengantar Pengambilan Data dari Lembaga ke PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 5 : Surat Balasan Penerimaan Izin Pengambilan Data dari PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 6 : Surat Keterangan Telah Selesai Melaksanakan Pengambilan Data
- Lampiran 7 : Lembar Bimbingan Laporan Akhir di Sisak
- Lampiran 8 : Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 9 : Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 10 : Lembar Rekomendasi Sidang Laporan Akhir
- Lampiran 11 : Lembar Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 12 : Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 13 : Data Pengukuran *Konfigurasi Step Switching* Kapasitor Bank
- Lampiran 14 : Dokumentasi di Gedung Learning Center PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 15 : Dokumentasi Gedung Perawatan Listrik PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 16 : Dokumentasi Proses *Setting Power Analyzer*
- Lampiran 17 : Dokumentasi Proses Pemasangan *Power Analyzer*
- Lampiran 18 : Data Spesifikasi Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 19 : Data Nameplate Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 20 : Tata Letak Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 21 : Panel Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 22 : Panel Kontrol Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 23 : Panel *Outgoing* Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 24 : Tampilan Display Incoming PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 25 : Panel Distribusi 20 kV PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 26 : Data Spesifikasi Diameter Kabel yang Digunakan Kapasitor Bank
- Lampiran 27 : *Single Line Diagram* Kapasitor Bank PT. Bukit Asam Tbk
- Lampiran 28 : *Single Line Diagram* Simulasi Menggunakan ETAP