



**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KAPASITOR
BANK DENGAN METODE VARIASI VAR UNTUK
OPTIMALISASI SWITCHING KAPASITOR BANK**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ADRIAN GUSDIANA

41423110079

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025



**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KAPASITOR
BANK DENGAN METODE VARIASI VAR UNTUK
OPTIMALISASI *SWITCHING* KAPASITOR BANK**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : ADRIAN GUSDIANA

NIM : 41423110079

PEMBIMBING : Dr. Ir. Hendri, S.T., M.T

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama Adrian Gusdiana
NIM 41423110079
Program Studi Teknik Elektro
Judul Rancang Bangun Sistem Kontrol Kapasitansi Berdaya dengan Metode Variasi VAR Untuk Optimalisasi *Switching* Kapasitor Bank

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing Dr. Ir. Hendri, S.T., M.T. 0315017501

NIDN/NIDK/NIK

Ir. Imelda Uli Vistalina Simanjuntak,
S.T., M.T.

Ketua Penguji

6333761662237163

NIDN/NIDK/NIK

Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.

Anggota Penguji

0314089201 / 2146770671130403

NIDN/NIDK/NIK



Jakarta, 16-08-2025

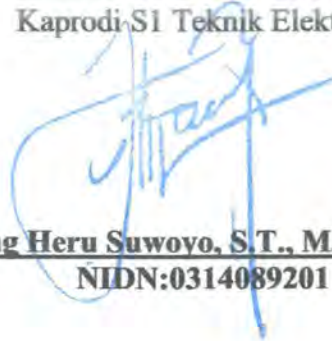
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Adrian Gusdiana**

NIM : **41423110079**

Program Studi : **Teknik Elektro**

Judul Tugas Akhir / Tesis

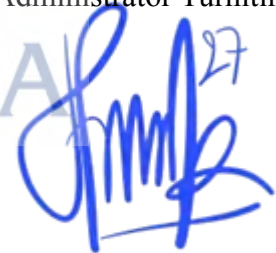
/ Praktek Keinsinyuran : **RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KAPASITOR BANK DENGAN METODE VARIASI VAR UNTUK OPTIMALISASI SWITCHING KAPASITOR BANK**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 16 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **14 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 16 Agustus 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	Adrian Gusdiana
N.I.M	41423110079
Program Studi	Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	Rancang Bangun Sistem Kontrol Kapasitor Bank Dengan Metode Variasi VAR Untuk Optimalisasi <i>Switching</i> Kapasitor Bank

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.



ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas tentang *Rancang Bangun Sistem Kontrol dengan Metode Variasi VAR untuk Optimalisasi Switching Kapasitor Bank*, yang bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem kontrol kapasitor bank dengan variasi kapasitas VAR agar *switching* dapat dilakukan lebih optimal dan efisien.

Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan sistem otomatis berbasis mikrokontroler Arduino yang terhubung dengan sensor PZEM-004T untuk memantau parameter daya seperti tegangan, arus, daya aktif, dan *power factor*. Sistem ini mengatur penyambungan kapasitor secara bertahap berdasarkan kebutuhan daya reaktif dari beban.

Pengambilan data dilakukan melalui pengujian langsung, dengan memantau perubahan *power factor* sebelum dan sesudah pemasangan sistem koreksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol yang dirancang mampu menyesuaikan penyambungan kapasitor sesuai kebutuhan daya reaktif secara *real-time*, sehingga perubahan *power factor* menjadi lebih halus dan stabil.

Dari hasil analisis, sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi energi, mengurangi risiko kondisi *leading power factor*, serta memberikan fleksibilitas dalam *switching* kapasitor bank. Sistem ini dinilai layak untuk diterapkan pada sistem kelistrikan berskala kecil hingga menengah.

Kata kunci: Kapasitor Bank, *Power Factor*, Arduino, Variasi VAR, Otomatisasi, PZEM004T



ABSTRACT

This final project discusses the Design and Implementation of a Control System Using VAR Variation Method for Optimizing Capacitor Bank Switching, which aims to design and analyze a capacitor bank control system with varying VAR capacities to enable more optimal and efficient switching.

In this study, an automatic control system was developed using an Arduino microcontroller connected to a PZEM-004T sensor to monitor electrical parameters such as voltage, current, active power, and power factor. The system regulates capacitor switching gradually based on the reactive power demand of the load.

Data collection was conducted through direct testing by observing changes in power factor before and after the installation of the correction system. The test results show that the designed control system is capable of adjusting the capacitor connection in real-time according to the reactive power requirement, resulting in smoother and more stable power factor correction.

Based on the analysis, the system contributes to improving energy efficiency, reducing the risk of a leading power factor condition, and providing flexibility in capacitor bank switching. The system is considered feasible for implementation in small to medium-scale electrical networks.

Keywords: Capacitor Bank, Power Factor, Arduino, VAR Variation, Automation, PZEM004T



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Kontrol dengan Metode Variasi VAR untuk Optimalisasi Switching Kapasitor Bank" dengan baik dan lancar.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang sangat membangun dalam penyusunan laporan ini.
3. Bapak M. Hafidz Ibnu Hajar, S.T., M.Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah mengarahkan jalannya pelaksanaan Tugas Akhir dengan baik.
4. Keluarga yang selalu memberikan dukungan moril dan materi, khususnya Dini Sulistyowati, Syafiq Hanif Permana, dan Shireen Almahyra Mecca.
5. Seluruh dosen dan pegawai Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
6. Seluruh pegawai dan karyawan di PT Chandra Asri yang telah memberikan banyak saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan laporan.
7. Teman-teman yang telah memberikan doa dan dukungannya kepada penulis.
8. Berbagai pihak yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan proyek akhir dan penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk

perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Cilegon, 31 Juli 2025

Adrian Gusdiana



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1	1
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	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terkait	4
2.2 Daya Listrik.....	6
2.3 Segitiga Daya	8
2.4 Faktor Daya.....	9
2.5 Pengoreksian Faktor Daya	10
2.6 Bank Kapasitor.....	10
2.7 Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	11
2.8 Sensor PZEM-004T	11
2.9 Sistem Switching Otomatis Kapasitor Bank.....	12
2.10 Prinsip Koreksi Faktor Daya Bertahap	12
BAB III.....	13

METODE PENELITIAN	13
3.1 Metode Penelitian.....	13
3.2 Studi Alir.....	14
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.4 Teknik Analisis	17
3.4.5 Bank Kapasitor (VAR Seragam).....	27
Gambar 3. 10 Grafik Tahap Kapasitor Bank Terhadap Nilai VAR (seragam) .	28
3.4.6 Koreksi Faktor Daya	28
Gambar 3. 11 Grafik Tahap 5 Kapasitor Bank.....	31
BAB IV	32
PEMBAHASAN	32
4.1 Pendahuluan	32
4.2 Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	32
4.3 Hasil Pengujian Logika Program	34
4.3.1 Perbandingan Metode Bank Kapasitor: Kondisi Awal dan Tujuan Pengujian	35
4.3.2 Metode Variasi VAR (1 μ F, 2 μ F, 4 μ F, 8 μ F).....	36
4.3.3 Metode VAR Seragam (5 μ F, 5 μ F, 5 μ F).....	41
4.4 Hasil Pengujian alat.....	46
4.5 Kesimpulan bab.....	56
BAB V.....	58
PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Daya	9
Gambar 3. 1 Studi Alir	14
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Usulan Alat	18
Gambar 3. 3 Blok Diagram Perangkat Keras	20
Gambar 3. 4 Sensor PZEM-004T	21
Gambar 3. 5 Arduino Mega 2560	21
Gambar 3. 6 AC-DC Konverter	22
Gambar 3. 7 Modul Relay 4 Channel	23
Gambar 3. 8 Kapasitor Kotak	23
Gambar 3. 9 Grafik Tahap Kapasitor Bank Terhadap Nilai VAR	27
Gambar 3. 10 Grafik Tahap 5 Kapasitor Bank	31
Gambar 4. 1 Serial Monitor	35
Gambar 4. 2 Variasi VAR ETAP (Beban 150 VA)	36
Gambar 4. 3 Grafik Variasi VAR (150VA)	38
Gambar 4. 4 Grafik Variasi VAR (factor daya) (150VA)	38
Gambar 4. 5 Variasi VAR ETAP (Beban 60 VA)	39
Gambar 4. 6 Grafik Variasi VAR (60VA)	40
Gambar 4. 7 Grafik Variasi VAR (factor daya) (60VA)	40
Gambar 4. 8 VAR Seragam ETAP (150 VA)	41
Gambar 4. 9 Grafik Variasi VAR (150VA)	42
Gambar 4. 10 Grafik VAR Seragam (factor daya) (150VA)	43
Gambar 4. 11 VAR Seragam ETAP (60 VA)	44
Gambar 4. 12 Grafik Variasi VAR (60 VA)	45
Gambar 4. 13 Grafik VAR Seragam (factor daya) (150VA)	46
Gambar 4. 14 Grafik Rata-Rata Error	50
Gambar 4. 15 Spesifikasi Beban Uji	51
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Faktor Daya	54
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Arus	55
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Daya Reaktifnya	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Perhitungan Nilai Kapasitor Bank dan Nilai VAR yang dihasilkan....	25
Tabel 4. 1 Tabel pengujian perangkat keras.....	33
Tabel 4. 2 Tabel Variasi KVAR (150VA)	37
Tabel 4. 3 Tabel Variasi KVAR (60VA)	39
Tabel 4. 4 VAR seragam (150 VA)	41
Tabel 4. 5 VAR seragam (60 VA)	44
Tabel 4. 6 Pembacaan Rancangan Alat Koreksi Faktor Daya	47
Tabel 4. 7 Pembacaan Digital Power Meter Schneider.....	47
Tabel 4. 8 Perhitungan Error Alat Rancangan Dengan Alat Uji.....	48
Tabel 4. 9 Rata-rata Error Pengukuran Alat Rancangan.....	49
Tabel 4. 10 Tabel spesifikasi alat.....	51
Tabel 4. 11 Pengujian Rancangan Alat Koreksi Faktor Daya	52
Tabel 4. 12 Pengaruh Pemasangan Alat Koreksi Faktor Daya Pada Beban Uji...	53

