



SKRIPSI

**ANALISIS PEMODELAN KAPASITOR BANK
UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS
DAYA PADA TURBIN ANGIN (STUDI KASUS
PLTB DI GEDUNG LAB TERPADU
UMSURABAYA)**

FAUZI HILAL ROMADHONI

NIM. 20221330006

DOSEN PEMBIMBING:

REYNANDA BAGUS WIDYO ASTOMO, S.T, M.T.

RUDI IRMAWANTO, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA**

2026



SKRIPSI

ANALISIS PEMODELAN KAPASITOR BANK UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS DAYA PADA TURBIN ANGIN (STUDI KASUS PLTB DI GEDUNG LAB TERPADU UMSURABAYA)

FAUZI HILAL ROMADHONI

NIM. 20221330006

DOSEN PEMBIMBING:

REYNANDA BAGUS WIDYO ASTOMO, S.T, M.T.

RUDI IRMAWANTO, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026

LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI

ANALISIS PEMODELAN KAPASITOR BANK UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS DAYA PADA TURBIN ANGIN (STUDI KASUS PLTB DI GEDUNG LAB TERPADU UMSURABAYA)

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:

Fauzi Hilal Romadhoni
NIM. 20221330006

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing :

1. Reynanda Bagus Widyo Astomo, S.T., M.T.

()

2. Rudi Irmawanto, S.T., M.T.

()

LEMBAR PENGUJI SKRIPSI

ANALISIS PEMODELAN KAPASITOR BANK UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS DAYA PADA TURBIN ANGIN (STUDI KASUS PLTB DI GEDUNG LAB TERPADU UMSURABAYA)

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:

Fauzi Hilal Romadhoni

NIM. 20221330006

Disetujui Oleh:

Dosen Penguji :

1. Reynanda Bagus Widyo Astomo, S.T., M.T.

(.....)

2. Winarno, S.T., M.T.

(.....)

3. Rudi Irmawanto, S.T., M.T.

(.....)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PEMODELAN KAPASITOR BANK UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS DAYA PADA TURBIN ANGIN (STUDI KASUS PLTB DI GEDUNG LAB TERPADU UMSURABAYA)

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun Oleh:

Fauzi Hilal Romadhoni

NIM. 20221330006

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Vipay Dharmawan., M. Ars.
NIDN. 07.2509.6402

Disetujui Oleh,
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T.
NIDN. 001.606.8101

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Fauzi Hilal Romadhoni

NIM : 20221330006

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya sendiri bukan hasil plagiasi, baik sebagian maupun keseluruhan. Bila dikemudian hari terbukti hasil plagiasi, maka saya menerima sanksi akademik sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, Januari 2026
Yang membuat pernyataan


(Fauzi Hilal Romadhoni)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kata pertama yang dapat peneliti ucapkan atas ungkapan rasa syukur peneliti kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat, karunia, taufik serta hidayah-Nya sehingga pada kesempatan ini peneliti dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Pemodelan Kapasitor Bank Untuk Meningkatkan Efektifitas Daya Pada Turbin Angin (Studi Kasus Pltb Di Gedung Lab Terpadu Umsurabaya)”

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan akademis program Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Surabaya. Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat di perlukan agar skripsi ini menjadi lebih baik.

Peneliti ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang mendukung terselesaikannya laporan skripsi ini baik secara moril serta materi. Karena tanpa adanya dukungan tersebut, peneliti tidak akan sampai menyelesaikan laporan skripsi ini

Untuk itu peneliti menyampaikan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Mundakir, S.Kep., Ns., M.Kep. FISQua., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
2. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M. Ars., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
3. Ibu Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan laporan skripsi.
4. Bapak Reynanda Bagus Widyo Astomo, S.T., M.T selaku dosen pembimbing utama yang telah menyetujui dan memberikan bimbingan dalam melakukan penelitian maupun penulisan laporan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu. Spesial dari peneliti juga ucapkan terimakasih

atas dedikasi beliau yang selalu sabar, terkenal cerdas, memberikan penjelasan secara bertahap sehingga mudah untuk dipahami dan ketulusan beliau dalam membimbing peneliti. Semoga adik – adik angkatan selanjutnya dapat memanfaatkan ilmu luar biasa yang diperoleh dari beliau dengan baik.

5. Bapak Rudi Irmawanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran dan masukan pada penelitian maupun dalam penulisan laporan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu. Spesial peneliti juga ucapkan terimakasih atas dedikasi beliau yang terkenal banyak pengalaman dan cerdas, semoga adik – adik angkatan selanjutnya dapat memanfaatkan ilmu luar biasa yang diperoleh dari beliau dengan baik.
6. Bapak dan ibu Dosen Pengajar serta Staff di lingkungan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang senantiasa memberikan pesan – pesan dan arahan yang menumbuhkan motivasi dalam penyusunan skripsi.
7. Kedua orang tua peneliti yang telah memberikan bantuan moril dan materi, yang tidak kenal lelah memberikan dukungan penuh kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan tepat waktu.
8. Adzkiya Haibatul Ulya yang telah memberikan dukungan dari awal penyusunan laporan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu.
9. Rekan – rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya, mahasiswa reguler angkatan 2019 – 2023, mahasiswa P2K angkatan 2022 di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah banyak membantu

selama proses perkuliahan, organisasi maupun membantu menemani dalam proses simulasi penelitian.

10. Semua pihak yang membantu menyelesaikan skripsi yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu

Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi peneliti dan rekan – rekan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, Januari 2026

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'F' followed by a series of loops and a horizontal stroke at the end.

Fauzi Hilal Romadhoni

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik berkelanjutan. Namun, kinerja sistem PLTB sangat dipengaruhi oleh fluktuasi kecepatan angin dan perubahan beban, yang dapat menyebabkan rendahnya faktor daya, meningkatnya daya reaktif, ketidakstabilan tegangan, serta tingginya rugi-rugi daya. Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya efisiensi dan keandalan sistem PLTB. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan kualitas daya melalui kompensasi daya reaktif menggunakan kapasitor bank. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap peningkatan faktor daya, penurunan daya reaktif, pengurangan arus sistem, serta penurunan rugi-rugi daya pada sistem PLTB. Penelitian dilakukan pada PLTB skala laboratorium di Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan menggunakan Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) sebagai generator utama. Sistem dilengkapi sensor Infrared FC-51 untuk pengukuran kecepatan putar turbin, sensor arus ZMCT103C, dan sensor tegangan ZMPT101B untuk pemantauan parameter kelistrikan secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebelum pemasangan kapasitor bank, sistem PLTB memiliki faktor daya sebesar 0,21, arus rata-rata 0,112 A, dan daya reaktif sebesar 0,820 VAR. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kapasitor bank dengan nilai kapasitansi sebesar 35,5 μF untuk mengompensasi daya reaktif sebesar 0,647 VAR. Setelah pemasangan kapasitor bank, faktor daya meningkat menjadi 0,66, arus menurun menjadi 0,025 A, dan daya reaktif berkurang menjadi 0,175 VAR. Analisis menunjukkan bahwa rugi-rugi daya sistem menurun hingga sekitar 95%, sehingga pemasangan kapasitor bank terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi, kestabilan, dan kualitas daya pada sistem PLTB.

Kata kunci: *PLTB, Kapasitor Bank, Faktor Daya*

ABSTRACT

The Wind Power Plants (PLTB) are one of the environmentally friendly renewable energy sources with significant potential to be developed as sustainable electricity generation systems. However, the performance of PLTB systems is highly influenced by wind speed fluctuations and load variations, which can lead to a low power factor, increased reactive power, voltage instability, and high-power losses. These conditions negatively affect the efficiency and reliability of PLTB systems. Therefore, efforts to improve power quality are required, one of which was through reactive power compensation with capacitor banks. This study aimed to analyze the effect of capacitor bank installation on improving power factor, reducing reactive power, decreasing system current, and minimizing power losses in a PLTB system. The research was conducted on a laboratory-scale PLTB at the Integrated Laboratory Building at Muhammadiyah University of Surabaya, utilizing a Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) as the main generator. The system was equipped with an FC-51 infrared sensor to measure turbine rotational speed, a ZMCT103C current sensor, and a ZMPT101B voltage sensor for real-time monitoring of electrical parameters. Experimental results indicated that prior to capacitor bank installation, the PLTB system exhibited a power factor of 0.21, an average current of 0.112 A, and reactive power of 0.820 VAR. Based on the calculations, a capacitor bank with a capacitance value of 35.5 μF was required to compensate for 0.647 VAR of reactive power. After the capacitor bank installation, the power factor increased to 0.66, the current decreased to 0.025 A, and the reactive power was reduced to 0.175 VAR. Further analysis indicated that system power losses decreased by approximately 95%, demonstrating that the application of a capacitor bank is effective in enhancing efficiency, stability, and overall power quality of the PLTB system.

Keywords: *Wind Power Plant, Capacitor Bank, Power Factor*

DAFTAR ISI

LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGUJI SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Energi Angin.....	9
2.2.2 Turbin Angin.....	13
2.2.3 Faktor Daya.....	17
2.2.4 Kapasitor Bank	25
2.2.5 Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG)	28

2.2.6	Sensor Infrared FC-51.....	31
2.2.7	Sensor Arus ZMCT103C	32
2.2.8	Sensor Tegangan ZMPT101B.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Jadwal Penelitian	35
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
3.3	Metode Penelitian	37
3.4	Flowchart Penelitian	38
3.5	Perancangan Sistem	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Gambaran Umum Pengujian Sistem	43
4.2	Kalibrasi Sensor Pada Sistem	44
4.2.1	Kalibrasi Sensor Infrared FC-51	44
4.2.2	Kalibrasi Sensor Arus ZMCT103C	48
4.2.3	Kalibrasi Sensor Tegangan ZMPT101B	51
4.3	Hasil Uji Coba Sistem.....	54
4.3.1	Hasil Pengukuran Sistem Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank.....	54
4.3.2	Penentuan Nilai Kapasitansi Kapasitor Bank	60
4.3.3	Hasil Pengukuran Sistem Setelah Pemasangan Kapasitor Bank.....	61
4.3.4	Perbandingan Sistem Kondisi Tanpa Beban dan Berbeban	67
4.4	Analisa Rugi – Rugi Daya	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		73
5.1	Kesimpulan	73

5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN.....		79
Lampiran 1.	Kartu Kendali Bimbingan Skripsi	79
Lampiran 2.	Hasil Evaluasi Ujian Skripsi	80
Lampiran 3.	Endorsement Letter.....	83
Lampiran 4.	Surat Keterangan Bebas Pinjam.....	84
Lampiran 5.	Bukti Bebas Plagiasi	85
Lampiran 6.	Dokumentasi Sidang Skripsi.....	95
Lampiran 7.	Riwayat Hidup Penulis	96
Lampiran 8.	Data Pengukuran Sistem	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta rupa bumi Indonesia berdasarkan kecepatan angin rata-rata	12
Gambar 2. 2 Turbin Angin	13
Gambar 2. 3 Turbin angin sumbu horizontal (TASH)	15
Gambar 2. 4 Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	15
Gambar 2. 5 Faktor Daya Lagging	20
Gambar 2. 6 Faktor Daya Leading	20
Gambar 2. 7 Segitiga Perbaikan Faktor Daya.....	22
Gambar 2. 8 Kapasitor Bank	25
Gambar 2. 9 Desain PMSG	28
Gambar 2. 10 Kontruksi PMSG.....	29
Gambar 2. 11 Tampilan Melintang dari PMSG radial	30
Gambar 2. 12 Sensor Infrared FC-51	31
Gambar 2. 13 Sensor Arus ZMCT103C	32
Gambar 2. 14 Sensor Tegangan ZMPT101B	33
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	38
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem.....	40
Gambar 4. 1 Sistem Turbin Angin untuk Pengujian	43
Gambar 4. 2 Pengambilan Data RPM Sensor IR FC-51 dengan Alat Ukur Tachometer.....	44
Gambar 4. 3 Peta Kondisi Angin pada Lokasi Pengujian	45
Gambar 4. 4 Grafik Kecepatan Angin Berdasarkan Waktu	45
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan RPM Sensor IR FC-51 dan RPM Tachometer.....	47

Gambar 4. 6 Pengambilan Data Arus Sensor ZMCT103C dengan Alat Ukur Amperemeter.....	48
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan Arus ZMCT103C dan Arus Amperemeter.....	50
Gambar 4. 8 Pengambilan Data Tegangan Sensor ZMPT101B dengan Alat Ukur Multimeter	51
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan Tegangan ZMPT101B dan Tegangan Multimeter.....	53
Gambar 4. 10 Dokumentasi Pengujian Sistem Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank.....	54
Gambar 4. 11 Single Line Diagram Sistem Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank	55
Gambar 4. 12 Dokumentasi Pengujian Sistem Setelah Pemasangan Kapasitor Bank dan Foto Nameplate Kapasitor yang digunakan	62
Gambar 4. 13 Single Line Diagram Sistem Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	62
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Arus dan Faktor Daya Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelas Angin dan Kecepatan Angin	11
Tabel 2. 2 Kategori Laju Angin	12
Tabel 2. 3 Jenis Turbin Angin Berdasarkan Kapasitas.....	16
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	35
Tabel 4. 1 Pengambilan Data RPM Sensor IR FC-51 dan RPM Tachometer	46
Tabel 4. 2 Pengambilan Data Arus Sensor ZMCT103C dan Arus Amperemeter.....	49
Tabel 4. 3 Pengambilan Data Tegangan Sensor ZMPT101B dan Tegangan Multimeter.....	52
Tabel 4. 4 Pengukuran Awal Sistem Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank	55
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Daya Semu dan Faktor Daya Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank.....	57
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Daya Reaktif Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank	59
Tabel 4. 7 Pengukuran Awal Sistem Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	63
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Daya Semu dan Daya Reaktif Setelah Pemasangan Kapasitor Bank.....	65
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Faktor Daya Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	66
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Sistem Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Tanpa Beban.....	68
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Sistem Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Berbeban	68

Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Sistem Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Tanpa Beban.....	69
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Sistem Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Berbeban	70