

TUGAS AKHIR
ANALISIS PEMERANGKAN KAPASITOR BANK
UNTUK MENINGKATKAN NILAI FAKTOR DAYA PADA SISTEM
KELISTRIKAN DI RUMAH POMPA PA. JEMUR SARI PRAPEN
KOTA SURABAYA



Disusun Oleh :

TEGUH BAYU SAPUTRA
1452100038

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2025

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK
UNTUK MENINGKATKAN NILAI FAKTOR DAYA PADA SISTEM
KELISTRIKAN DI RUMAH POMPA PA. JEMUR SARI PRAPEN
KOTA SURABAYA**



Disusun Oleh:

TEGUH BAYU SAPUTRA

1452100038

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : Teguh Bayu Saputra
NBI : 1452100038
FAKULTAS : TEKNIK
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
JUDUL : "ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK UNTUK
MENINGKATKAN NILAI FAKTOR DAYA PADA SISTEM
KELISTRIKAN DI RUMAH POMPA PA JEMUR SARI
PRAPEN KOTA SURABAYA"

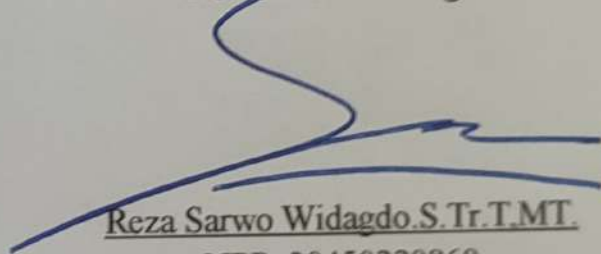
Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Ir. Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450.11.0601

Dosen Pembimbing 2



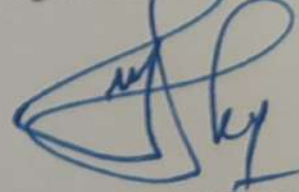
Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T.MT.
NPP. 20450220860

Mengetahui,



Dr. Ir. Sajyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Teguh Bayu Saputra

NBI : 1452100038

Program Studi : Teknk Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:
**“ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK UNTUK
MENINGKATKAN NILAI FAKTOR DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN
DI RUMAH POMPA PA. JEMUR SARI PRAPEN KOTA SURABAYA”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 20 Juni 2025

Yang Menyatakan



Teguh Bayu Saputra
NBI. 1452100038



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Teguh Bayu Saputra
NBI/NPM : 1452100038
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas akhir

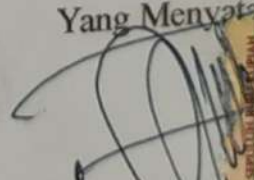
Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

“ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK UNTUK MENINGKATKAN NILAI FAKTOR DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN DI RUMAH POMPA PA. JEMUR SARI PRAPEN KOTA SURABAYA”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 19 Februari 2025.

Yang Menyatakan


Teguh Bayu

NBI. 1452100038



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi perbaikan faktor daya ($\cos \phi$) pada instalasi listrik rumah pompa P.A Prapen Kota Surabaya guna mengurangi biaya denda akibat kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) yang dikenakan oleh PLN. Berdasarkan data awal, rumah pompa memiliki faktor daya sebesar 0,70 dengan daya aktif sebesar 707,95 kW, yang menyebabkan konsumsi daya reaktif yang tinggi dan mengakibatkan denda rata-rata hingga Rp 31 juta per bulan. Dengan menggunakan perangkat lunak ETAP 19.0.1, dilakukan simulasi penambahan kapasitor bank untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,95. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan kompensasi daya reaktif sebesar 488,485 kVAr, dengan total kapasitansi sekitar 9507,8 μ F. Setelah pemasangan kapasitor bank, konsumsi daya reaktif turun signifikan, dan rumah pompa tidak lagi dikenakan denda. Perhitungan ekonomis menunjukkan bahwa pengembalian investasi (payback period) terjadi dalam waktu 3–5 bulan, tergantung pada beban harian aktual. Dengan pemasangan kapasitor bank senilai Rp 158.137.000, penghematan biaya listrik mencapai lebih dari Rp 372 juta per tahun. Oleh karena itu, perbaikan faktor daya terbukti sebagai solusi teknis dan ekonomis yang efektif untuk mengoptimalkan efisiensi energi dan mengurangi beban biaya operasional pada instalasi rumah pompa.

Kata kunci: faktor daya, kapasitor bank, daya reaktif, denda PLN, ETAP, efisiensi energi, rumah pompa.

ABSTRAK

This study aims to analyze and evaluate power factor ($\cos \phi$) improvement in the electrical installation of the P.A Prapen pump house in Surabaya City in order to reduce penalty costs due to excess reactive power (kVArh) consumption imposed by PLN (State Electricity Company). Based on initial data, the pump house had a power factor of 0.70 with an active power of 707.95 kW, leading to high reactive power consumption and an average penalty cost of up to IDR 31 million per month. Using ETAP 19.0.1 software, a simulation of capacitor bank installation was conducted to raise the power factor to 0.95. Calculation results showed a required reactive power compensation of 488.485 kVAr, with a total capacitance of approximately 3169.2 μ F. After the capacitor bank installation, reactive power consumption significantly decreased, and the pump house was no longer subjected to penalties. Economic calculations indicated a payback period of 3–5 months depending on actual daily loads. With a capacitor bank investment of IDR 158,137,000, annual electricity cost savings reached over IDR 372 million. Therefore, improving the power factor is proven to be an effective technical and economical solution to optimize energy efficiency and reduce operational costs in pump house installations.

Keywords: power factor, capacitor bank, reactive power, PLN penalty, ETAP, energy efficiency, pump house.

KATA PENGANTAR

Puji syukur hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayahnya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Meningkatkan Nilai Faktor Daya Pada Sistem Kelistrikan Di Rumah Pempa Pa. Jemur Sari Prapen Kota Surabaya** ” dapat terselesaikan. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan kuliah di Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan untuk memperoleh Gelar Sarjana,

Dalam menyusun laporan ini saya banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini saya mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberi kemudahan dan kelancaran serta rahmat-Nya selama pelaksanaan kerja praktek hingga selesai.
2. Kedua orang tua, yang telah memberikan restu serta dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Andi Candra Septaprasya, ST, MT NIP:198409142009021009 selaku koordinator pembimbing lapangan dan Bapak Leo Adi Prasetyo, S.T serta Pak Purwo Mariono, S.E dan pak Jepri Tri Admoko, S.T. selaku pembimbing lapangan di Dinas Sumber Daya Air Dan Bina Marga Surabaya -Jawa Timur.
4. Seluruh staff bidang SARPRAS terutama Tim ME Dinas Sumber Daya Air Dan Bina Marga Surabaya-Jawa Timur.
5. Bapak Puji Slamet, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro dan Dosen Pembimbing utama tugas akhir Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.TrT., M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Dan semua pihak yang telah membantu.

Kami menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan belum sempurna, untuk itu kritik dan saran pembaca kami perlukan dalam penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi kami pribadi dan pembaca, khususnya Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro.

Surabaya, 20 Juni 2025

Teguh Bayu Saputra

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	II
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	III
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	IV
ABSTRAK.....	V
ABSTRAK.....	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL.....	XIII
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Kontribusi Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Daya listrik	6
2.2.1 Daya aktif.....	7
2.2.2 Daya reaktif.....	8
2.2.3 Daya Semu	9
2.3 Faktor Daya	9
2.4 Sifat Faktor Daya.....	10

A. Faktor Daya Unity	11
B. Faktor Daya Mendahului (Leading)	11
C. Faktor Daya Terbelakang (lagging)	12
2.5 Sifat-sifat Beban	12
A. Beban Bersifat Resistif	12
B. Beban yang bersifat induktif	13
C. Beban bersifat kapasitif	13
2.6 Perbaikan Faktor Daya	14
2.7 Pengertian Kapasitor Bank	14
2.8 Komponen-Komponen Utama Yang Terdapat Pada Panel Kapasitor	16
2.9 Metode Pemasangan Kapasitor	19
A. Global Compensation	19
B. Group Compensation	20
C. Individual Compensation	20
2.10 Proses Kerja Kapasitor	21
2.11 Pengukuran Faktor daya (Cosphi)	22
2.12 Perhitungan Perbaikan Faktor Daya	23
2.13 Software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program)	25
2.14 Optimal Capacitor Placement Software ETAP (Electrical Transient and Analysis Program)	26
BAB III	27
METODE PENELITIAN	27
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Diagram alir	28
3.3 Perencanaan pengambilan data dan pengukuran	29
Penelitian yang akan dilakukan sesuai metodologi penelitian akan	29
3.4 Sumber data	29
3.5 Pemodelan Single Line Diagram	31
3.6 Pengukuran beban pada rumah pompa	32

3.7 Perhitungan besar nilai daya reaktif dan nilai apasitansi Kapasitor Bank pada rumah pompa.....	34
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Analisis faktor daya awal	37
4.2 Perhitungan perbaikan nilai faktor daya 0,85.....	37
4.3 Perhitungan perbaikan nilai faktor daya 0,95 untuk analisis menggunakan ETAP.....	39
4.4 Analisa Pemasangan Kapasitor bank menggunakan ETAP 19.0.1	40
A. Simulasi Etap 19.0.1 sebelum kompensasi faktor daya 0,70.....	41
B. Simulasi Etap 19.0.1 setelah kompensasi faktor daya 0,95	44
4.5 Pembahasan hasil perhitungan dan simulasi Etap 19.0.1	47
4.6 Perkiraan potensi penghematan biaya energi listrik	55
BAB V.....	57
KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga Daya.....	7
Gambar 2.2 Arus sephasa dengan tegangan	11
Gambar 2.3 Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ	11
Gambar 2.4 Faktor daya “leading”.....	11
Gambar 2.5 Arus tertinggal dari tegangan sebesar sudut	12
Gambar 2.6 Faktor daya “lagging”	12
Gambar 2.7 Rangkaian beban resistif.....	13
Gambar 2.8 Rangkaian beban induktif	13
Gambar 2.9 Rangkaian beban kapasitif.....	14
Gambar 2.10 Prinsip Perbaikan faktor daya.....	14
Gambar 2.11 Load break switch(LBS)	16
Gambar 2.12 Main Circuit Breaker (MCB).....	17
Gambar 2.13 Magnetic Contactor Magnetic.....	17
Gambar 2.14 Kapasitor bank	18
Gambar 2.15 Reactiv power regulator.....	18
Gambar 2.16 Global Compensation.....	19
Gambar 2.17 Group Compensation	20
Gambar 2.18 Individual Compensation.....	21
Gambar 2.19 Perbedaan Konsumsi Daya Reaktif Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor	22
Gambar 2.20 CLAMP METER HIOKI CM3286-01.....	23
Gambar 2.21 Pengukuran 3 phase	23
Gambar 2.22 Prinsip Perbaikan Faktor Daya	24
Gambar 3. 1 Diagram alir proposal tugas akhir.....	28
Gambar 3. 2 Single Line diagram sebelum pemasangan kapasitor	31
Gambar 3. 3 Single Line Diagram sesudah pemasangan kapasitor bank	32
Gambar 4.1 simulasi SLD sebelum kompensasi.....	41
Gambar 4.2 SLD setelah kompensasi faktor daya.....	44
Gambar 4.3 Grafik perbandingan simulasi pada bus I sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank.....	48
Gambar 4.4 Grafik perbandingan simulasi pada bus 6,7,8,9 sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank.....	49
Gambar 4.5 simulasi 2 pompa sludge 1 kapasitor bank.....	50
Gambar 4.6 Simulasi 2 pompa sludge 1 pompa Banjir 2 kapasitor bank	51
Gambar 4.7 simulasi 2 pompa sludge 1 pompa banjir dengan 5 kapasitor bank	52

Gambar 4.8 Nilai faktor daya, daya semu dan arus pada bus 8	52
Gambar 4.9 Simulasi 2 pompa sludge 2 pompa banjir 9 step kapasitor bank	53
Gambar 4.10 simulasi beban penuh dengan 12 step kapasitor bank.....	54
Gambar 4.11 Simulasi pengurangan 1 beban pompa banjir	55
Gambar 5. 1 Pengukuran pompa sludge 1 dan 2	66
Gambar 5. 2 Pengukuran pompa banjir no 1	66
Gambar 5. 3 Pengukuran Pompa Banjir No 2	66
Gambar 5. 4 Pengukuran Pompa Banjir No 2	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tahapan dan durasi pengerjaan penelitian	29
Tabel 3. 2 Data sumber tenaga listrik PLN pada rumah pompa	30
Tabel 3. 3 Data Genset Pada rumah pompa	30
Tabel 3. 4 Data Transformator Pada rumah pompa	30
Tabel 3. 5 Data beban seluru rumah pompa.....	31
Tabel 3. 6 Pengukuran beban pompa	33
Tabel 3. 7 Cosphi untuk menentukan pengali setiap kw beban	34
Tabel 3. 9 tagihan kvarh bulan mei dan September 2024	37
Tabel 4. 1 Data simulasi bus 1 sebelum kopensasi	42
Tabel 4. 2 Data simulasi masing-masing bus.....	42
Tabel 4. 3 Data beban sebelum kopensasi	43
Tabel 4. 4 Data simulasi bus 1 setelah kopensasi perbaikan factor daya.....	45
Tabel 4. 5 Data simulasi masing-masing bus.....	45
Tabel 4. 6 Data simulasi beban setelah kompensasi	46