

**PERANCANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI MEDIA UNTUK
PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA GEDUNG D-FPTK UPI**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia



Oleh:

Fikri Adiansyah

E. 5051. 1900819

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
KOTA BANDUNG
2023**

**PERANCANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI MEDIA UNTUK
PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA GEDUNG D-FPTK UPI**

Oleh

Fikri Adiansyah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik elektro pada program studi S1 teknik elektro

© Fikri Adiansyah

Universitas Pendidikan Indonesia

Juni 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, *difotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

FIKRI ADIANSYAH

**PERANCANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI MEDIA UNTUK
PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA GEDUNG D-FPTK UPI**

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. I Wayan Ratnata, S.T., M.Pd.

NIP. 195802141 198603 1 002

Dosen Pembimbing II



Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T.

NIP. 19700808 199702 1 001

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D.

NIP. 19770908 200312 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**PERANCANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI MEDIA UNTUK PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA GEDUNG D-FPTK UPI**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan tersebut, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya ilmiah saya ini.

Bandung, 2 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Fikri Adiansyah

Nim: 1900819

ABSTRAK

Dalam proses penyaluran energi listrik terdapat beberapa kendala seperti jatuhnya tegangan, faktor daya yang rendah, dan rugi daya akibat dari pemakaian beban-beban induktif, dimana beban-beban induktif ini akan semakin meingkat seiring dengan peningkatan fungsionalitas kegiatan dalam gedung D-FPTK UPI kerugian-kerugian tersebut akan berakibat pada pembayaran energi listrik yang cukup besar karena denda kVAR yang tinggi akibat nilai $\cos \phi$ gedung tersebut kurang dari 0,86 (standar PLN). Cara untuk mengatasinya yaitu dengan pemasangan kapasitor bank sesuai dengan kebutuhan kompensasi yang diperlukan. Dalam project perancangan kali ini gedung D-FPTK UPI memiliki daya terpasang sebesar 526,5kVA hal itu didapatkan berdasarkan nilai MCCB terpasang pada MDP FPTK tersebut, untuk analisis beban dilakukan peramalan beban dimasa depan berdasarkan perencanaan alat-alat listrik yang akan terpasang di setiap ruang dan spesifikasi nilai daya aktif nominal dan nilai $\cos \phi$ tiap—tiap alat tersebut. Hasil dari analisis beban secara keseluruhan apabila beban aktif 100% gedung tersebut akan menyerap daya aktif sebesar 353,7kW, dan daya reaktif induktif sebesar 278,35kVAR dengan terpasangnya inverter PV yang mampu mensuplai kompensasi daya reaktif induktif akan sedikit dinetralisir sebesar 25kVAR karena inverter tersebut memberikan daya reaktif kapasitif secara kontinyu dan hasil akhir daya reaktif induktif itu sebesar 253,36kVAR, dari data adanya inverter tersebut nilai $\cos \phi$ gedung masih jauh dari sempurna yaitu 0,81 sehingga masih diperlukan kompensasi daya reaktif kapasitif sebesar 165kVAR untuk mencapai $\cos \phi$ target sebesar 0,97. Dari hasil tersebut perencanaan perancangan kapasitor bank dilakukan dengan membandingkan simulasi perbaikan faktor daya pada pengujian 6 dan 12 step (didasari atas ketersediaan power factor controller dipasaran) berdasarkan kehalusan step (nilai daya aktif yang dikonsumsi) dengan menggunakan simulasi pengujian simulink pada software matlab, pengujian dilakukan pada presentase penggunaan beban total (daya aktif dan daya reaktif) sebesar 100%, 13%, 15%, 30%, 40% hasil akhir menunjukkan penggunaan 12 step akan lebih mumpuni dimana akan melakukan kompensasi daya reaktif hingga mencapai target $\cos \phi$ 0,97 dengan penggunaan daya aktif yang lebih efisien.

Kata Kunci: daya reaktif, kapasitor bank, faktor daya

ABSTRACT

In the process of distributing electrical energy there are several obstacles such as voltage drops, low power factor, and power losses due to the use of inductive loads, where these inductive loads will increase along with the increase in the functionality of activities in the D-FPTK UPI building. this loss will result in a fairly large payment for electricity due to high kVAR fines due to the building's cos phi value of less than 0.86 (PLN standard). The way to overcome this is by installing a capacitor bank in accordance with the required compensation needs. In this design project, the D-FPTK UPI building has an installed power of 526.5kVA. This was obtained based on the MCCB value installed on the MDP FPTK. For load analysis, future load forecasting is carried out based on the planning of electrical equipment to be installed in each room and specification of the nominal active power value and cos phi value of each of these devices. The results of the overall load analysis when the active load is 100% the building will absorb an active power of 353.7kW, and an inductive reactive power of 278.35kVAR with the installation of a PV inverter capable of supplying inductive reactive power compensation will be slightly neutralized by 25kVAR because the inverter provides continuous capacitive reactive power and the final result of inductive reactive power is 253.36kVAR, from the data of the inverter, the building's cosphi value is still far from perfect, namely 0.81, so capacitive reactive power compensation of 165kVAR is still needed to achieve the cosphi target of 0,97. From these results the design of the capacitor bank design is carried out by comparing the simulation of power factor improvement in the 6 and 12 step tests (based on the availability of power factor controllers in the market) based on the smoothness of the step (the value of the active power consumed) using a simulink test simulation on the Matlab software, the test is carried out at the percentage of total load usage (active power and reactive power) of 100%, 13%, 15%, 30%, 40% the final results show the use of 12 steps will be more qualified which will compensate reactive power until it reaches the cosphi target of 0.97 with more efficient use of active power.

Keywords: reactive power, capacitor bank, power factor.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah Subhana Wata'ala atas limpahan rahmat dan karuniannya baik berupa iman dan islam terlebih lebih rahmat kesehatan yang penulis dapatkan sehingga walaupun dengan susah payah tulisan ini dapat terselesaikan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar sarjana pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Kota Bandung. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“PERANCANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI MEDIA UNTUK PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA GEDUNG D-FPTK UPI”**.

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, yang selalu sabar dan setia dalam memberikan support untuk menyelesaikan kuliah tepat waktu.
2. Bapak Dr. Maman Soemantri, S.Pd., M.T. selaku ketua KBK Teknik Tenaga Elektrik Departemen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia
3. Bapak Dr. I Wayan Ratnata, S.T., M.Pd. selaku pembimbing I yang telah memberikan wawasan dan arahan terkait dengan teknikal riset, planing rancangan, dan rekomendasi rancangan skripsi sehingga penulis memiliki gambaran lebih detail mengenai project yang dikerjakan dalam penelitian skripsi.
4. Bapak Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan pilihan proyek yang akan dikerjakan dan rekomendasi proyek-proyek berdasarkan ketersediaan data serta rancangan penulisan skripsi.
5. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah memberikan arahan dan persetujuan rancangan skripsi.
6. Bapak Atang yang selalu membantu dalam pembuatan surat menyurat kepada pihak fakultas pendidikan teknik dan kejuruan sebagai syarat

administrasi dalam melakukan penelitian di lingkungan kampus Universitas Pendidikan Indonesia.

7. Bapak Devi selaku SPV Electrical PT. Adhi Karya dalam pembangunan gedung D-FPTK UPI dalam memberikan bantuan data beban terpasang dan pengukuran beberapa alat-alat listrik gedung.
8. Drs. Ahmad Tajudin, M.A.P selaku kepala biro sarana dan prasarana UPI dalam memberikan bantuan data ruang tiap-tiap lantai gedung D-FPTK UPI dalam pengerjaan perencanaan beban yang akan terpasang dimasa depan.
9. Segenap Bapak dan Ibu dosen Departemen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia.
10. Teman-teman syekhte (rafly, yusril, zulfan, farhan, gilang, heru, ikhsan, indra, joseph, razzan, rizky, robi, shafwan) yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
11. Segenap teman-teman Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Khususnya Jurusan Teknik Elektro yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan dan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat berharap kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Bandung, 28 Mei 2023



Fikri Adiansyah

NIM. 1900819

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Metode Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Daya dan Faktor Daya Listrik.....	5
2.2.1 Daya.....	5
2.2.2 Faktor Daya.....	7
2.2. Beban Listrik.....	8
2.2.1. Beban Resitif.....	8
2.2.2. Beban Induktif.....	9
2.2.3. Beban Kapasitif.....	10
2.3. Kapasitor Bank.....	11
2.3.1. Pengertian Kapasitor Bank.....	11
2.3.1.1. Faktor Hambatan Saluran Penghantar (Kabel).....	12
2.3.1.2. Faktor Beban/Peralatan Listrik	12
2.3.2. Prinsip Kerja Kapasitor Bank.....	13
2.3.3. Rangkaian Kapasitor.....	14
2.3.3.1. Kapasitor Rangkaian Seri.....	15
2.3.3.2. Kapasitor Rangkaian Shunt (Pararel).....	18

2.3.4. Metode Kompensasi Daya.....	19
2.3.4.1. Kompensasi Tetap.....	20
2.3.4.2. Kompensasi Otomatis.....	20
2.3.5. Metode Rancang Pasang Instalasi Kapasitor Bank pada Gedung.....	20
2.3.5.1. Secara Umum (Global).....	20
2.3.5.2. Secara Sektoral.....	21
2.3.5.3. Secara Satuan (Individual).....	21
2.4 Perhitungan Daya Reaktif.....	21
2.4.1 Metode Perhitungan Umum.....	21
2.4.2 Metode Tabel Kompensasi.....	22
2.4.3 Metode Diagram.....	22
2.4.4 Metode Kuitansi PLN.....	23
2.4.5 Metode Segitiga Daya.....	23
2.5 Komponen Panel Kapasitor Bank untuk Listrik Gedung.....	23
2.5.1. Box Panel/Enclosure.....	23
2.5.2. Main Breaker Switch.....	23
2.5.3. Kapasitor Breaker.....	24
2.5.4. Kapasitor Bank.....	24
2.5.5. Magnetic Contactor (MC).....	24
2.5.6. Power Factor Controller (PFC) atau Reactive Power Regulator (RPR).....	25
2.6. Penelitian Yang Relevan.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1. Desain Penelitian.....	27
3.2. Tempat Penelitian.....	27
3.3. Prosedur Penelitian.....	27
3.4. Metode Pengumpulan Data.....	29
3.5. Analisis Data.....	29
3.5.1. Beban LT. Basement (SDP-LG).....	30
3.5.2. Beban LT. 1 (SDP-1).....	30
3.5.3. Beban LT. 2 (SDP-2).....	31

3.5.4. Beban LT. 3 (SDP-3).....	31
3.5.5. Beban LT.4 (SDP-4).....	32
3.5.6. Beban LT.5 (SDP-5).....	32
3.5.7. Beban LT.6 (SDP-6).....	33
3.5.8. Beban LT.7 (SDP-7).....	33
3.5.9. Beban PP-OU.....	34
3.5.10. Beban PP-LF.....	34
3.6. Langkah Perancangan Kapasitor Bank.....	34
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Rekapitulasi Daya Reaktif.....	35
4.1.1. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai Basement....	40
4.1.2. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 1.....	40
4.1.3. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 2.....	40
4.1.4. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 3.....	41
4.1.5. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 4.....	41
4.1.6. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 5.....	41
4.1.7. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 6.....	42
4.1.8. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai 7.....	42
4.1.9. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Lantai Atap.....	42
4.1.10. Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Secara Keseluruhan.....	42
4.2. Perancangan Step Kapasitor Bank.....	45
4.2.1. Susunan Step.....	45
4.2.2. Perhitungan dengan Simulink Matlab.....	46
4.3. Perancangan Kapasitor Bank	48
4.3.1. Menghitung MCCB dan Kapasitas Kontaktor tiap Step Kapasitor bank.....	49
4.3.2. Menghitung MCCB Suplai Kapasitor Bank.....	50
4.3.3. Menghitung Luas Penampang Kabel MDP→Kapasitor Bank..	50
4.3.4. Wiring dan Penempatan Kapasitor Bank.....	51
4.3.5. Perancangan Sistem Control dan Power Factor Regulator Kapasitor Bank.....	51

4.3.6. Wiring Instalasi Kapasitor Bank.....	56
4.3.7. Rancangan Kapasitor Bank dan Datasheetnya.....	57
4.4. Tampilan Akhir dalam PHB.....	59
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Implikasi.....	60
5.3. Rekomendasi.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rencana Beban Listrik PP setiap lantai gedung D-FPTK.....	36
Tabel 4.2 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT. Basement.....	40
Tabel 4.3 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.1.....	40
Tabel 4.4 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.2.....	40
Tabel 4.5 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.3.....	41
Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.4.....	41
Tabel 4.7 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.5.....	41
Tabel 4.8 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.6.....	42
Tabel 4.9 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.7.....	42
Tabel 4.10 Rekapitulasi Kebutuhan Kompensasi Daya Reaktif Kapasitif LT.Atap.....	42
Tabel 4.11 Rekapitulasi beban keseluruhan gedung D-FPTK UPI.....	43
Tabel 4.13 Susunan step kapasitor bank 6 dan 12 step.....	46
Tabel 4.14 Perbandingan hasil simulasi simulink terhadap konsumsi daya aktif pada operasi kapasitor bank 6 step dan 12 step.....	52
Tabel 4.15 Datasheet perancangan kapasitor bank gedung D-FPTK.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga daya.....	7
Gambar 2.2 Gelombang AC pada beban resitif.....	9
Gambar 2.3 Vektor Arus dan Tegangan pada beban resitif.....	9
Gambar 2.4 Rangkaian Induktif Gelombang AC.....	10
Gambar 2.5 Vektor Arus dan Tegangan pada beban Induktif.....	10
Gambar 2.6 Rangkaian Kapasitif Gelombang AC.....	10
Gambar 2.7 Vektor Arus dan Tegangan Pada Beban Kapasitif.....	11
Gambar 2.8 Konstruksi Kapasitor.....	11
Gambar 2.9 Segitiga Daya.....	12
Gambar 2.10 Prinsip kerja sebuah kapasitor.....	14
Gambar 2.11 Rangkaian kapasitansi hubungan seri.....	15
Gambar 2.12 Rangkaian sistem listrik dengan susunan kapasitor seri dan diagram vektor dari rangkaian.....	17
Gambar 2.13 (A) diagram vektor sebelum pemasangan kapasitor seri, (B) diagram vektor setelah pemasangan kapasitor seri.....	18
Gambar 2.14 hubungan kapasitor shunt (pararel).....	19
Gambar 2.15 diagram daya untuk menentukan daya kapasitor.....	22
Gambar 3.1 Flow Chart Perencanaan dan pembuatan Alat Perbaikan Faktor Daya.....	28
Gambar 3.2 Wiring Pengelompokan beban perantai.....	30
Gambar 4.1 Sistem distribusi listrik FPTK Baru.....	35
Gambar 4.2 Pengukuran daya pada MDP gedung D-FPTK.....	44
Gambar 4.3 Rancangan sistem simulasi kapasitor bank.....	46
Gambar 4.4 Rangkaian Pengkalkulasi.....	47
Gambar 4.5 Diagram Satu garis lengkap kapasitor bank.....	51
Gambar 4.6 Wiring Power Factor Controller Kapasitor Bank 12 Step.....	52
Gambar 4.7 Tampilan Power Factor Controller Schneider 12 Step.....	52
Gambar 4.8 Wiring Control Selector Auto Manual Kapasitor Bank.....	54
Gambar 4.9 Wiring diagram 3 phasa Kapasitor Bank.....	56
Gambar 4.10 Instalasi Material Kapasitor Bank.....	57
Gambar 4.11 Hasil Rancangan Kapasitor Bank.....	59

DAFTAR PUSTAKA

- Alland, Khadafi, and Efrita Arfah Z. 2013. “Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line Mess I Di Pt. Bumi Lamongan Sejati (Wbl).” *Jurnal Teknik Elektro* 2(1): 29–35.
- Al Amin, M Saleh. 2020. “Peranan Kapasitor Pada Pembangkitan Tegangan Generator Induksi Satu Fasa.” *Jurnal Ampere* 4(1): 241.
- Dani, Ahmad, and Muhammad Hasanuddin. 2018. “Perbaikan Faktor Daya Sebagai Kompensator Daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni).” *Seminar Nasional Royal (SENAR)* 998(September): 673–78.
<https://jurnal.stmikroyal.ac.id/index.php/senar/article/download/268/211>.
- Jumadi, and Juara Mangapul Tambunan. 2015. “Analisis Pengaruh Jenis Beban Listrik Terhadap Kinerja Pemutus Daya Listrik Di Gedung Cyber Jakarta.” *Jurnal Energi & Kelistrikan* 7(2): 108–17.
- Margiono Abdillah. 2017. *MERAKIT KAPASITOR BANK UNTUK JARINGAN LISTRIK*. 2nd ed. ed. Listron Surya Teknik. YAYASAN KEMAJUAN TEKNIK.
- Meier, Alexandra von. 2006. *Systems Systems*.
- Ndikade, Hasmirad, Sardi Salim, and Syahrir Abdussamad. 2022. “Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Jaringan Listrik Konsumen Di Kecamatan Katobu Kabupaten Muna.” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering* 4(1): 52–59.
- Prudenty, Edenia. 2020. “Pemakaian Daya Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya (Studi Kasus Di PT. PLN Tanjungenim Lestari Pulp Ans Paper).” : 5–6.
<http://eprints.polsri.ac.id/9902/>.
- PT PLN (PERSERO). 2014. “Buku Pedoman Pemeliharaan Kapasitor.” *Buku Pedoman Pemeliharaan Kapasitor*: 1–41.
- Saralina, Maya et al. 2022. “PERANCANGAN PANEL KAPASITOR BANK 1200KVARDI PT . TIGA KREASI INDONESIA.” 1(3): 32–39.
- Suseno dkk. 2019. “Faktor Daya Listrik.” *Erlangga*: 5–21.