



IMPLEMENTASI SISTEM PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA INSTALASI RUMAH TANGGA 2200 VA DENGAN KAPASITOR BANK

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun Oleh:

Nama : Mario Parulian
NIM : 092023090456

**PRODI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 2 Juli 2025
Mahasiswa,



Mario Parulian
NIM. 092023090456

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan ole : :

Nama : Mario Parulian

NIM : 092023090456

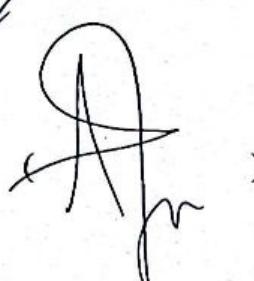
Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Implementasi Sistem Perbaikan Faktor Daya pada Instalasi Rumah Tangga 2200VA dengan Kapasitor *Bank*

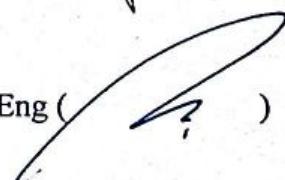
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pengaji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng ()

Pembimbing 2 : Arisa Olivia Putri, S.S.T., MIT ()

Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova S.ST., M.Sc.Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Mario Parulian
NIM : 092023090456
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Implementasi Sistem Perbaikan Faktor Daya Pada Instalasi Rumah Tangga 2200 VA Dengan Kapasitor *Bank*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Legenda Pramesworo Pratama, S.ST., M.Sc.Eng () 15/08/25

Penguji 2 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng ()

Penguji 3 : Sinka Wilyanti, ST., MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 14 Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. dan Ibu Arisa Olivia Putri, S.S.T., MIT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan kuliah ini;
3. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Global Jakarta atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
4. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Dan juga kepada Ezra Siahaan kekasih saya, terima kasih telah menjadi salah satu penyemangat, pendengar keluh kesah dalam penulisan skripsi, penasehat yang baik dan senantiasa memberikan cinta.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 2 Juli 2025
Penulis,

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Jakarta Global University, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mario Parulian
NIM : 092023090456
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Jakarta Global University **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (None-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Implementasi Sistem Perbaikan Faktor Daya Pada Instalasi Rumah Tangga
2200 VA Dengan Kapasitor Bank**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Royalti Noneksklusif ini Jakarta Global University berhak menyimpan, mengalih-media-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 2 Juli 2025



ABSTRAK

Permasalahan rendahnya faktor daya pada instalasi rumah tangga dapat menyebabkan penurunan efisiensi energi. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh dominasi beban induktif tanpa adanya kompensasi daya reaktif yang memadai. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu memantau dan memperbaiki faktor daya secara otomatis agar kualitas daya tetap terjaga dan konsumsi energi menjadi lebih efisien, khususnya pada rumah tinggal dengan daya 2200 VA. Penelitian ini dilakukan dengan merancang sistem monitoring dan perbaikan faktor daya otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T. Sistem ini dilengkapi dengan kapasitor bank yang terdiri dari 4 buah kapasitor $20 \mu\text{F}$, yang dikendalikan secara otomatis melalui relay berdasarkan hasil pembacaan nilai faktor daya. Data kelistrikan ditampilkan melalui LCD I₂C, dan sistem memberikan peringatan melalui buzzer apabila nilai faktor daya turun di bawah ambang batas tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan faktor daya secara signifikan, dari kisaran awal 0,64–0,76 menjadi 0,83–0,99 setelah aktivasi kapasitor bank, mendekati nilai ideal 1. Rata-rata tingkat error pembacaan sensor PZEM-004T terhadap alat pembanding berada di bawah 4%, yaitu sekitar 2% untuk tegangan, 2% untuk arus, 2% untuk daya aktif, 0,3% untuk frekuensi, dan 0,4% untuk faktor daya. Selain itu, sistem juga mencatat adanya peningkatan daya aktif yang terbaca serta peningkatan efisiensi daya semu hingga 27,9%, 32,7%, 26,1%, dan 24,7% pada empat kondisi beban yang diuji. Dengan kemampuan monitoring parameter kelistrikan secara real-time serta kompensasi otomatis yang efektif, sistem ini dinilai layak diterapkan pada instalasi rumah tangga untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi, mengurangi rugi daya, dan menjaga kualitas daya listrik secara keseluruhan.

Kata kunci: faktor daya, ESP32, PZEM-004T, kapasitor bank, efisiensi energi, monitoring otomatis

ABSTRAK

The problem of low power factor in household electrical installations can lead to reduced energy efficiency. This condition is generally caused by the dominance of inductive loads without adequate reactive power compensation. Therefore, a system capable of automatically monitoring and correcting the power factor is needed to maintain power quality and improve energy efficiency, particularly in residential settings with a 2200 VA supply. This study was conducted by designing an automatic power factor monitoring and correction system using an ESP32 microcontroller and a PZEM-004T sensor. The system is equipped with a capacitor bank consisting of four 20 µF capacitors, which are automatically controlled via relays based on the measured power factor. Electrical data are displayed on an I2C LCD, and the system provides an audible warning via a buzzer if the power factor falls below a specified threshold. Test results show that the system is capable of significantly improving the power factor, from an initial range of 0.64–0.76 to 0.83–0.99 after activating the capacitor bank, approaching the ideal value of 1. The average measurement error of the PZEM-004T sensor compared to a reference instrument was below 4%, namely about 2% for voltage, 2% for current, 2% for active power, 0.3% for frequency, and 0.4% for power factor. In addition, the system also recorded an increase in the measured active power as well as an improvement in apparent power efficiency of up to 27.9%, 32.7%, 26.1%, and 24.7% across the four tested load conditions. With its capability to monitor electrical parameters in real-time and perform effective automatic compensation, the system is considered suitable for application in household installations to improve energy consumption efficiency, reduce power losses, and maintain overall power quality.

Keywords: power factor, ESP32, PZEM-004T, capacitor bank, energy efficiency, automatic monitoring

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRAK.....	iviii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiiiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Daya Listrik Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga	9
2.2.1.1 Daya Aktif.....	10
2.2.1.2 Daya Reaktif.....	10
2.2.1.3 Daya Nyata	10
2.2.1.4 Segitiga Daya	11
2.2.1.5 Kualitas Daya Listrik	12
2.2.2 Monitoring Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga	12
2.2.3 Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga dengan Kapasitor Bank	12
2.2.3.1 Faktor Daya Mendahului (<i>Leading</i>)	13
2.2.3.2 Faktor Daya Tertinggal (<i>Lagging</i>)	13
2.2.3.3 Perbaikan Faktor Daya	14
2.2.3.4 Kapasitor Bank	15
2.2.4 Mikrokontroler ESP32	17
2.2.5 Sensor PZEM-004T	19
2.2.6 Modul Relay	20
2.2.7 LCD dan Modul I2C	23
2.2.9 Power Supply 12 V	25
2.2.10 Tujuan dan Pertimbangan Perancangan	27
2.2.11 Pengolahan Data	28

BAB III METODOLOGI	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Metode Penelitian	29
3.3 Bahan Penelitian	29
3.4 Alat Penelitian	32
3.4.1 Perangkat Keras	32
3.4.2 Perangkat Lunak	32
3.5 Jalan Penelitian	32
3.5.1 Tahap Intelegensi	34
3.5.2 Tahap Desain	35
3.5.2.1 Diagram Blok Sistem	35
3.5.2.2 Rangkaian Skematik Elektronik	37
3.5.2.3 Flowchart Sistem	38
3.5.2.4 Rancangan Antar Muka	41
3.5.3 Tahap Pemilihan	42
3.5.4 Tahap Implementasi dan Pengujian	43
3.6 Perancangan Kapasitor Bank	43
3.6.1 Metode Perhitungan Kapasitor	43
3.6.2 Pemilihan Nilai Kapasitor	44
3.6.3 Logika Aktivasi Otomasi	45
3.7 Pengambilan Data	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Penelitian	48
4.1.1 Hasil Penelitian Pengujian Tegangan	48
4.1.2 Hasil Penelitian Pengujian Arus	51
4.1.3 Hasil Penelitian Pengujian Daya	54
4.1.4 Hasil Penelitian Pengujian Faktor Daya	56
4.1.5 Hasil Penelitian Pengujian Frekuensi	59
4.1.6 Hasil Penelitian Pengujian Sebelum dan Setelah Kapasitor Bank Aktif..	61
4.1.7 Hasil Pengujian Peningkatan Daya dan Efisiensi	67
BAB V PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	78
Lampiran 1. Biodata Peneliti	78
Lampiran 2. Form Bimbingan Skripsi	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3. Data Penelitian	79
Lampiran 4.	80
1. Foto Pengujian	80
2. Kode Program	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik telah menjadi komponen integral dalam kehidupan manusia sehari-hari. Sebagian besar peralatan dan perangkat yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari bergantung pada energi listrik untuk berfungsi dengan baik. Kekurangan pasokan energi listrik dapat berdampak pada terganggunya berbagai aktivitas manusia (Gita dkk., 2019). Saat ini, energi listrik bahkan dianggap sebagai kebutuhan pokok. Oleh karena itu, menjaga kontinuitas dan ketersediaan energi listrik sangat krusial untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan investasi. Hal ini menjamin bahwa pasokan listrik tetap stabil dan dapat mendukung berbagai aktivitas masyarakat serta pembangunan ekonomi (Manahara dkk., 2023).

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang sangat vital dalam menopang berbagai aktivitas sehari-hari. Menurut Tabarok dkk. (2017), konsumsi listrik per kapita di Indonesia meningkat pesat sejak 2015 dan mencapai pertumbuhan tertinggi pada 2017 sebesar $\pm 1.021 \text{ kWh}$ per kapita, naik sekitar 6,49 % dibandingkan tahun sebelumnya. Pada 2017, konsumsi per kapita mencapai sekitar 1.012 kWh, meningkat $\approx 5,9\%$ dari tahun sebelumnya. Sementara itu, pada 2023, konsumsi listrik per kapita mencapai rekor tertinggi lima tahun terakhir yaitu 1.337 kWh, tumbuh $\sim 13,98\%$ dari 1.173 kWh di 2022 sehingga menuntut penyedia layanan listrik untuk memastikan pasokan energi yang memadai dan berkualitas (Tabarok dkk., 2017). Peningkatan kebutuhan ini juga diiringi dengan meningkatnya permintaan daya reaktif akibat penggunaan beban induktif. Jika sistem kelistrikan tidak memiliki sumber daya reaktif yang cukup di sekitar beban, maka kebutuhan daya reaktif harus dipenuhi dari generator, sehingga arus reaktif mengalir melalui jaringan. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi daya dan penurunan kualitas tegangan (Agung Ayu Permata dkk., 2019).

Kualitas daya listrik merupakan aspek krusial, terutama karena peralatan yang digunakan di industri maupun rumah tangga kini semakin sensitif. Daya listrik

yang berkualitas baik dapat menurunkan kebutuhan kompensasi daya, sehingga meningkatkan efisiensi energi. Faktor daya adalah indikator kualitas daya listrik yang menunjukkan rasio antara daya aktif dan daya sisa dalam suatu sistem listrik, menggambarkan seberapa efektif penggunaan energi listrik tersebut (Ar, 2018).

Di tahun 2017, konsumsi listrik per kapita di Indonesia mencapai angka 1.012 kWh, dengan peningkatan sebesar 5,9% dari tahun sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan tingginya permintaan masyarakat akan energi listrik, yang juga menimbulkan berbagai tantangan dalam sistem tenaga listrik. Oleh karena itu, perhatian terhadap kualitas daya listrik menjadi sangat krusial dalam manajemen energi di sebuah gedung.

Diperlukan pengelolaan sistem tenaga listrik yang efektif untuk memastikan kualitas daya listrik tetap terjaga pada tingkat yang optimal. Kualitas daya listrik yang buruk dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan listrik dan mengurangi efisiensi operasionalnya. Kualitas daya listrik menggambarkan sejauh mana gangguan dalam sistem kelistrikan dapat diminimalkan (Hasibuan & Nasution, t.t.). Faktor daya, yang dinyatakan sebagai $\cos \phi$, adalah salah satu indikator krusial dalam mengevaluasi efisiensi sistem kelistrikan. Nilai faktor daya berada dalam rentang 0 hingga 1, di mana semakin mendekati 1, maka kualitas daya listrik yang dihasilkan semakin baik dan optimal (Wibowo dkk., 2023).

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2010, PT PLN (Persero) menetapkan bahwa faktor daya harus memiliki nilai minimal 0,85 dengan daya ≥ 6600 VA. Jika konsumen memiliki faktor daya di bawah ketentuan tersebut, mereka dikenakan denda kVAR. Perbaikan faktor daya dapat dilakukan dengan menggunakan kapasitor bank yang menyediakan daya reaktif kapasitif untuk mengimbangi beban induktif. Dengan memasang bank kapasitor, beberapa manfaat dapat diperoleh, seperti peningkatan faktor daya, peningkatan kapasitas sistem, pengurangan kerugian daya, dan penurunan drop tegangan (Hutabarat & Slamet, 2015) (Basudewa dkk., 2020).

Berbagai penelitian mengenai sistem monitoring dan perbaikan faktor daya menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan platform IoT mampu meningkatkan efisiensi konsumsi energi secara signifikan. Sistem yang

menggunakan PZEM-004T dan ESP32 dengan dashboard Adafruit berhasil meningkatkan faktor daya dari 0,35 menjadi 0,89 secara otomatis dan akurat tanpa memerlukan aplikasi tambahan. Sementara itu, sistem berbasis GSM dan ATMega32 juga menunjukkan hasil yang positif dengan meningkatkan faktor daya rata-rata sebesar 27,12% dan menghemat energi hingga 22%. Selain itu, penggunaan Arduino Mega dan sensor PZEM pada beban rumah tangga 900 W menghasilkan peningkatan efisiensi 17–30%, sedangkan simulator praktikum dengan dua mode operasi menunjukkan akurasi tinggi dan potensi sebagai alat edukasi. Terakhir, sistem pengendali kapasitor bank berbasis IoT dan aplikasi Android mampu menaikkan PF dari 0,52 ke 0,93 dengan error pengukuran kurang dari 1%, serta menawarkan skalabilitas dan potensi integrasi kecerdasan buatan untuk kontrol dinamis (Surya dkk., 2023) (Dedzky & Atabiq, 2020). Penelitian ini akan membuat sebuah alat yang dapat memperbaiki faktor daya dengan beban rumah tangga 2200 VA.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, beberapa masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dan perbaikan faktor daya secara otomatis pada beban rumah tangga sebesar 2200 VA menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T?
2. Bagaimana sistem kapasitor bank otomatis dapat meningkatkan faktor daya pada beban rumah tangga?
3. Bagaimana efektivitas sistem dalam meningkatkan efisiensi energi melalui koreksi faktor daya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Merancang dan mengembangkan sistem monitoring serta perbaikan faktor daya otomatis pada instalasi rumah tangga dengan daya 2200 VA menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T.
2. Mengukur dan mengevaluasi peningkatan faktor daya setelah penerapan kapasitor bank otomatis berdasarkan data pengukuran sensor kelistrikan.
3. Menganalisis dampak penerapan sistem terhadap konsumsi daya dan efisiensi energi listrik rumah tangga setelah perbaikan faktor daya dilakukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik rumah tangga melalui perbaikan faktor daya, yang berpotensi mengurangi pemborosan daya dan memperbaiki kinerja sistem kelistrikan.
2. Meningkatkan stabilitas faktor daya pada instalasi listrik rumah tangga, sehingga dapat membantu memperpanjang umur peralatan listrik dan mengurangi beban arus berlebih.
3. Memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau kondisi kelistrikan secara real-time dan jarak jauh melalui aplikasi Blynk, sehingga meningkatkan kesadaran terhadap pola konsumsi listrik.
4. Menyediakan solusi otomatisasi perbaikan faktor daya dengan pengendalian kapasitor bank berbasis mikrokontroler, tanpa memerlukan intervensi manual.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan-batasan tertentu untuk memfokuskan dan memperjelas ruang lingkup kajian, yaitu:

1. Analisis harmonisa daya listrik dan pengaruhnya terhadap faktor daya tidak dilakukan.

2. Perhitungan ekonomi secara mendalam seperti *return of investment* (ROI) atau analisis biaya denda kVAR tidak dibahas secara rinci.
3. Beban pengujian dibatasi pada peralatan rumah tangga yang bersifat induktif, seperti kipas angin, pompa air, atau motor listrik kecil, dan tidak mencakup beban industri atau beban non-induktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Ayu Permata, M. G., Ibi Weking, A., & Setiawan, W. (2019). OPTIMASI PEMASANGAN KAPASITOR PADA SISTEM JARINGAN LISTRIK DISTRIBUSI DI BALI MENGGUNAKAN METODE QUANTUM GENETIC ALGORITHM. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(1), 96. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i01.p14>
- Ar, A. (2018). *ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK PADA GEDUNG TEKNIK ELEKTRO KAMPUS 2 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG*.
- Basudewa, D. A., Aribowo, W., Widyartono, M., & Hermawan, A. C. (2020). ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK TERHADAP FAKTOR DAYA PADA GEDUNG IDB LABORATORY UNESA. *Jurnal Teknik Elektro*, 09.
- Dedzky, R. A., & Atabiq, F. (2020). Perbaikan Faktor Daya Pada Peralatan Listrik Rumah Tangga. *Journal of Applied Sciences, Electrical Engineering and Computer Technology*, 1(3), 23–29. <https://doi.org/10.30871/aseect.v1i3.2385>
- Gita, Y. T., Wiguna, A. S., & Harianto, W. (2019). IMPLEMENTASI IOT PADA PENANGANAN LISTRIK PADAM MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER. *RAINSTEK : Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.21067/jtst.v1i2.3029>

Hasibuan, A., & Nasution, I. K. (t.t.). *PENENTUAN KAPASITAS KAPASITOR SHUNT DALAM PERBAIKAN COS ϕ PADA GEDUNG WORKSHOP TEKNIK MESIN UNIMED DENGAN BEBAN YANG BERVARIASI*
DETERMINATION OF SHUNT CAPACITOR CAPACITY IN COS ϕ REPAIR ON UNIMED ENGINEERING WORKSHOP BUILDING WITH VARIOUS LOADS.

Hutabarat, R. E., & Slamet, S. R. (2015). *WANPRESTASI DALAM PERJANJIAN JUAL BELI TENAGA LISTRIK. 12.*

Leny, E. M. (2019). SISTEM CURRENT LIMITTER DAN MONITORING ARUS SERTA TEGANGAN MENGGUNAKAN SMS UNTUK PROTEKSI PADA PENGGUNAAN BEBAN RUMAH TANGGA. *Jurnal Teknik Elektro*, 08.

Manahara; S., Putri, S. K., & W, I. S. K. (2023). Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia: (Studi kasus PLTS di Kabupaten Cilacap). *Journal of Innovation Materials, Energy, and Sustainable Engineering*, 1(1).

<https://doi.org/10.61511/jimese.v1i1.2023.259>

Prabowo, Y., Narendro, A., Wisjhnuadji, T., & Siswanto, S. (2023). UJI AKURASI MODUL KWH METER DIGITAL PZEM-004T BERBASIS PENGENDALI DIGITAL ESP32. *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, 6(2), 85–96. <https://doi.org/10.36080/skanika.v6i2.3064>

Pramartaningthyas, E. K., & Ma'shumah, S. (2023). *Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah pada Greenhouse berbasis Internet of Thing menggunakan Aplikasi Telegram*. 01(10).

Setiawan, A., Suryadi, D., & Marindani, E. D. (t.t.). *CATU DAYA DIGITAL MENGGUNAKAN LM2596 BERBASIS ARDUINO UNO R3.*

- Soelistianto, F. A., Alfian, S. T., & Atmadja, M. D. (2023). Telecontrolling Microgreen Indoor Nursery Strawberry. *Jartel*, 13(1), 9–16.
<https://doi.org/10.33795/jartel.v13i1.525>
- Sultan, A. R., & Gaffar, A. (2017). PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA INSTALASI TENAGA UNTUK BERBAGAI KONDISI PEMASANGAN. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 14(2), 182.
<https://doi.org/10.31963/elekterika.v14i2.1224>
- Surya, I., Kustija, J., Eka Pawinanto, R., Pramudita, R., Adli Rizqulloh, M., Wahyudin, D., & Haritman, E. (2023). Sistem monitoring beban listrik dan perbaikan faktor daya menggunakan PZEM004T dan dashboard Adafruit berbasis IoT. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, 3(3), 235–246.
<https://doi.org/10.35313/jitel.v3.i3.2023.235-246>
- Tabarok, D. K., Saleh, A., & Kaloko, B. S. (2017). Optimasi Penempatan Distributed Generation (DG) dan Kapasitor pada Sistem Distribusi Radial Menggunakan Metode Genetic Algorithm (GA) (Studi Kasus pada Penyulang Watu Ulo Jember). *BERKALA SAINSTEK*, 5(1), 35.
<https://doi.org/10.19184/bst.v5i1.5373>
- Wibowo, D. T., Yusniati, Y., Nasution, R., & Pelawi, Z. (2023). ANALISIS PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK DI MASJID AGUNG SERDANG BEDAGAI. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.30743/jet.v8i1.6828>