Journal of Systems Engineering and Management

journal homepage: https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JOSEAM

e ISSN 2964-0040

Merancang Monitoring Perubahan Beban Akibat Perbaikan Faktor Daya Menggunakan PZEM004T

Hartono[a*], Muhammad Farkhan Wafir[a], Yusraini Muharni[b]

[a] *Departemen Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman KM 3, Cilegon 42435, Banten, Indonesia*
[b] *Departemen Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman KM 3, Cilegon 42435, Banten, Indonesia*

INFORMASI

Informasi artikel:
Disubmit 5 Mei 2025
Direvisi 12 Juni 2025
Diterima 15 juni 2025
Tersedia Online 22 Juni 2025

Sensor PZEM004T
Kapasitor
Faktor Daya

ABSTRAK

Sensor PZEM004T merupakan perangkat multifungsi yang berfungsi untuk mengukur berbagai parameter kelistrikan. Perangkat ini mampu melakukan pengukuran daya aktif, arus listrik, tegangan bolak-balik (AC), frekuensi, dan konsumsi energi, dengan kebutuhan catu daya eksternal sebesar 5 volt. Studi ini bertujuan menganalisis kinerja alat koreksi faktor daya dalam menekan disipasi daya pada beban listrik sekaligus menilai efisiensi biaya perangkat pengurang rugi-rugi daya. Metode yang digunakan melibatkan pengambilan data secara langsung melalui pengukuran dan pengujian parameter kelistrikan. Hasil eksperimen menunjukkan peningkatan faktor daya pada beban lampu TL dari 0,35 (tanpa kapasitor) menjadi 0,86 setelah pemasangan kapasitor 5 mikrofarad. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan kapasitor yang sesuai dapat meningkatkan faktor daya pada beban induktif. Analisis efektivitas alat menunjukkan nilai 0,81 untuk beban lampu TL 20 watt, mengalami peningkatan signifikan dari nilai awal 0,35. Hal ini membuktikan bahwa implementasi alat koreksi faktor daya mampu meningkatkan efisiensi sistem distribusi tenaga listrik secara nyata.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).

1. Pendahuluan

Energi Listrik sudah menjadi kebutuhan vital masyarakat modern, di mana gangguan pasokan sesaat pun dapat mengganggu aktivitas sehari-hari [1][2]. Pada instalasi rumah tangga, penggunaan beban induktif sering menyebabkan penurunan faktor daya (PF) suatu masalah yang juga lazim terjadi di sektor industri [3]. PLN menetapkan standar faktor daya antara 0,85 hingga 1, dengan sanksi denda jika nilai turun di bawah 0,85 [4] .

Penurunan dari kualitas faktor daya (cos φ) dalam sistem distribusi listrik perlu segera diatasi karena berpotensi meningkatkan rugi-rugi energi dan berdampak pada efisiensi pemakaian listrik oleh konsumen [5][6]. Dalam sistem tenaga listrik, konsumen tidak hanya menggunakan daya aktif (Watt) tetapi juga menyerap daya reaktif (VAR) [7]. Ketika penyerapan daya reaktif berlebihan, diperlukan kompensasi kapasitif melalui injeksi daya reaktif, salah satunya dengan pemasangan kapasitor pada jaringan listrik [1][8]. Implementasi kompensasi kapasitif dapat dimonitor menggunakan teknologi sensor seperti Sensor PZEM004T yang mampu mengukur parameter kelistrikan, yaitu tegangan, arus, daya, dan faktor daya. Sensor ini berperan sebagai alat evaluasi kinerja perbaikan faktor daya, bahkan dapat menggantikan fungsi wattmeter konvensional dalam pengukuran beban rumah tangga [9] .

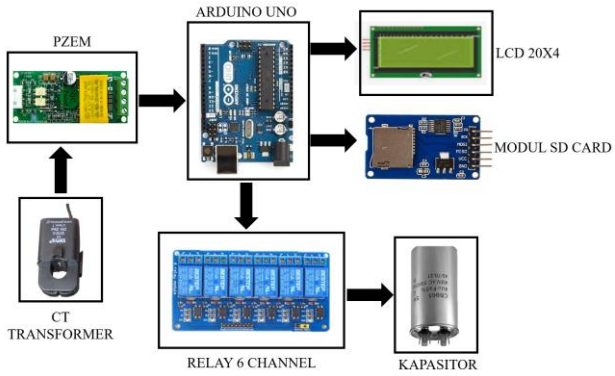
Dampak faktor daya rendah meliputi penurunan tegangan sistem, keterbatasan kapasitas pemanfaatan energi, efisiensi listrik yang buruk, serta pengurangan kapasitas daya terpasang [10][11]. Kondisi ini memaksa sistem menyuplai daya lebih besar [12]. Menyikapi hal ini, PLN memberlakukan denda VAR dan mengimbau konsumen mempertahankan faktor daya ideal untuk meminimalkan kerugian [13][14]. Peningkatan faktor daya wajib dilakukan ketika nilainya mengalami penurunan [15].

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang alat pengurang rugi-rugi daya pada instalasi rumah tangga dengan fokus pada beban listrik domestik. Alat ini diharapkan dapat memaksimalkan efisiensi penggunaan energi. Evaluasi perbaikan faktor daya akan menggunakan sensor PZEM-004T yang terintegrasi dengan beban rumah tangga, dengan membandingkan nilai PF sebelum dan setelah pemasangan rangkaian kompensasi kapasitif.

*Penulis korspondensi
alamat *e-mail*: hartono@untirta.ac.id
http://dx.doi.org/10.6270/joseam.vxix.32449

2. Metode

2.1. *Diagram Blok Perangkat*



Gambar 1. Diagram Blok Perangkat

Komponen utama sistem terdiri dari PZEM004T sebagai sensor untuk mengukur parameter listrik (tegangan, arus, daya, dan energi), Transformer yang berfungsi menurunkan tegangan input agar sesuai dengan rentang kerja sensor dan mikrokontroler. Selanjutnya, Arduino Uno bertindak sebagai pengendali utama yang memproses data dari PZEM004T, kemudian menampilkan hasil monitoring melalui LCD 20x4 sebagai antarmuka visual bagi pengguna.

Untuk perbaikan faktor daya, sistem dilengkapi dengan *Relay 6 Channel* yang dihubungkan dengan bank Kapasitor. Arduino akan mengaktifkan relai sesuai kebutuhan untuk menyambungkan atau memutuskan kapasitor ke jaringan, sehingga faktor daya dapat dikoreksi secara otomatis berdasarkan hasil perhitungan dari data sensor. Alur kerja sistem dimulai dari pengukuran parameter listrik oleh PZEM004T, pemrosesan data oleh Arduino, penampilan informasi real-time di LCD, serta kontrol kapasitor melalui relai untuk optimasi faktor daya. Dengan integrasi komponen ini, sistem mampu memantau konsumsi energi sekaligus meningkatkan efisiensi daya secara dinamis.

2.2. *Alat dan Bahan Penelitian*

1. Sensor PZEM004T: Mengukur tegangan, arus, daya aktif, dan PF
2. Arduino UNO: Memproses data dari sensor dan menampilkan hasil pada LCD
3. Kapasitor (1µF, 3µF, 4µF, dan 5µF): Kompensasi daya reaktif
4. Beban Uji: Lampu TL 20W

2.3. *Pengumpulan dan Pengolahan Data*

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengukur beberapa parameter listrik, yaitu tegangan, arus, daya reaktif, dan faktor daya, menggunakan perangkat wattmeter. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan kapasitas kapasitor yang dibutuhkan dalam upaya meningkatkan efisiensi sistem tenaga listrik. Setelah nilai kapasitor yang sesuai ditentukan, perangkat tersebut dipasang secara paralel dengan beban. Pemasangan ini bertujuan untuk mengompensasi daya reaktif yang dihasilkan oleh beban induktif, sehingga faktor daya sistem dapat meningkat. Dengan peningkatan faktor daya, sistem kelistrikan menjadi lebih efisien, mengurangi rugi-rugi daya, serta meningkatkan kestabilan dan kualitas pasokan listrik.

2.4. *Spesifikasi Beban*

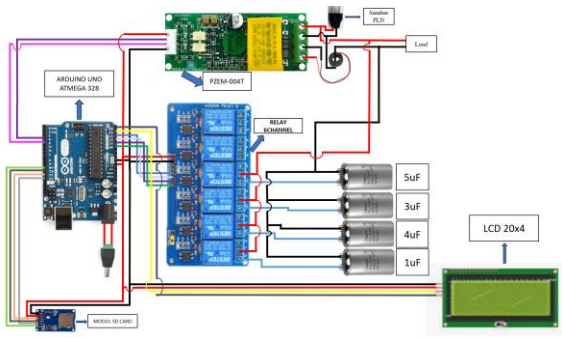
Dalam penelitian ini menggunakan satu buah beban listrik berjenis Lampu TL dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1.
Spesifikasi Beban

Merk	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Faktor Daya
Phillips	220	0,31	20	0,35

Beban induktif lampu TL Philips dipilih karena karakteristiknya yang umum dalam instalasi rumah tangga dan industri. Faktor daya yang rendah (0,35) mengindikasikan dominasi daya reaktif, yang menjadi fokus perbaikan. Tegangan 220 V dan daya 20 W mencerminkan penggunaan tipikal lampu TL, sehingga hasil pengujian ini relevan untuk aplikasi praktis

2.5. *Desain Pengawatan Alat*



Gambar 2. Diagram Pengawatan Alat

Modul PZEM-004T mengumpulkan data tentang tegangan, arus, daya, dan faktor daya. Data informasi yang diperoleh kemudian dikirim ke Arduino untuk diproses. Berdasarkan informasi ini, Arduino dapat mengendalikan relay untuk mematikan atau menghidupkan beban jika faktor daya terdeteksi di bawah tingkat yang diinginkan. Untuk memperbaiki faktor daya, kapasitor dihubungkan ke sistem, sehingga ketika sistem mendeteksi faktor daya yang buruk, Arduino dapat mengaktifkan relay untuk menghubungkan kapasitor ke sirkuit. Informasi yang dipantau ditampilkan pada layar LCD 16x2.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. *Hasil Pengujian Pengukuran Beban Dengan Alat Penelitian*

Tujuan dari melakukan pengukuran beban dengan alat yang telah dirancang adalah untuk memperoleh data yang akurat mengenai karakteristik kelistrikan suatu sistem, seperti tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya. Data

ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis performa beban serta menentukan langkah-langkah yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi sistem tenaga listrik rumah tangga.

Tabel 2
Pengukuran Beban dengan Alat Penelitian

Percobaan	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Faktor Daya
1	215	0,49	36,8	0,35
2	214,9	0,49	36,9	0,35
3	214,8	0,49	37	0,35
4	214,9	0,49	36,9	0,35
5	215,6	0,49	36,9	0,35
Rata-rata	215,04	0,49	36,9	0,35

Berdasarkan Tabel 2, data menunjukkan bahwa beban yang diuji beroperasi dengan karakteristik yang konsisten selama lima percobaan. Tegangan, arus, dan daya aktif menunjukkan variasi yang minimal. Faktor daya yang rendah (0,35) mengindikasikan beban yang bersifat induktif. Dapat disimpulkan bahwa data pengukuran beban ini mengalami fluktuasi kecil

3.2. *Hasil Pengujian Perbaikan Faktor Daya*

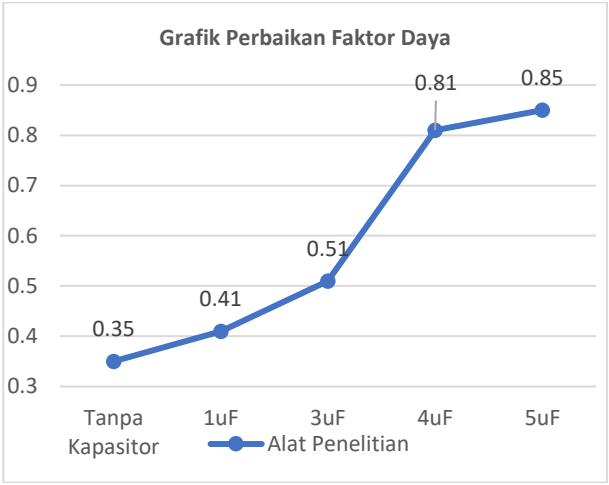
Pada pengujian ini ditambahkan kapasitor dengan tujuan untuk perbaikan faktor daya dari beban lampu TL sebesar 20 watt. Setelah itu, hasil pengujian akan ditampilkan pada layar LCD di alat penelitian. Data hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Hasil Perbaikan Faktor Daya Pada Alat Penelitian

Kapasitor	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Faktor Daya
Tanpa Kapasitor	215,04	0,49	36,9	0,35
1uF	206,45	0,27	34,5	0,41
3uF	211,8	0,24	34,5	0,51
4uF	220,6	0,21	35,6	0,81
5uF	223,5	0,20	35,7	0,85

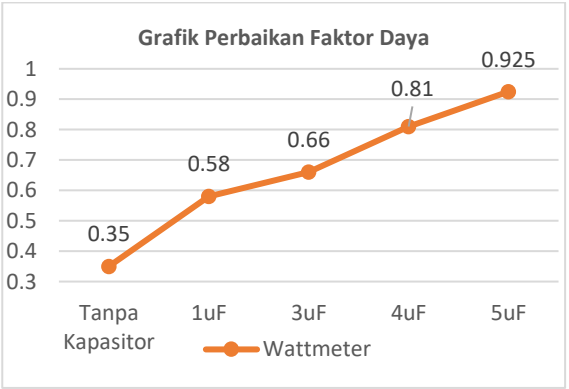
Dari hasil percobaan perbaikan faktor daya dengan berbagai nilai kapasitor, terlihat adanya perubahan yang signifikan dalam faktor daya seiring dengan peningkatan nilai kapasitor. Pada penggunaan kapasitor 1μF, faktor daya tercatat pada nilai 0,59, sedangkan saat kapasitor 3μF digunakan, faktor daya meningkat menjadi 0,66. Dengan kapasitor 4μF, faktor daya mencapai 0,81, dan pada akhirnya penggunaan kapasitor 5μF menunjukkan faktor daya yang paling baik, yakni 0,85. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kapasitor berfungsi efektif dalam mengurangi komponen reaktif dan meningkatkan efisiensi penggunaan daya.

Akan tetapi, meskipun faktor daya membaik dengan penambahan kapasitor, arus yang terukur juga mengalami penurunan secara signifikan, terutama ketika kapasitor 5μF digunakan, di mana arus turun menjadi 0,20 A. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan kapasitor tidak hanya meningkatkan faktor daya tetapi juga mengurangi arus yang mengalir. Kondisi ini dapat bermanfaat dalam mengurangi kerugian daya dalam sistem. Hasil perbaikan faktor daya dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3. Hasil Perbaikan Faktor Daya

Untuk dapat memastikan keandalan dari alata peneltian, dilakukan pengukuran hasil perbaikan faktor daya menggunakan *wattmeter* sebagai pembanding. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui kualitas dari alat penelitian dalam melakukan perbaikan faktor daya. Berikut ini merupakan hasil perbaikan faktor daya yang diukur dengan *wattmeter* dalam bentuk grafik.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Ulang Menggunakan *Wattmeter*

Berdasarkan pada gambar IV terlihat bahwa perbandingan faktor daya antara alat PZEM004T dengan *wattmeter* terjadi pada pemasangan kapasitor 5uF. Pada pemasangan kapasitor dengan nilai 5uF, pada alat penelitian terukur sebesar 0,85 dan pada wattmeter sebesar 0,925.

3.3. *Perhitungan Nilai Error Alat Penelitian*

Tujuan dari perhitungan nilai error adalah untuk mengevaluasi seberapa efektif penggunaan alat penelitian ini dalam operasionalnya. Dengan menganalisis nilai *error*, tingkat akurasi dan konsistensi pengukuran yang dihasilkan akan teridentifikasi. Berikut ini merupakan standar dari Nilai *Error* tersebut.

Tabel 4.
Standar Nilai Error

Nilai *Error*	Keterangan
< 10 %	Perangkat sudah sangat baik
10-20%	Perangkat cukup baik
20-50%	Perangkat layak
>50%	Perangkat buruk

Tabel 5 merupakan perbandingan dari hasil pengukuran yang telah dilakukan untuk perbaikan faktor daya.

Tabel 5.
Nilai *Error* Alat Penelitian

No	Nilai Kapasitor	Alat Penelitian	*Wattmeter*	*Error*
1	Tanpa Kapasitor	0,35	0,35	0%
2	1uF	0,41	0,58	29,3%
3	3uF	0,59	0,67	13,56%
4	4uF	0,81	0,81	0%
5	5uF	0,85	0,925	8,82%

Secara keseluruhan, penggunaan rangkaian perbaikan faktor daya yang dilakukan ini sudah termasuk kedalam kategori sangat baik. Hal ini dikarenakan hanya mendapatkan nilai error yang berkisar hingga dibawah 5%, bahkan ketika tanpa adanya kapasitor, penggunaan 1uF, dan penggunaan 3uF tidak terjadi perbedaan antara pengukuran yang terbaca langsung oleh sensor PZEM-004T ini dengan pengukuran menggunakan wattmeter. Pada kapasitor 5μF, error 8,82% disebabkan oleh noise listrik atau respons non-linear relay. Secara keseluruhan, error <5% membuktikan alat penelitian layak digunakan sebagai alternatif wattmeter konvensional.

3.4. *Hasil Perhitungan Segitiga Daya Sebelum Perbaikan*

Perhitungan segitiga daya sebelum perbaikan bertujuan untuk mengetahui nilai daya semu (S), daya nyata (P) dan daya reaktif (Q) dari beban lampu TL sebesar 20 watt. Perhitungan segitiga ini menggunakan spesifikasi beban yang tercantum pada tabel I. Berikut ini hasil perhitungan segitiga daya.

Untuk daya semu (S)

$$S = VI$$

Untuk daya nyata (P)

$$P = S\,.\,Cos\,(\varphi)$$

Untuk daya reaktif (Q)

$$Q = S\,.\,Sin\,\varphi$$

Sehingga didapatkan

$$S = 68{,}2\ VA$$
$$P = 23{,}87\ W$$
$$Q = 63{,}42\ VAR$$

3.5. *Hasil Perhitungan Segitiga Daya Setelah Perbaikan*

Dapat dilakukan perbaikan faktor daya dengan memasangkan kapasitor dengan nilai masing masing 1μF, 3μF, 4μF, dan 5μF untuk menentukan faktor daya yang paling mendekati Q (>0,85) agar Q pada beban sama dengan atau mendekati Q pada kapasitor, maka perhitungan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Xc = \frac{V^2}{Qc}$$

$$x_c = \frac{1}{w_c} = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\frac{1}{2\pi fC} = \frac{V^2}{Q_c}$$

$$Q_c = 2\pi fC.10^{-6}V^2$$

Dengan persamaan tersebut, maka perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor 1μF, 3μF, 4μF, dan 5μF menghasilkan nilai Qc sebagai berikut.

a. Menggunakan kapasitor 1μF

$$Q_c = 2\pi fC.10^{-6}V^2$$
$$Q_c = 2(3{,}14).50.1.10^{-6}.(220)^2$$
$$Q_c = 15{,}19\ VAR$$

b. Menggunakan kapasitor 3μF

$$Q_c = 2\pi fC.10^{-6}V^2$$
$$Q_c = 2(3{,}14).50.3.10^{-6}.(220)^2$$
$$Q_c = 45{,}59\ VAR$$

c. Menggunakan kapasitor 4μF

$$Q_c = 2\pi fC.10^{-6}V^2$$
$$Q_c = 2(3{,}14).50.4.10^{-6}.(220)^2$$
$$Q_c = 60{,}79\ VAR$$

d. Menggunakan kapasitor 5μF

$$Q_c = 2\pi fC.10^{-6}V^2$$
$$Q_c = 2(3{,}14).50.5.10^{-6}.(220)^2$$
$$Q_c = 75{,}98\ VAR$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan Qc yang paling mendekati dengan Qbeban=63,42 VAR adalah kapasitor 4µF dengan Qc=60,79 VAR, maka power factor yang didapat setelah dipasang kapasitor dapat dihitung menggunakan persamaan sebelumnya.

Sehingga dihasilkan

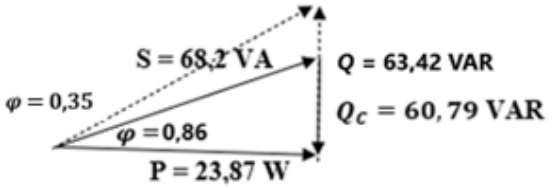
$$60{,}79 = 68{,}2\ .Sin\varphi$$

$$Sin\varphi = \frac{60{,}79}{68{,}2} = 0{,}89$$

$$Arcsin\ 0{,}89 = 62{,}3°$$

$$Cos\ 62{,}3° = 0{,}86$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka perbaikan faktor daya dapat dilihat pada grafik segitiga daya berikut.



Gambar 5. Perbaikan Faktor Daya

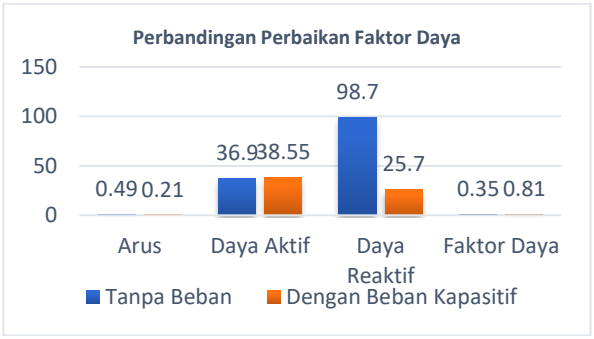
Pemasangan kapasitor menunjukkan adanya reduksi daya reaktif (Q), yang mengakibatkan penurunan sudut φ. Akibatnya, faktor daya (cos φ) mengalami peningkatan. Hal ini berarti bahwa sistem menjadi lebih efisien, karena lebih sedikit daya yang hilang dalam bentuk daya reaktif, dan lebih banyak daya aktif yang dapat digunakan untuk menjalankan beban.

Sehingga hasil pengujian pada penelitian ini ialah sebagai berikut

Tabel 6.
Hasil Pengujian Alat

Alat Penelitian	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya
Tanpa Beban	215,04	0.49	36,9	98,7	0.35
Dengan Beban Kapasitif	220,6	0.21	38,55	25,7	0,81

Faktor daya pada lampu TL awalnya hanya sebesar 0,35, yang menunjukkan bahwa sistem pencahayaan ini memiliki efisiensi yang rendah dalam memanfaatkan energi listrik yang tersedia. Namun, setelah pemasangan kapasitor, faktor daya meningkat signifikan hingga mencapai 0,81. Untuk melihat grafik perbandingan perbaikan faktor daya berbeban dengan tanpa beban dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Perbandingan Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan ini mencerminkan peningkatan efisiensi sistem secara keseluruhan, yang berarti lebih banyak energi listrik yang diubah menjadi cahaya daripada terbuang sebagai panas atau bentuk energi lain. Hal ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan konsumsi daya reaktif, tetapi juga dapat membantu menurunkan biaya listrik dan memperpanjang umur perangkat listrik yang terhubung. Dengan demikian, keberhasilan dalam meningkatkan faktor daya ini menjadi contoh penting dari manfaat pengaplikasian teknologi kapasitor dalam sistem kelistrikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kepada hasil dari alat yang telah dibuat dan pengujian instrumentasi yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan alat monitoring beban listrik ini mudah diimplementasikan dalam berbagai beban listrik, sekaligus handal dalam melakukan koreksi faktor daya secara otomatis menggunakan kapasitor.
2. Berdasarkan hasil pengujian, sistem perbaikan faktor daya berbasis PZEM004T berhasil meningkatkan nilai faktor daya dari 0,35 menjadi 0,81. Peningkatan sebesar 131,43% ini menunjukkan efektivitas alat dalam mengoptimasi efisiensi sistem kelistrikan, sehingga berpotensi mengurangi rugi-rugi daya dan biaya operasional..

Referensi

[1] L. N. P. Dewi, *Modul Manajer Energi Di Industri dan Gedung*, 1st ed., vol. 1. Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021,

[2] H. An Nuur Muhammad and A. Asri, "Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Untuk Menghitung Aliran Daya Di Gardu Induk Tello," *Journal of Power Energy System*, vol. 1, no. 01, pp. 1–9, Apr. 2023, [Online]. Available: https://doi.org/xxx

[3] D. Abdullah and Badaruddin, "Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan dan Simulasi ETAP 16.0 Pada JTR GD KRDB di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Serang Kota," *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, vol. 11, no. 1, Jan. 2020.

[4] S. Abdurrahman, Z. Tharo, and S. Anisah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik

Berbasis Aplikasi Telegram," *Jurnal Pancabudi*, no. 1, 2021.

[5] M. Daud, A. Hasibuan, W. Verawaty Siregar, and A. Setiawan, "Economic Calculations of Electricity Using AC System on Residential Load," *J., Appl Sci., Eng., Tech*, vol. 02, no. 03, 2022, doi: 10.25077/aijaset.

[6] A. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, 2020.

[7] N. Gama, F. Lisi, M. Tuegeh, and A. F. Nelwan, "Aliran Daya Optimal Pada Sistem Minahasa," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.

[8] M. E. Siregar, *Pembiayaan Efisiensi Energi di Industri Untuk Lembaga Jasa Keuangan*, 1st ed. Jakarta: Otoritas Jasa Keuangan (OJK), 2015.

[9] A. M. Alfaterrano and H. Asyari, "Perbaikan Faktor Daya Otomatis Pada Jaringan 3 Fasa Berbasis IoT," Surakarta, May 2024.

[10] M. Daud, A. Hasibuan, W. Verawaty Siregar, and R. Fachroji, "Analisis Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Sumber DC Pada Rumah Tinggal Tipe 54 Bersumber Energi Terbarukan," *R E L E (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, Jan. 2023, doi: 10.30596/rele.v1i1.13088.

[11] D. Sancipto, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Rumah Tangga Dengan Kapasitor Bank Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT)," Bogor, 2020.

[12] N. Aryanto and A. Jaya, "Kelayakan Pemasangan Instalasi Listrik Rumah Tangga Daya 900 VA Usia 20 Tahun Sesuai Pengelompokan Pengujian Instalasi Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 Studi Kasus Di Kecamatan Tarano Kabupaten Sumbawa.," *HEXAGON (Jurnal Teknik dan Sains)*, vol. 3, no. 2, Jul. 2022.

[13] Ismansyah, "Perancangan Instalasi Listrik Pada Rumah Dengan Daya Listrik Besar," Depok, Jun. 2009.

[14] S. Mustafa and U. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone," *ELEKTRIK*, vol. 17, no. 3, pp. 127–130, Aug. 2020.

[15] B. Hendratno and R. A. Cholilurrahman, "Perencanaan Dan Pemasangan Instalasi Listrik Bangunan Rumah Tinggal Bertingkat di Graha Family Blok I Nomor 33 Kota Surabaya," *Jurnal Cyclotron*, vol. 1, no. 1, 2018.