

Perancangan Alat Perbaikan Faktor Listrik Rumah Tangga Dengan Monitoring Telegram

Pian¹, Indah Sulistiyowati^{2*}, Arief Wisaksono³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

*corresponding author: indah_sulistiyowati@umsida.ac.id
teknikelektropian@gmail.com, Ariefwisaksono@umsida.ac.id

ABSTRAK-Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup. Penggunaan beban listrik induktif dapat menurunkan nilai factor daya pada listrik, faktor daya yang baik adalah antara 0,85 sampai 1. Oleh karena itu perlu ditambahkan kompensasi daya reaktif yang timbul dari beban listrik induktif untuk menghindari kerugian yang timbul akibat kekurangan nilai faktor daya. Dengan menggunakan kapasitor yang dipasang secara paralel bertujuan untuk meningkatkan nilai factor daya. Dengan sistem pemantauan jarak jauh menggunakan smartphone android dan Alat ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor PZEM 004T untuk mengukur besaran listrik. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dan smartphone Android yang dikirimkan melalui internet. Modul relai digunakan sebagai sakelar pemilihan kapasitor otomatis untuk peningkatan faktor daya. Ditemukan bahwa hasil tes pembacaan sensor memiliki akurasi hingga 99,7%. Untuk peningkatan efisiensi, nilai faktor daya dapat mencapai 95%, dan peningkatan tertinggi adalah 35,8%. Sedangkan pengujian pengiriman data juga dapat dilakukan pada jarak 53 Km.

Kata kunci: Faktor daya, Kapasitor, ESP32

ABSTRACT- Electrical energy is one of the necessities of life. The use of inductive electrical loads can reduce the power factor value in electricity, a good power factor is between 0.85 to 1. Therefore it is necessary to add reactive power compensation arising from inductive electrical loads to avoid losses arising from the lack of power factor value. Using capacitors installed in parallel aims to increase the power factor value. With a remote monitoring system using an Android smartphone and this tool uses ESP32 as a microcontroller and PZEM 004T sensor to measure electrical quantities. The measurement results are displayed on the LCD and Android smartphones sent via the internet. The relay module is used as an automatic capacitor selection switch for power factor improvement. It was found that the sensor reading test results have an accuracy of up to 99.7%. The power factor value can reach 95% for efficiency improvement, and the highest improvement is 35.8%. While the data transmission test can also be done at a distance of 53 Km.

Keyword: Power factor, Capacitor, ESP32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat.

Beberapa menit tanpa listrik, sebagian masyarakat saat ini tidak bisa beraktivitas. Beberapa orang tidak mengetahui bahwa biaya listrik itu mahal karena beberapa faktor, salah satunya adalah besarnya pemakaian listrik di rumah oleh peralatan seperti kipas angin, kulkas, dan masih banyak lainnya.. Dalam penggunaan beban rumah tangga terdapat beban induktif rumah tangga yang menyebabkan penurunan nilai faktor daya. dalam kekuasaan, industri faktor sudah tidak asing lagi. Nilai faktor daya PLN adalah 0,85-1. Jika nilai faktor daya kurang dari 0,85 maka PLN akan mengenakan denda[2].

Penurunan kualitas faktor daya ($\cos \phi$) dalam sistem energi listrik merupakan masalah yang harus diatasi. Rendahnya kualitas faktor daya akan menimbulkan rugi-rugi, sehingga konsumen akan menggunakan energi listrik [3]. Kerugian tertentu yang harus didukung untuk konsumen termasuk penurunan tegangan sistem, ketidakmampuan untuk memaksimalkan kapasitas penggunaan energi, efisiensi listrik yang rendah, dan kapasitas daya terpasang yang berkurang [4]. Kerugian ini menyebabkan aliran energi listrik untuk memasok kapasitas daya yang lebih besar ke sistem. Dalam pelayanan ketenagalistrikan, PLN yang telah menetapkan denda VAR karena beberapa kerugian akibat penurunan faktor daya (PF) menghimbau konsumen untuk selalu menjaga faktor energi dalam kondisi idealnya.[5]. Bila faktor daya menurun sebaiknya faktor daya dinaikkan [6].

Tujuan perbaikan faktor daya adalah untuk mengurangi biaya pengoperasian peralatan listrik, meningkatkan kapasitas sistem dan mengoptimalkan penggunaan daya [7]. Cara untuk menaikkan faktor daya adalah dengan menggunakan kapasitor bank yang berfungsi menyuplai daya reaktif ke beban yang dapat menaikkan nilai faktor daya sistem. Berdasarkan permasalahan tersebut, sudah ada alat untuk memperbaiki faktor daya, dilengkapi dengan notifikasi melalui SMS, namun pengiriman setiap notifikasi memerlukan biaya[8].

Pada alat yang dirancang ini dapat membuat faktor daya otomatis bertambah menjadi 1 fasa induk dengan menambahkan kapasitor yang dipasang paralel dengan beban. Alat ini berbasis aplikasi smartphone android sebagai tampilan nilai arus, tegangan, daya listrik, frekuensi, dan nilai faktor daya untuk melakukan pemantauan jarak jauh dengan komponen papan ESP32 melalui tautan internet dengan smartphone Android. Sehingga dapat memberikan jangkauan untuk melakukan pemantauan lebih lanjut jika dibandingkan dengan notifikasi melalui SMS[9]. Alat ini menggunakan sensor PZEM 004-T untuk mengukur arus, frekuensi, daya, tegangan, dan faktor daya dalam kelistrikan. Dengan menggunakan papan ESP32, nilai terukur diproses dan ditampilkan pada LCD 20x4[10]. Sehingga ketika nilai faktor

daya kurang dari nilai yang dianjurkan pada instalasi listrik yaitu 0,85 maka relai akan aktif sesuai dengan kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya tersebut. [11].

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perbaikan factor daya secara otomatis pada listrik rumah tangga dengan daya reaktif menggunakan kapasitor.
2. Dapat melakukan monitoring tegangan, arus, daya, frekuensi, dan factor daya pada smartphone android.

1.3 Manfaat Penelitian

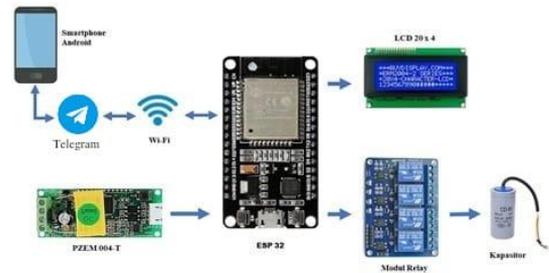
Ada beberapa manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini, sebagaimana dinyatakan sebagai berikut:

1. Manfaat bagi penulis adalah untuk menerapkan teori serta ilmu yang dapat dipelajari pada bangku perkuliahan serta menambah wawasan bagi penulis untuk merubah pola pikir menjadi lebih kreatif dan inovatif.
2. Manfaat bagi masyarakat adalah untuk melakukan perbaikan factor daya pada instalasi listrik guna mendapatkan kualitas daya listrik yang lebih baik sehingga dapat mengurangi kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat dari kurangnya nilai factor daya.

II. METODE PENELITIAN

Sistem mencakup pemantauan jarak jauh menggunakan smartphone. Sensor PZEM 004-T berfungsi sebagai sensor untuk menentukan nilai tegangan, arus, frekuensi, daya, dan factor daya dalam kelistrikan [12]. Selanjutnya hasil pembacaan sensor diteruskan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses, jika nilai faktor daya tidak sesuai dengan standar atau kurang dari 0,85 maka relai akan diaktifkan untuk memilih kapasitor sesuai dengan nilai faktor daya yang dihitung. Hasil pembacaan sensor PZEM 004-T juga ditampilkan pada LCD 20x4 berupa tulisan dan angka [13]. Kemudian pada tampilan di smartphone, dengan menggunakan aplikasi Telegram Bot hasil pembacaan sensor dikirim ke jaringan internet dengan memanfaatkan koneksi internet pada mikrokontroler ESP32 yang dapat terhubung ke jaringan wifi.

2.1 Desain System



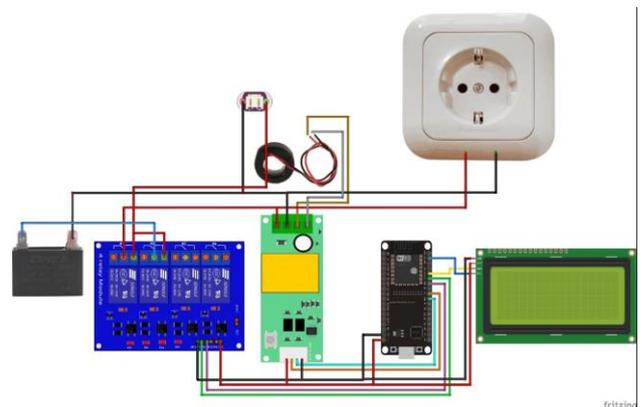
Gambar 1. Desain Sistem

Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya listrik rumah tangga berbasis telegram dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor PZEM 004-T berfungsi sebagai input untuk mengukur data nilai tegangan, arus, daya, frekuensi, dan faktor daya dalam kelistrikan.
2. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pemroses data untuk mengaktifkan relai sesuai nilai faktor daya terukur untuk perbaikan dengan kapasitor sesuai ukuran. Kemudian berfungsi sebagai penghubung komunikasi data dengan telegram melalui jaringan internet.
3. LCD 20x4 berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor berupa tegangan, arus, daya, frekuensi, nilai faktor daya.
4. Modul relai berfungsi sebagai saklar listrik untuk mengaktifkan kapasitor sebagai kompensasi daya reaktif.
5. Kapasitor berfungsi sebagai kompensasi daya reaktif untuk memperbaiki nilai faktor daya.

2.2 Desain Kabel

Keseluruhan rangkaian sistem yang dibuat pada penelitian ini. Sensor PZEM dihubungkan dengan pin Rx dan Tx ESP32, sedangkan LCD 20x2 dihubungkan dengan pin SDA dan SCL ESP32, relay dihubungkan dengan pin D18 dan D19 ESP32.

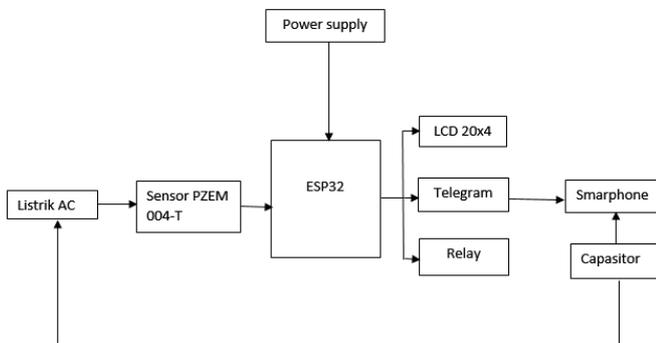


Gambar 2. Desain Kabel

Tabel 1.ESP32 pin address

| NO | Hardware | ESP32 Mirokontroller pin address | hardware pin address |
|----|--------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 | PZEM 004-T | Vcc | Vcc |
| 2 | | Gnd | Gnd |
| 3 | | Rx2 | Tx |
| 4 | | Vcc | Vcc |
| 5 | | Tx2 | Rx |
| 6 | LCD 20x4 12C | Gnd | Gnd |
| 7 | | D21 / SDA | SDA |
| 8 | | D22 / SC1 | SCL |
| 9 | Relay | Vcc | Vcc |
| 10 | | Gnd | Gnd |
| 11 | | D19 | IN 1 |
| 12 | | D18 | IN 2 |

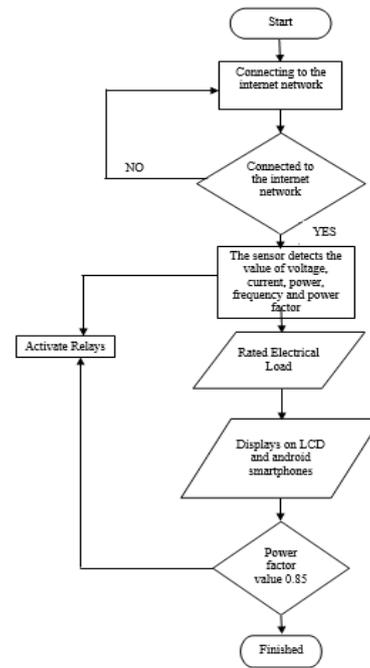
2.3 Block Diagram



Gambar 3. Block Diagram

Sistem saat ini ditambah dengan pemantauan jarak jauh menggunakan smartphone. sensor PZEM 004-T berfungsi sebagai sensor untuk menentukan nilai tegangan, arus, frekuensi, daya, dan nilai faktor daya dalam kelistrikan[14]. Selanjutnya hasil pembacaan sensor diteruskan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses, jika nilai faktor daya tidak sesuai dengan standar atau kurang dari 0,85 maka relay akan diaktifkan untuk memilih kapasitor sesuai dengan nilai faktor daya yang dihitung. Hasil pembacaan sensor PZEM 004-T juga ditampilkan pada LCD 20x4 berupa teks dan angka[15]. Kemudian pada tampilan di smartphone menggunakan aplikasi Telegram Bot dan hasil pembacaan sensor dikirim ke jaringan internet dengan memanfaatkan koneksi internet pada mikrokontroler ESP 32 yang dapat terhubung dengan jaringan wifi.

2.4 Flowchart System



Gambar 4. Flowchart System

Gambar di atas menggambarkan alur kerja sistem yang dijelaskan sebagai berikut: Pada tahap awal, starting, artinya untuk menjalankan Alat Koreksi Faktor Daya Otomatis dengan Monitor Jarak Jauh, Anda harus menyalakan daya terlebih dahulu. Proses selanjutnya adalah melakukan koneksi ke jaringan internet dengan cara mencari wifi yang sudah di setting di program untuk username dan password[16]. Jika terkoneksi akan menambah beban listrik yang digunakan, namun jika tidak terkoneksi akan terus mencari jaringan yang sudah di setting pada program hingga terkoneksi. Jika ada beban listrik maka sensor PZEM akan mendeteksi aliran listrik. Selanjutnya sensor PZEM mengukur aliran listrik sesuai dengan beban listrik yang digunakan. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20x4 dan juga ditampilkan pada aplikasi telegram pada smartphone. Jika hasil pembacaan nilai faktor daya kurang dari 0,85, maka relay akan aktif untuk melakukan perbaikan faktor daya.

III. LANDASAN TEORI

3.1 Factor daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dan daya total (VA) dalam suatu sistem kelistrikan. Faktor daya menunjukkan seberapa efisien suatu sistem kelistrikan menggunakan energi dan seberapa besar daya reaktif yang dibutuhkan oleh sistem tersebut. Semakin tinggi faktor daya, semakin efisien sistem kelistrikan dalam menggunakan energi[17]. Daya aktif digunakan untuk menyuplai beban listrik seperti lampu, mesin dan peralatan elektronik lainnya. Sedangkan daya reaktif digunakan untuk menyeimbangkan daya pada beban induktif seperti motor listrik dan trafo. Namun, daya reaktif tidak berkontribusi secara signifikan

terhadap kerja yang dilakukan oleh beban listrik dan hanya menyebabkan kehilangan energi[18]. Oleh karena itu, faktor daya yang rendah dapat menyebabkan pemborosan energi dan meningkatkan biaya pengoperasian sistem kelistrikan. Untuk meningkatkan faktor daya dapat dilakukan dengan menggunakan kapasitor atau pengatur beban agar sistem kelistrikan dapat bekerja secara efisien dan stabil.

3.2 PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, dan faktor daya pada listrik satu fasa. Sensor ini memiliki ukuran fisik yang cukup kecil, yaitu 3,1 x 7,4 cm. Sensor PZEM 004-T memiliki dua pin terminal yaitu reader dan pin serial yang dihubungkan ke mikrokontroler untuk pengiriman data dan pin masukan tegangan dan arus yang dihubungkan ke sumber listrik AC. Berikut adalah gambar fisik dari PZEM 004-T[19].



Gambar 5. Pzem-004T

3.3 LCD 20x4

Liquid Crystal Display (LCD) adalah perangkat elektronik yang dapat menampilkan kata, karakter, atau angka sebagai tampilan. LCD 20x4 dapat menampilkan empat baris, dan setiap baris dapat menampilkan 20 karakter [20]. Pada penelitian ini digunakan LCD 20x4 untuk menampilkan hasil pengukuran dan dapat dibaca langsung pada box, sehingga pembacaan hasil pengukuran dapat dipantau pada smartphone dan juga dapat dipantau pada LCD yang ada pada toolbox. Pada penelitian ini digunakan LCD 20x4 untuk menampilkan hasil pengukuran dan dapat dibaca langsung pada box, sehingga pembacaan hasil pengukuran dapat dipantau pada smartphone dan juga dapat dipantau pada LCD yang ada pada toolbox.



Gambar 6. LCD 20x4

3.4 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh perusahaan bernama Expressive System. Mikrokontroler ESP32 dapat terhubung dengan jaringan internet melalui jaringan hotspot sinyal wifi secara mandiri, selain itu mikrokontroler ini juga dapat terhubung dengan perangkat lain melalui perantara sinyal bluetooth[18]. ESP32 menggunakan prosesor dual-core dan berjalan pada instruksi

LX16 eksternal. Berikut tampilan dari board mikrokontroler ESP32 [21]. Sedangkan pada tabel dibawah ini adalah spesifikasi dari board mikrokontroler ESP32.



Gambar 7. ESP32

3.5 Kapasitor

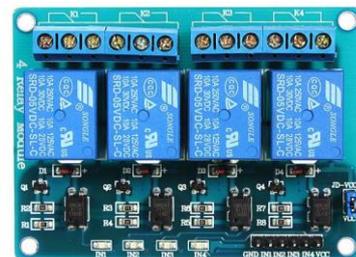
Kapasitor adalah benda yang dapat menyimpan muatan listrik. Itu terdiri dari dua pelat konduktor yang diposisikan dekat satu sama lain tetapi tidak bersentuhan. Benda ini dapat menyimpan listrik dan dapat mendistribusikannya kembali; Anda dapat menemukan kegunaannya dalam hal-hal seperti lampu flash pada kamera. Ini juga banyak digunakan di papan sirkuit listrik di komputer yang Anda gunakan dan di berbagai pelat elektronik[6].



Gambar 8. Kapasitor

3.6 Modul Relay

Relai adalah saklar yang bekerja dengan aliran listrik dan terdiri dari dua bagian yaitu kumparan dan kontak. Prinsip kerja relai didasarkan pada elektromagnetik. Ketika kumparan relay diberi tegangan, maka akan timbul medan magnet disekitar kumparan dan menggerakkan kontak relay sehingga kontak tersebut dapat digunakan sebagai saklar untuk menghantarkan listrik lebih tinggi.[17].



Gambar 9. Modul Relay

3.7 Telegram Bot

Pada Gambar 7, bot Telegram adalah program komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan pengguna melalui aplikasi pesan instan Telegram. Bot ini dapat melakukan berbagai tugas, seperti membalas pesan pengguna, memberikan informasi tertentu, mengeksekusi perintah, mengirimkan notifikasi, dan lain sebagainya. Pengguna dapat mengakses bot dengan menambahkannya sebagai kontak di Telegram atau mengaksesnya melalui tautan atau kode QR yang disediakan oleh bot. Untuk membuat bot Telegram, pengguna dapat menggunakan Telegram Bot API yang menyediakan application programming interface (API) untuk mengembangkan bot. Telegram bot dapat dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman seperti Python, Java, PHP, atau bahasa pemrograman lainnya. Dengan Telegram bot, pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi atau melakukan tugas tertentu tanpa harus keluar dari aplikasi Telegram. Bot juga dapat membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas pengguna dengan menyediakan layanan yang cepat dan efektif, dapat diintegrasikan dengan aplikasi lain dan platform pihak ketiga seperti Google Assistant, Twitter, dan lainnya[2].

4. Melakukan pencatatan data hasil pengukuran factor daya awal.
5. Melakukan pencatatan data hasil pengukuran factor daya akhir.
6. Melakukan perbandingan anantara nilai factor daya awal dan nilai factor daya akhir.

Dari langkah-langkah yang telah dilakukan diatas, maka didapatkan hasil pengujian untuk perbaikan factor daya sebagai berikut.



Gambar 11. Tampilan Faktor Daya

Gambar 11 merupakan tampilan hasil dari pengujian perbaikan factor daya untuk beban kipas angin cosmos.



Gambar 10. Telegram Bot



Gambar 12. Percobaan pada kipas

Gambar 12 merupakan gambaran saat pengujian perbaikan faktor daya dengan menggunakan beban kipas. Dari hasil percobaan dilakukan pengukuran sebanyak dua kali dapat dilihat pada tabel berikut.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

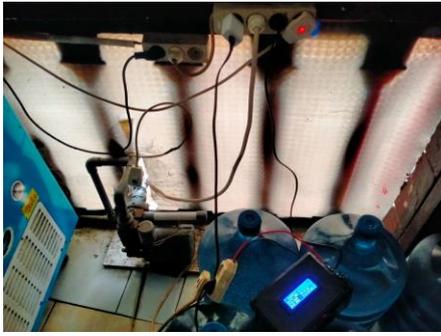
4.1 Pengujian Perbaikan Faktor Daya

Pengujian perbaikan factor daya dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam melakukan perbaikan factor daya. Ketika nilai factor daya kurang baik maka system akan megaktifkan relay yang terhubung dengan kapasitor sesuai dengan kebutuhannya. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengujian perbaikan factor daya.

1. Menghubungkan alat dengan sumber listrik
2. Menyalakan sumber listrik AC 220V
3. Memberikan beban listrik beberapa peralatan listrik berupa kipas.

Tabel 2 Hasil tes untuk kipas

Pada tabel 2 dapat dilihat terdapat perubahan nilai factor daya dan arus ketika sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan factor daya secara otomatis oleh system.



Gambar 13. Percobaan pada pompa air

Gambar 13 merupakan gambar hasil pengujian perbaikan factor daya dengan menggunakan beban pompa air. Dari hasil percobaan dilakukan pengukuran seban dua kali yang dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Untuk Pompa Air

| Percobaan ke | Sebelum Perbaikan factor daya | | | Setelah perbaikan factor daya | | |
|--------------|-------------------------------|------|--------------|-------------------------------|------|--------------|
| | V | I | Cos θ | V | I | Cos θ |
| 1 | 237,40 | 1,59 | 0,81 | 237,60 | 1,34 | 0,96 |
| 2 | 237,40 | 1,57 | 0,82 | 238,10 | 1,35 | 0,96 |

Pada tabel 3 dapat dilihat terdapat perubahan nilai factor daya dan arus ketika sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan factor daya secara otomatis oleh system.

V KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan yang meliputi proses perancangan alat hingga pengujian Alat Koreksi Faktor Daya Otomatis dengan Remote Monitor, dapat disimpulkan bahwa.

1. Kapasitor dapat digunakan sebagai kompensasi daya reaktif pada tenaga listrik sehingga dapat memperbaiki nilai faktor daya yang kurang baik.
2. Perbaikan faktor daya dapat dilakukan dengan efisiensi konversi tertinggi 95% dan peningkatan tertinggi 35,8%.
3. Sensor PZEM-004T dapat digunakan untuk mengukur besaran listrik dengan tingkat akurasi yang cukup baik.
4. Dengan menggunakan teknologi Internet of Things, transmisi data dapat dilakukan dalam jarak jauh.

VI REFERENSI

- [1] M. Irfan, D. S. Panjaitan, and M. Saleh, "Sistem Kendali Dan Monitoring Faktor Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Dan Internet Of Things (IoT)," *JTE-ITP ISSN No.2252-3472*, vol. 3, no. 2, pp. 80–88, 2014.
- [2] S. Abdurrahman, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Aplikasi Telegram," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. ...*, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/1673>
- [3] A. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah

- Pintar Menggunakan Esp32," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- [4] D. Sancipto, D. Notosudjono, and H. S. Utama, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Rumah Tangga Dengan Kapasitor Bank Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT)," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [5] S. Mustafa, U. Muhammad, T. Elektro, P. Bosowa, T. Elektro, and P. Bosowa, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Design and Development of Electricity Use Monitoring System Based on Smartphone," *J. MEDIA Elektr.*, vol. 17, no. 3, pp. 127–130, 2020.
- [6] S. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Surabaya, D. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Rancang bangun alat monitoring pemakaian tarif listrik dan kontrol daya listrik pada rumah kos berbasis internet of things " Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Raviki Dwi Alfian Subuh Isnur Haryudo , Unit Three Kartini , Nur Kholis".
- [7] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *E-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/9974/9560>
- [8] P. Akhir, "Mikrokontroler Untuk Beban Rumah Tangga Dengan Daya Maksimal 900 W Bangka Belitung Tahun 2021," 2021.
- [9] R. H. Wirasmita, D. Prihatmoko, and M. Supriyadi, "Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Pada Kwh Meter Menggunakan Arduino Dan Sms Gateway Monitoring Electricity Consumption Kwh Meter Based Using Arduino and Sms Gateway," vol. 13, no. 1, pp. 65–73, 2022, doi: 10.34001/jdpt.v12i2.
- [10] B. Prayitno, "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.333.
- [11] F. Habibi, Nur, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim, "Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap. 2017*, vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017, [Online]. Available: <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntet/article/view/81/77>
- [12] A. B. Lasera and I. H. Wahyudi, "Pengembangan Prototipe Sistem Pengontrolan Daya Listrik berbasis IoT ESP32 pada Smart Home System," *Elinvo (Electronics, Informatics, ...)*, vol. 5, no. November, pp. 112–120, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/elinvo/article/view/34261>
- [13] M. M. Zakaria, P. Studi, T. Elektro, F. Sains, D. A. N. Teknologi, and U. M. Sidoarjo, "Skripsi alat perbaikan faktor daya otomatis dengan monitor jarak jauh," 2022.
- [14] Shofiyullah, M., & Sulistiyanto, S. (2020). Perancangan Sistem Kontrol Rotasi Antena Tv Dengan Arduino. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 7(1), 28-36..
- [15] R. A. Dedzky and F. Atabiq, "Perbaikan Faktor Daya Pada Peralatan Listrik Rumah Tangga," *J. Appl. Sci. Electr. Eng. Comput. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 23–29, 2020, doi:

- 10.30871/aseect.v1i3.2385.
- [16] G. M. Berasa and F. Atabiq, "Sistem Pemantauan Faktor Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT," *J. Appl. Sci. Electr. Eng. Comput. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 30–35, 2020, doi: 10.30871/aseect.v1i3.2359.
- [17] A. Chandra Saputra and A. Hamzah, "Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya Otomatis Berbasis Smart Relay Pada Jaringan Tegangan Rendah Tiga Fasa," 2014.
- [18] "PADA PERALATAN RUMAH TANGGA Eko Budi Hariyadi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro , Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta 2015 Email : ekobudihariyadi751@yahoo.com A . Pendahuluan Di dalam kehidupan modern saat ini pemakaian energi listrik sangat be," 2015.
- [19] T. N. Hartono, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis," *Tek. Elektro Univ. Brawijaya*, pp. 1–7, 2014.
- [20] Risdina, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Atmega32*. 2019. [Online]. Available: <http://repository.uinsu.ac.id/id/eprint/9174>
- [21] I. Sulistiyowati and M. I. Muhyiddin, "Disinfectant Spraying Robot to Prevent the Transmission of the Covid-19 Virus Based on the Internet of Things (IoT)," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 61–67, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12363.