



# Alat Koreksi Faktor Daya Beban Listrik Pada Industri Rumah Tangga Menggunakan Arduino

Mohammad Dahlan <sup>a,1</sup>, Budi Cahyo Wibowo <sup>a,2</sup>, Noor Yulita Dwi Setyaningsih <sup>a,3</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muria Kudus, Kudus, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>1</sup> moh.dahlan@umk.ac.id; <sup>2</sup>budi.cahyo@umk.ac.id\*; <sup>3</sup>noor.yulita@umk.ac.id

\* Corresponding Author

## ARTICLE INFO

## ABSTRAK

### Article History

Submission : 03-12-2024

Revision : 03-15-2024

Accepted : 03-19-2024

### Kata Kunci:

Beban Induktif, Faktor Daya, Industri Rumah Tangga, Peningkatan Faktor Daya

Koreksi faktor daya menjadi salah satu kebutuhan pada sistem kelistrikan terutama pada industri rumah tangga. Hal ini disebabkan penggunaan beban listrik induktif dapat menurunkan nilai faktor daya pada listrik, nilai faktor daya yang baik adalah antara 0,90 - 1. Sehingga perlu ditambahkan kompensasi daya reaktif yang timbul dari beban listrik induktif untuk menghindari kerugian dari turunnya nilai faktor daya. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat alat koreksi faktor daya otomatis untuk memperbaiki faktor daya pada beban industri rumah tangga. Dari hasil pengujian alat koreksi faktor daya mampu bekerja dengan baik dengan rata - rata peningkatan faktor daya sebesar 42,25% dibandingkan dengan sistem instalasi listrik tanpa menggunakan alat koreksi faktor daya.

This is an open access article under license [CC-BY-SA](#).



## 1. Pendahuluan

Dewasa ini dengan berkembangnya teknologi yang semakin pesat membuat kebutuhan energi listrik juga semakin meningkat. Kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat harus diiringi dengan perbaikan mutu energi listrik itu sendiri, yaitu harus memiliki energi listrik yang berkualitas dan memiliki kehandalan yang tinggi untuk menjaga peralatan listrik agar mendapatkan energi listrik yang stabil. Energi listrik setiap tahunnya mengalami peningkatan kebutuhan yang sangat signifikan dan menuntut penyedia tegangan listrik untuk memberikan suplai tenaga listrik yang cukup berkualitas. Peningkatan kebutuhan energi juga diikuti dengan permintaan daya reaktif akibat beban yang bersifat induktif juga meningkat[1].

Industri rumah tangga merupakan salah satu bagian yang memiliki peranan penting dalam pertumbuhan perekonomian masyarakat. Peralatan pada industri rumah tangga sebagian besar merupakan beban induktif dan kapasitif. Dengan adanya beban induktif dan beban kapasitif menjadikan adanya sinyal arus yang tertinggal terhadap tegangan. Sehingga menimbulkan kerugian yang disebabkan karena daya yang dikonsumsi dari sumber lebih besar dari pada daya yang dikonsumsi oleh beban[2]. Ada tiga kemungkinan hubungan fasa antara arus dan tegangan dalam satuan rangkaian, yaitu arus dan tegangan sefasa, Arus tertinggal (*lagging*) dari tegangan, dan Arus mendahului (*leading*) tegangan. Lamanya waktu dimana arus mendahului atau tertinggal dari tegangan dinyatakan dalam derajat listrik dan disebut sudut fasa[3].

Standar nilai minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah  $> 0,85$ . Apabila faktor daya kurang dari 0.85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours (kVARh), disamping pemakaian kWh yang sudah ada. Dengan demikian faktor daya harus diperbaiki menjadi tinggi, s(kVARh dengan faktor daya yang diharapkan[4]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup. Dengan menggunakan beban listrik induktif maka nilai faktor daya arus dapat dikurangi. Faktor daya yang cocok adalah antara 0,85 dan 1[5].

Nilai faktor daya yang rendah ( $\cos \varphi < 0,85$ ) lagging atau leading dari peralatan elektrik rumah tangga menyebabkan penggunaan daya kurang optimal dan pada saat alat-alat elektrik tersebut dihidupkan atau dimatikan dengan waktu tidak bersamaan, maka akan menyebabkan nilai faktor daya yang berubah-ubah[6]. Tidak semua listrik yang disalurkan oleh perusahaan listrik dapat digunakan oleh konsumen sebagai listrik aktif. Besarnya daya aktif yang tersedia ditentukan oleh nilai  $\cos \varphi$  atau faktor daya yang diukur dalam jaringan listrik[7].

Penurunan kualitas faktor daya ( $\cos \varphi$ ) dalam sistem energi listrik merupakan masalah yang harus diatasi. Rendahnya kualitas faktor daya akan menimbulkan rugi-rugi dalam penggunaan energi listrik [3]. Kerugian tertentu yang harus diperhatikan oleh konsumen adalah penurunan tegangan sistem, ketidakmampuan untuk memaksimalkan kapasitas penggunaan energi, efisiensi listrik yang rendah, dan kapasitas daya terpasang yang berkurang[8]. 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[9]. Bila faktor daya menurun sebaiknya faktor daya dinaikkan[10]. Tujuan perbaikan faktor daya adalah untuk mengurangi biaya pengoperasian peralatan listrik, meningkatkan kapasitas sistem dan mengoptimalkan penggunaan daya[11]. Kapasitor daya atau biasa disebut kapasitor bank harus mempunyai daya  $Q_c$  yang sesuai dengan daya reaktif sistem yang faktor dayanya harus diperbaiki. Jika kondisi ini terpenuhi, bank kapasitor akan meningkatkan faktor daya ke nilai maksimumnya ( $\cos \varphi = 1$ )[12].

Penelitian yang dilakukan oleh Ibnu Hajar dan Suninda Megi Rahayuni dengan judul “Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Di Plant 6 PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Unit Citeureup”. Pada penelitian ini berfokus pada analisis jumlah dan nilai kapasitor bank yang diperlukan untuk perbaikan faktor daya di PT. Indocement Tunggal Prakarsa[13]. Penelitian berikutnya yang dijadikan sebagai rujukan pada penelitian ini adalah penelitian dengan judul “Analisa Perbaikan Faktor Daya” yang ditulis oleh Yendi Esye, Sigit Lesmana. Penelitian ini menitik beratkan kebutuhan kapasitor bank pada penggunaan transformator dengan nilai faktor daya  $< 0,9$ [4]. Dan penelitian berikutnya yang dijadikan sebagai referensi adalah penelitian dengan judul “Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Memenuhi Penambahan Beban 300 KVA Tanpa Penambahan Daya PLN”. Penelitian ini juga melakukan analisis pada perbaikan faktor daya untuk pemenuhan beban 300KVA tanpa perlu penambahan daya PLN[14].

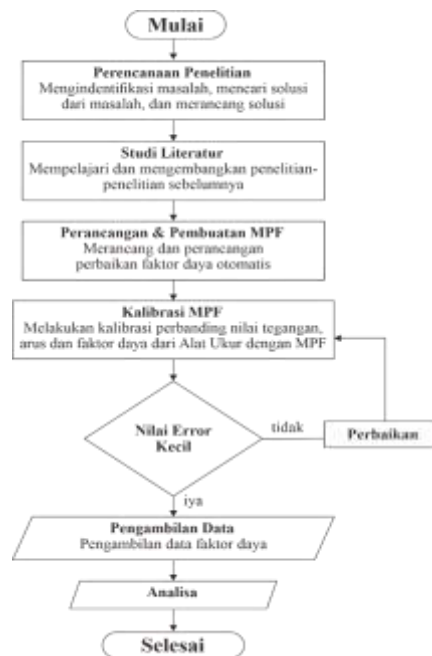
Masalah diatas menjadi dasar dilakukannya penelitian dengan judul “Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Listrik Pada Industri Rumah Tangga Menggunakan Arduino”, Modul Perbaikan Faktor Daya (MPF) dapat menjadi solusi untuk memperbaiki faktor daya yang dirancang otomatis dengan menggunakan Arduino sebagai kontrol nilai kapasitor bank yang sesuai dengan kebutuhan instalasi jaringan, sehingga sistem secara otomatis menggunakan komponen kapasitor ketika terdeteksi ada penurunan faktor daya. Modul perbaikan faktor daya ini dirancang agar dalam instalasinya mudah dan aman, modul perbaikan faktor daya ini dibuat minimalis dengan *display* yang mudah dipahami, sehingga mudah digunakan untuk kebutuhan industri skala kecil.

## 2. Metode Penelitian

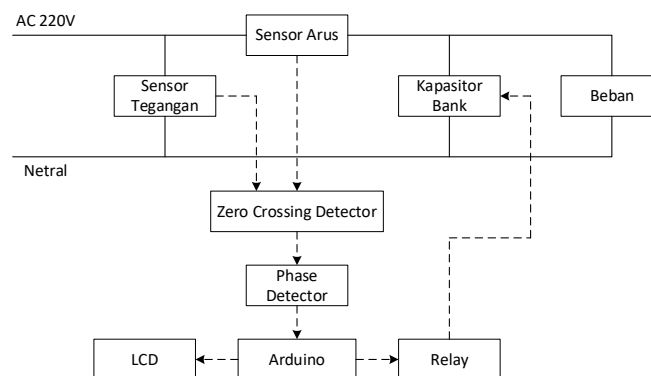
Metode penelitian yang digunakan adalah metode *research and development*, secara garis besar metode ini meliputi tahapan sebagai berikut: perencanaan penelitian, studi literasi, perancangan dan

pembuatan sistem, kalibrasi, pengujian dan pengambilan data, analisis data pengujian dan kesimpulan[15]. Gambar 1 merupakan diagram alir dari proses penelitian yang dilakukan. Dari diagram alir pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Perencanaan penelitian  
Kegiatan perencanaan meliputi identifikasi masalah, mencari solusi dari masalah dan merancang sistem
- b. Studi literatur  
Mempelajari dan mengembangkan penelitian – penelitian sebelumnya sebagai bahan referensi untuk pembaharuan sistem.
- c. Perancangan Sistem  
Sistem dirancang dengan menggunakan mikrokontroler sebagai basis kendali dan pemroses data yang dikirimkan oleh sensor tegangan dan sensor arus. Nilai Cosphi akan ditampilkan pada LCD. Otomatisasi perbaikan faktor daya dilakukan oleh komponen berupa kapasitor bank yang disaklar menggunakan relay. Desain rancangan sistem disajikan pada Gambar 2.

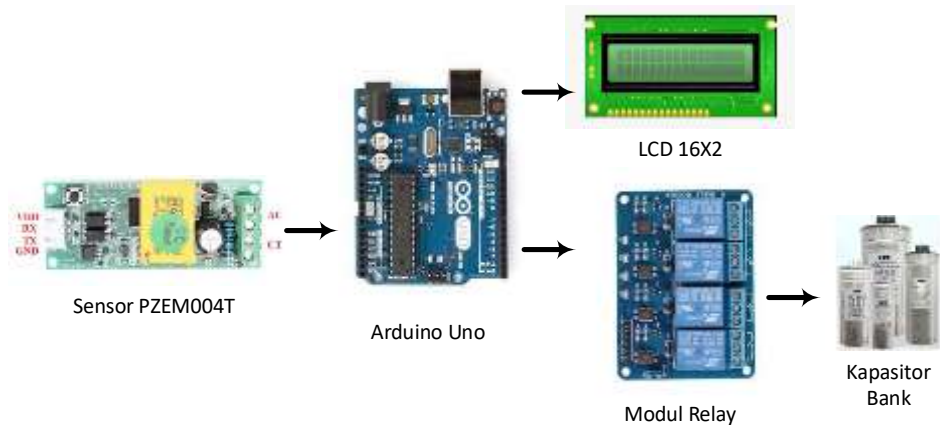


Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian



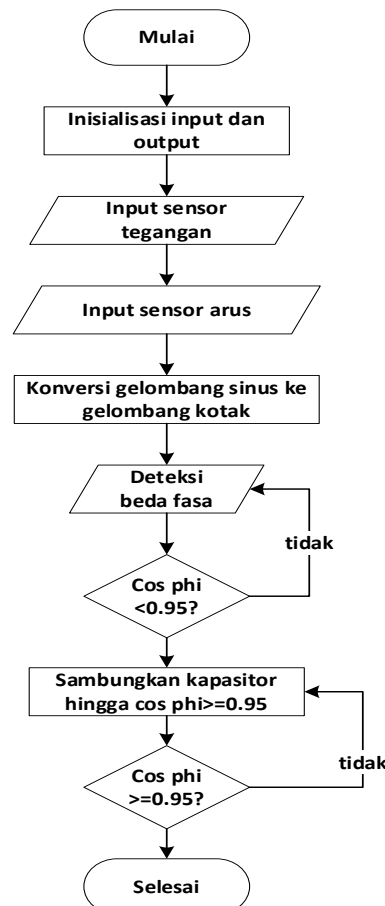
Gambar 2. Diagram Blok Sistem Alat Koreksi Faktor Daya

Gambar 2 merupakan diagram blok sistem koreksi faktor daya. Sistem dilengkapi dengan sensor tegangan, dan sensor arus, kedua nilai besaran listrik ini merupakan nilai zero crossing detector dan mendeteksi perbedaan fasa kedua besaran tersebut. Hasil deteksi phasa oleh fasa detektor kemudian dikirimkan ke modul arduino untuk kemudian hasil pembacaan faktor daya ditampilkan di LCD dan digunakan sebagai dasar untuk mengaktifkan kapasitor bank sebagai komponen utama koreksi faktor daya. Gambar 3. Adalah gambar skema desain sistem alat koreksi faktor daya beban listrik menggunakan arduino.



Gambar 3. Desain Skema Alat Koreksi Faktor Daya

Adapun alur kinerja sistem dijelaskan melalui diagram *flowchart* sistem pada Gambar 4. Berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Cara Kerja Sistem Koreksi Faktor Daya

d. Pembuatan Sistem

Pada tahap pembuatan sistem dilakukan proses perakitan komponen – komponen yang diperlukan untuk membuat alat koreksi faktor daya pada industri rumah tangga. Hasil perakitan komponen pada alat koreksi faktor daya diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Alat Koreksi Faktor Daya Beban Listrik Pada Industri Rumah Tangga

e. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dari penelitian ini, sebagai berikut:

- Pengujian komponen-komponen yang digunakan.
- Pengujian sistem secara keseluruhan dengan menguji cobakan berbagai variasi model pembebanan.
- Pengujian respon time sistem terhadap perubahan nilai cosphi yang terbaca melalui sensor PZEM-004T.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian koreksi factor daya dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam melakukan koreksi 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 koreksi faktor daya.

- a. Menghubungkan alat dengan sumber listrik
- b. Menyalakan sumber listrik AC 220V
- c. Memberikan beban listrik beberapa peralatan listrik berupa hand drill, pompa air, mesin potong logam, jigsaw, dll.
- d. Melakukan pencatatan data hasil pengukuran faktor daya tanpa menggunakan kapasitor bank
- e. Melakukan pencatatan data hasil pengukuran faktor daya menggunakan kapasitor bank.
- f. Melakukan perbandingan antara nilai factor daya tanpa kapasitor bank dan menggunakan kapasitor bank.
- g. Melakukan pengujian otomatisasi switching kapasitor bank jika faktor daya terdeteksi bernilai  $<9.0$ .

Proses pengukuran dan pengujian alat koreksi faktor daya dengan beban berupa peralatan listrik ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses Pengujian Alat Koreksi Faktor Daya dengan beban *handdrill*

### 3.1 Pengujian Alat Koreksi Faktor Daya

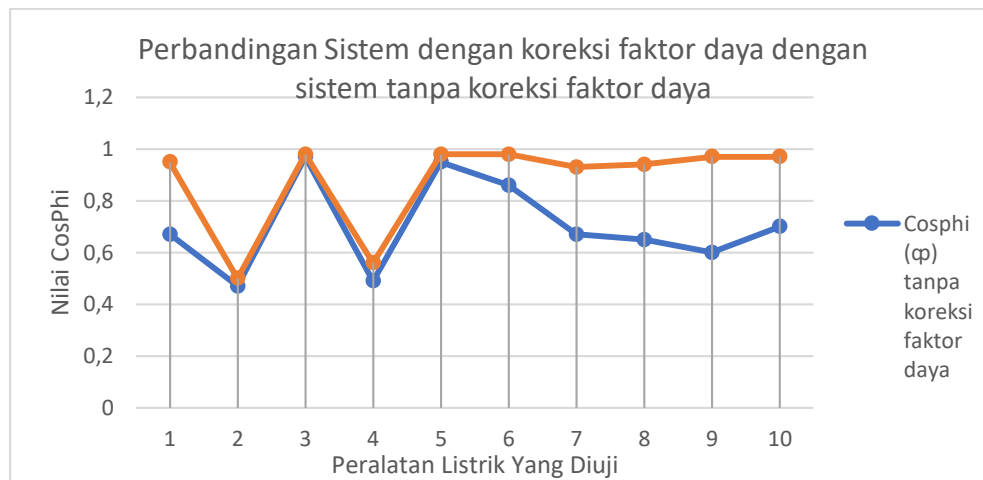
Pengujian alat koreksi faktor daya dilakukan dengan menggunakan beban peralatan listrik yang bersifat induktif dan kapasitif berupa kipas angin, handdrill, mesin pemotong besi, vacumm cleaner, solder, dan pompa air. Hasil pengujian alat koreksi faktor daya dengan beban listrik pada industri rumah tangga disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Pengujian Sistem Koreksi Faktor Daya Pada Beban Peralatan Listrik

No	Nama Alat Listrik	Tanpa Koreksi Faktor Daya			Dengan Koreksi Faktor Daya		
		Volt (V)	Arus (A)	Cosphi ( $\varphi$ )	Volt (V)	Arus (A)	Cosphi ( $\varphi$ )
1	Vaccum	227	1,9	0,99	227	1,97	0,94
2	Hand Drill	227	1,05	0,61	227	0,83	0,7
3	Gerinda	228	1,03	1	228	1,26	1
4	Solder	229	0,13	1	229	0,76	1
5	Pompa Air	227	0,98	0,67	227	0,7	0,95
6	Selenoid	228	0,08	0,47	228	0,69	0,50
7	Wall Drill	227	0,8	0,97	227	0,99	0,98
8	JigSaw	228	0,74	0,49	228	0,65	0,56
9	Stand Drill	227	0,85	0,95	277	0,98	0,98
10	Pompa Air + Wall Drill	225	1,66	0,86	226	1,43	0,98
11	Pompa Air + Hand Drill	227	1,9	0,67	227	1,51	0,93
12	Pompa Air + JigSaw	228	1,58	0,65	228	1,22	0,94
13	JigSaw + Solder	229	0,89	0,6	229	0,77	0,97
14	Pompa air + Solder	229	1,02	0,77	229	0,8	0,97

Dari hasil pengujian alat koreksi faktor daya pada tabel 1 terlihat bahwa sistem mampu menaikkan nilai faktor daya secara signifikan dengan beban berbagai peralatan listrik. Adapun dari hasil pengujian

tersebut terjadi kenaikan faktor daya rata – rata 42,25%. Dari hasil pengujian alat koreksi faktor daya tampak bahwa sistem yang dibuat mampu melakukan koreksi faktor daya secara signifikan. Grafik peningkatan perbaikan faktor daya disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan sistem dengan koreksi faktor daya dan sistem tanpa koreksi faktor daya

Dari Gambar 7 tampak bahwa alat koreksi faktor daya mampu meningkatkan faktor daya secara signifikan dengan berbagai variasi peralatan beban induktif. Hal ini menjadikan konsumsi energi listrik pada penggunaan peralatan yang umum digunakan pada industri rumah tangga lebih efisien.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan yang meliputi proses perancangan alat hingga pengujian Alat Koreksi Faktor Daya Otomatis pada beban listrik industri rumah tangga, dapat disimpulkan bahwa kapasitor bank dapat digunakan sebagai kompensasi daya reaktif pada tenaga listrik sehingga dapat memperbaiki nilai faktor daya yang kurang baik. Koreksi faktor daya dilakukan secara otomatis ketika sistem mendeteksi nilai faktor daya  $<0.9$  maka alat koreksi faktor daya kemudian bekerja dan memperbaiki faktor daya sehingga mencapai  $>0.9$ . Dari hasil pengujian alat koreksi faktor daya diperoleh hasil rata – rata perbaikan faktor daya mencapai 42,25% jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan alat koreksi faktor daya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Akhmad, M. Z. Budi, and A. R. Sultan, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Pada PT. Sari Usaha Mandiri," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, no. September, 2021.
- [2] E. Isnianto, H. N., & Puspitaningrum, "Monitoring Tegangan, Arus, Dan Daya Secara Real Time untuk Perbaikan Faktor Daya Secara Otomatis pada Jaringan Listrik Satu Fase Berbasis Arduino," *J. Nas. Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [3] A. Pabla, *Sistem Distribusi Daya Elektrik*. Jakarta: Erlangga, 1986.
- [4] Y. Esye and S. Lesmana, "Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan," *Sains Teknol.*, pp. 103–113, 2021.
- [5] P. Pian, I. Sulistiyowati, and A. Wisaksono, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Listrik Rumah Tangga Dengan Monitoring Telegram," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 71–77, 2023, doi: 10.33650/jeeecom.v5i1.5841.

- [6] T. N. Hartono, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis," *Tek. Elektro Univ. Brawijaya*, 2014.
- [7] H. Ndikade, S. Salim, and S. Abdussamad, "Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Jaringan Listrik Konsumen Di Kecamatan Katobu Kabupaten Muna," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–59, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i1.11989.
- [8] D. Sancipto, D. Notosudjono, and 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.
- [9] S. Mustafa and U. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Design and Development of Electricity Use Monitoring System Based on Smartphone," *MEDIA Elektron.*, vol. 17, no. 3, pp. 127–130, 2020.
- [10] M. Dahlan, B. Wibowo Cahyo, and Solekhan, "Monitoring the Amount of Electricity Installation Using the Android Application," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 77–86, 2022.
- [11] T. Nusa, A. 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.
- [12] T. Gonen, *Electric Power Distribution Sistem Engineering. Singapore*. McGraw-Hill Book Company., 1987.
- [13] I. Hajar and S. M. Rahayuni, "ANALISIS PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK DI PLANT 6 PT. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk. UNIT CITEUREUP," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 9, no. 1, p. 8, 2020, doi: 10.36055/setrum.v9i1.8111.
- [14] A. M. Somantri, "ANALISIS PERBAIKAN FAKTOR DAYA UNTUK MEMENUHI PENAMBAHAN BEBAN 300 kVA," *Fak. Teknol. Ind. – Inst. Sains Teknol. Nas.*, vol. XIX, no. 1, pp. 33–44, 2017.
- [15] R. Ningsih and N. Y. D. Setyaningsih, "Implementasi Teknologi NFC dengan E-KTP untuk Digital Presensi Notifikasi Bot Telegram," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 7, no. 2, pp. 350–354, 2023, doi: 10.36277/jteuniba.v7i2.133.