

Rancang Bangun Kapasitor *Bank* Otomatis Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Pada Rumah Tinggal

Muhammad Arfan Fahmi¹, Hasan², Erick Radwitya³

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak^{1,2},

Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Ketapang³

Jalan Jend. A. Yani, 0561740143

arfan@polnep.ac.id¹, hasan@polnep.ac.id², erickradwitya@politap.ac.id³

ABSTRACT

Electricity is a crucial energy source in daily life, but we often face challenges such as power losses. Factors causing power losses include resistance in distribution cables, overloads, low voltage, and other factors. To address this issue, the solution is to use capacitor banks. The use of capacitor banks can overcome these challenges by improving the power factor and reducing energy losses.

Capacitor banks have proven effective in improving the power factor, but the manual operation often disrupts users. Therefore, the aim of this final project is to design and implement an automatic capacitor bank system using the Internet of Things (IoT) to enhance energy efficiency and user convenience in residential homes. This automatic capacitor bank system involves a microcontroller control unit connected with current and voltage sensors to detect the load. The IoT module allows users to monitor and control the capacitor bank remotely via a mobile application. Test results show that this system can automatically adjust the capacitor bank capacity according to power demand, improve the power factor, and significantly reduce energy consumption. The implementation of an IoT-based automatic capacitor bank in residential homes is expected to be an effective solution for improving energy efficiency and user convenience in modern home electrical systems.

Keywords: *Electricity, Power losses, Capacitor Bank, Power factor, Internet Of Things (IoT)*

ABSTRAK

Listrik merupakan sumber energi yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, namun seringkali kita menghadapi kendala berupa rugi-rugi daya. Faktor penyebab rugi-rugi daya adalah resistansi dalam kabel distribusi, kelebihan beban, tegangan rendah, dan faktor lainnya. Untuk mengatasi masalah ini, solusinya adalah dengan menggunakan kapasitor *bank*. Penggunaan kapasitor *bank* mampu menanggulangi kendala tersebut dengan cara meningkatkan faktor daya dan mengurangi kerugian energi.

Kapasitor *bank* terbukti efektif dalam meningkatkan faktor daya, namun, kendala pengoperasiannya secara manual sering kali mengganggu pengguna. Oleh karena itu, tujuan proyek akhir ini adalah merancang dan menerapkan sistem kapasitor *bank* otomatis yang menggunakan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna di rumah tinggal. Sistem kapasitor *bank* otomatis ini melibatkan unit kontrol mikrokontroler yang terhubung dengan sensor arus dan tegangan untuk mendeteksi beban. Modul IoT memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol kapasitor *bank* dari jauh melalui aplikasi seluler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu secara otomatis menyesuaikan kapasitas kapasitor *bank* sesuai permintaan daya, meningkatkan faktor daya, dan mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Diharapkan implementasi kapasitor *bank* otomatis berbasis IoT pada rumah tinggal akan menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna di sistem kelistrikan rumah modern.

Kata Kunci : Listrik, Rugi-rugi daya, Kapasitor *Bank*, Faktor daya, *Internet of Things* (IoT)

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan sumber energi yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari manusia, terutama dalam era modern ini. Selain sebagai penerangan, listrik juga dapat mempermudah berbagai aktivitas di rumah maupun kantor. Pentingnya ketersediaan listrik ini menunjukkan bahwa kebutuhan listrik terus meningkat setiap harinya. Salah satu masalah umum yang sering terjadi dalam penggunaan listrik adalah rugi-rugi daya. Resistansi dalam kabel distribusi listrik menjadi penyebab utama terjadinya rugi-rugi daya. Semakin panjang jarak kabel, semakin tinggi resistansinya, dan semakin besar pula rugi-rugi daya yang terjadi. Selain itu, kelebihan beban dalam sistem distribusi listrik juga dapat menyebabkan rugi-rugi daya. Ketika beban meningkat, arus listrik yang mengalir melalui kabel juga meningkat, sehingga menyebabkan peningkatan rugi-rugi daya. Tegangan rendah juga dapat menyebabkan rugi-rugi daya yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penggunaan kapasitor *bank* diperlukan untuk mengurangi rugi-rugi daya tersebut.

Menurut Basudewa, dkk (2020) kapasitor *bank* adalah perangkat listrik yang memiliki sifat kapasitif dan berfungsi untuk menyeimbangkan sifat induktif. Salah satu manfaat dari penggunaan kapasitor adalah untuk memperbaiki profil tegangan, meningkatkan faktor daya ($\cos \phi$), mengurangi rugi daya, menghilangkan biaya berlebih (kVARh), dan mencegah penurunan tegangan pada jalur listrik. Salah satu tujuan pemasangan kapasitor *bank* adalah untuk mengurangi kerugian energi. Kerugian energi adalah hilangnya energi listrik yang disebabkan selama perjalanan sumber daya (pembangkit listrik) ke titik penggunaan akhir (rumah atau industri). Mengurangi kerugian bukan hanya tentang efisiensi tetapi juga tentang penghematan biaya, mengurangi dampak negatif lingkungan, mengurangi resiko gangguan dan kerusakan peralatan elektronik.

Dalam skripsi ini, dirancang sebuah alat yang menggunakan kontrol *internet of things* (IoT) untuk membaca tegangan dan mengontrolnya melalui perangkat seluler. Tujuan utamanya adalah untuk memantau secara *online* dan waktu nyata besaran listrik satu fasa dengan menggunakan teknologi IoT. Teknologi IoT sangat memungkinkan untuk memantau besaran listrik. Oleh karena itu, dalam skripsi ini dibuat perancangan kapasitor

bank berbasis *internet of things* (IoT) pada rumah. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan rugi-rugi daya pada pemakaian listrik di rumah, sehingga memudahkan pemantauan pemakaian daya listrik dan tarif listrik di rumah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk merancang, membangun, dan menguji alat perbaikan faktor daya listrik dengan kapasitor *bank*. Tujuannya adalah memahami proses pembuatan, penggunaan, efektivitas alat dalam memperbaiki faktor daya ($\cos \phi$), serta pengalaman pengguna.

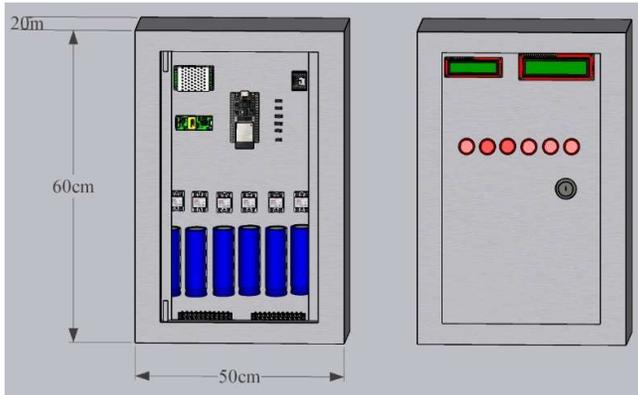
Penelitian dimulai dengan merancang alat yang terdiri dari kapasitor *bank*, sensor PZEM-004T, dan aplikasi *Blynk* untuk monitoring. Proses pembuatan dan hasilnya didokumentasikan secara mendetail, dengan hasil akhir ditampilkan pada Gambar 4.1.

Data dikumpulkan melalui observasi partisipatif dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan peneliti yang mengamati dan berpartisipasi dalam proses pembuatan dan pengujian alat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu meningkatkan nilai $\cos \phi$ dari 0.86 menjadi 0.98. Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan kapasitor secara bertahap dan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur eksternal, seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa alat ini mudah dioperasikan dan efektif dalam perbaikan faktor daya, dengan penghematan biaya listrik hingga Rp. 30.590,20 per bulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan merupakan hasil nyata pembuatan komponen Rancangan Bangun Alat untuk Perbaikan Faktor Daya Listrik yang sesuai dengan desain yang dibuat sebelumnya. Hasil Rancangan Alat adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 1. Hasil Dari Pengerjaan Alat

4.2. Pengujian Saat Kapasitor *Bank ON*

Pada percobaan ini, pengujian mencoba mengaktifkan 1 buah kapasitor, dilanjutkan dengan 2 buah kapasitor sampai dengan 6 kapasitor aktif untuk melihat perbedaan masing-masing berapa *cos phi* yang dapat di perbaiki oleh kapasitor *bank* dan data dan di tampilkan pada *display*, *blynk* dan alat ukur, maka di dapatkan nilai dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Data Uji Coba ON Kapasitor *Bank*

Pengujian Aktif Kapasitor <i>Bank</i> (<i>Display & Blynk</i>)				
No	Jumlah KB Aktif	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	1 Buah KB Aktif	230V	1,57A	341W
2	2 Buah KB Aktif	230V	2,07A	319W
3	3 Buah KB Aktif	230V	2,03A	315W
4	4 Buah KB Aktif	229V	2,93A	310W
5	5 Buah KB Aktif	229V	3,94A	419W
6	6 Buah KB Aktif	228V	5,33A	401W

Keterangan :

KB = Kapasitor *Bank*

Dari tabel 4.1 didapat hasil uji coba kapasitor *bank* yang ditampilkan pada *display* dan *blynk*, juga data hasil pengukuran sebagai pembandingan antara pembacaan sensor dan alat ukur, untuk hasil pengukuran hanya di dapat nilai tegangan dan arusnya saja, maka untuk mencari daya aktifnya menggunakan persamaan 2.3 dan untuk nilai *cos phi* nya di ambil dari data yang terbaca oleh sensor, maka di dapat data sebagai berikut:

Tabel 4. 2. Hasil Pengukuran

Hasil Pengukuran				
No	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	<i>Cos Phi</i>
1	231V	0,99A	214,96W	0,94
2	232V	1,96A	309,20W	0,68
3	229V	1,67A	260,05W	0,68
4	230V	2,52A	394,12W	0,46
5	229V	3,69A	388,70W	0,46
6	228V	4,88A	367,17W	0,33

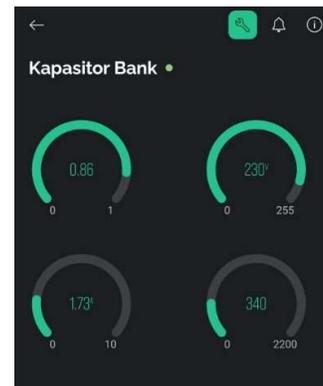
Dapat di lihat pada tabel 4.2 terdapat beberapa perbedaan dari hasil pembacaan sensor yang di tampilkan oleh *display* dan *blynk* dengan hasil pengukuran oleh alat ukur terutama pada arus dan dayanya maka di buatlah penyimpangan *delta* sebagai berikut :

Tabel 4.3 *Display & Blynk* dan Alat Ukur

Δ <i>Display & Blynk</i> dengan Alat Ukur				
No	Jumlah Kapasitor <i>Bank</i> Aktif	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	1 Buah Kapasitor <i>Bank</i>	1V	0.58A	126.04W
2	2 Buah Kapasitor <i>Bank</i>	2V	0.11A	9.8W
3	3 Buah Kapasitor <i>Bank</i>	1V	0.36A	54.95W
4	4 Buah Kapasitor <i>Bank</i>	1V	0.41A	84.12W
5	5 Buah Kapasitor <i>Bank</i>	0V	0.3A	30.3W
6	6 Buah Kapasitor <i>Bank</i>	0V	0.45A	33.38W

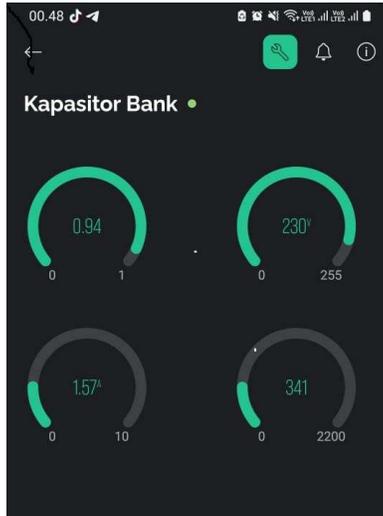
Pada tabel 4.3 menunjukkan perbedaan antara hasil pembacaan sensor yang di tampilkan pada *display* dan *blynk* dengan hasil pembacaan oleh alat ukur terutama pada daya aktif nya dikarenakan nilai daya pada beban tidak dapat dihitung, terutama pada mesin cuci yang memiliki *problem* yaitu motor pada mesin cuci tidak berputar sesuai dengan torsi nya yang menyebabkan perubahan pada dayanya. Untuk perbandingan hasil nilai *cos phi* tidak dapat ditampilkan dikarenakan pada CT sensor pzem-004t langsung ke beban MCB sehingga tidak dapat melakukan pemasangan *cos phi* meter digital.

Pada tabel 4.1 di atas dapat dilihat hanya 1 buah kapasitor *bank* yang dapat menaikkan nilai *cos phi* mendekati nilai 1, nilai *cos phi* awal sebelum kapasitor *bank* aktif dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. 2. Kondisi Awal Kapasitor OFF

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai *cos phi* awal sebelum beban aktif sebesar 0.86, sehingga dilakukan pengujian dengan mengaktifkan terlebih dahulu 1 buah kapasitor *bank*, hasil pengujian dapat di lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. 3. 1 Buah Kapasitor Aktif

Dapat di lihat pada gambar di atas bahwa 1 buah kapasitor *bank* dapat menaikkan nilai *cos phi* sebesar 0,08 dari nilai *cos phi* awal yaitu 0,86 menjadi 0,94, pada percobaan ini rumah yang digunakan yaitu rumah yang memiliki daya sebesar 900VA, dengan beban 2 buah kipas angin, 1 buah mesin cuci dan 1 buah kulkas, sedangkan komponen yang digunakan untuk kebutuhan rumah sebesar 2200VA, maka dari nilai *cos phi* awal dapat di perhitungkan kembali berapa kebutuhan nilai kapasitor yang di perlukan untuk kebutuhan rumah dengan listrik 900VA :

Diketahui :
 $P = 340 \text{ watt}$
 $\text{Cos } \phi_1 = 0,86$
 $\text{Cos } \phi_2 = 0,95$
 Tegangan = 230V

Maka :
Mencari daya reaktif 1

$$\text{Cos } \phi_1 = \frac{P}{S}$$

$$\text{Cos } \phi_1 = \frac{340 \text{ watt}}{395,34 \text{ va}} = 0,86 \quad I = \frac{P}{V} \text{ Cos } \phi =$$

$$I = \frac{340 \text{ watt}}{230 \text{ v}} \cdot 0,86 = 1,27 \text{ A}$$

$$\text{Arccos } 0,86 = 30,68^\circ$$

$$Q_1 = S_1 \cdot \text{Sin } \phi_1 = 201,71 \text{ var}$$

Mencari nilai daya reaktif 2

$$\text{Cos } \phi_2 = \frac{P}{S}$$

$$\text{Cos } \phi_2 = \frac{340 \text{ watt}}{357,89 \text{ va}} = 0,95$$

$$I = \frac{P}{V} \text{ Cos } \phi = I = \frac{340 \text{ watt}}{230 \text{ v}} \cdot 0,95 = 1,404 \text{ A}$$

$$\text{Arccos } 0,86 = 18,19^\circ$$

$$Q_2 = S_2 \cdot \text{Sin } \phi_2 = 111,72 \text{ var}$$

Mencari nilai delta Q1 dan Q2

$$\Delta Q = Q_2 - Q_1$$

$$\Delta Q = 111,71 - 201,71 \text{ VAR}$$

$$\Delta Q = -89,99 \text{ VAR}$$

Mencari Nilai Kapasitor

$$C = \frac{Qc}{-v^2 \cdot 2\pi f} = \frac{89,99}{15.197.600} = 0,0000059 \text{ f}$$

$$= 5,9 \mu\text{f} = 6 \mu\text{f}$$

Maka nilai kapasitor yang seharusnya digunakan untuk rumah dengan listrik 900VA yaitu sebesar 6μf.

4.3. Uji Performa Kapasitor Bank

Uji performa kapasitor *bank* bertujuan untuk melihat bagaimana hasil data yang di peroleh melalui aplikasi *blynk*. Pada uji coba performa ini dilakukan pengujian dengan mematikan masing-masing beban yang ada, dan dikarenakan hanya 1 step kapasitor yang dapat memperbaiki nilai *cos phi* maka kapasitor melakukan percobaan sebagai berikut:

Tabel 4. 4. Kondisi Awal Kapasitor OFF

Uji Coba Performa Alat				
Saat Kapasitor Bank OFF				
No	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cos phi
1	230V	1,73A	340W	0,86

Pada tabel 4.4 adalah kondisi dimana seluruh kapasitor *bank* dalam keadaan *off* dengan nilai *cos phi* 0,86 dengan beban yaitu 2 kipas angin, 1 mesin cuci dan 1 buah kulkas. Untuk pengujian performa ini menggunakan kapasitor dengan nilai terbesar yaitu 20μf, berikut hasil uji coba performa dengan semua beban dalam keadaan aktif menggunakan kapasitor 20μf.

Tabel 4. 5. Kondisi Kapasitor ON

Uji Coba Performa Alat			
Saat Kapasitor Bank ON			
No	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	230V	1,85A	417W

Dapat di lihat pada tabel 4.5 kondisi kapasitor pada saat aktif dapat menaikkan nilai *cos phi* sampai 0,98 hampir menyentuh nilai 1, dengan semua beban yang aktif kapasitor mampu bekerja dengan baik.

Maka untuk pengujian performa dilakukan dengan mematikan 1 buah beban sampai semua beban dimatikan, berikut adalah hasil uji coba performa sebagai berikut:

Tabel 4. 6. Uji Coba Performa

Uji Performa Kapasitor Bank (Display & Blynk)					
No	Kondisi Saat Beban Off	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cos Phi
1	1 Kipas Angin	230V	1,65A	396W	0,97
2	2 Kipas Angin	230V	1,56A	348W	0,97
3	1 Kulkas	230V	1,57A	317W	0,88
4	1 Mesin Cuci	230V	1,36A	206W	0,66
5	Semua Beban	231.	1,66A	37W	0,1

Pada tabel 4.6 dapat di lihat hasil uji coba performa kapasitor bank dimana kapasitor bank mampu bekerja dengan baik apabila kondisi beban dalam keadaan aktif, untuk beban dalam keadaan tidak aktif kapasitor bank justru menurunkan nilai *cos phi*, hal ini dikarenakan over kompensasi mampu menurunkan nilai *cos phi* apabila tidak ada beban yang aktif.

Dari data yang di dapat, dihitung pula jumlah persentase kenaikan *cos phi* dari *cos phi* awal yaitu 0,85 menjadi nilai *cos phi* tertinggi yaitu 0,98 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{Kenaikkan } \cos \phi &= \frac{0,98 - 0,86}{0,86} \times 100\% \\ \% \text{Kenaikkan } \cos \phi &= 10,24\% \end{aligned}$$

Maka nilai persentase kenaikan *cos phi* sebesar 10,24%, sehingga dengan menggunakan kapasitor bank mampu memperbaiki faktor daya sebesar 10,24%.

Analisis ekonomi pemakaian kapasitor bank sebelum pemakaian kapasitor bank pada tabel 4.4 apabila daya pada PLN sebesar 900 VA, maka mencari nilai daya aktif menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$P = V.I.Cos \phi$$

$$\begin{aligned} P &= 230V.1,73A.0,86 \\ P &= 342,19 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Keterangan

$$\begin{aligned} V &= 230 \text{ V} \\ I &= 1,73 \text{ A} \\ \cos \phi \text{ awal} &= 0,86 \end{aligned}$$

Analisis ekonomi setelah kapasitor bank aktif pada tabel 4.5 apabila daya pada PLN sebesar 900 VA, maka mencari nilai daya aktif menggunakan persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= V.I.Cos \phi \\ P &= 230V.1,85A.0,98 \\ P &= 416,99 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Keterangan

$$\begin{aligned} V &= 230 \text{ V} \\ I &= 1,85 \text{ A} \\ \cos \phi \text{ akhir} &= 0,98 \end{aligned}$$

Dengan harga tarif daya listrik (TDL) yang ada sekarang, kerugian dapat diminimalisir sejumlah:

Daya aktif sesudah kb – Daya aktif sebelum kb

$$\begin{aligned} \text{Maka} \\ 416,99 \text{ watt} - 342,19 \text{ watt} &= 74,8 \text{ watt} \end{aligned}$$

Keterangan:

KB = Kapasitor Bank

Untuk tarif daya listrik pada rumah 900VA yaitu Rp. 568 per KWH, maka :

$$\begin{aligned} 74,8 \text{ watt} \times 24 \text{ jam} \\ &= 1.795,2 \text{ watt} / 1000 \\ &= 1,7952 \text{ KWh} \\ 1,7952 \text{ KWh} \times 30 \text{ hari} &= 53,856 \text{ KWh} \\ 53,856 \text{ KWh} \times \text{Rp. 568} &= \text{Rp. 30.590,20} \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan Kapasitor Bank mampu menghemat sampai Rp.30.590,20.

4. KESIMPULAN

Pada halaman ini penulis telah berhasil menciptakan alat yaitu: RANCANG BANGUN KAPASITOR BANK OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA RUMAH TINGGAL. Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan yang telah dijabarkan, dapat di tarik kesimpulan antara lain :

- a. Pada pengambilan data, rumah menggunakan daya listrik sebesar 900VA dengan beban 2 kipas angin, 1 mesin cuci, dan 1 kulkas. Data hasil pengukuran ditampilkan pada *display*, aplikasi *Blynk*, dan alat ukur.
- b. Uji performa kapasitor *bank* dilakukan untuk meningkatkan nilai *cos phi*. Setelah kapasitor *bank* aktif, terjadi peningkatan nilai *cos phi* dari 0,86 menjadi 0,98.
- c. Dari segi *ekonomi*, dengan mengaktifkan kapasitor *bank*, terjadi peningkatan nilai *cos phi* sebesar 10,24%, yang dapat mengurangi rugi daya listrik. Analisis *ekonomi* juga menunjukkan bahwa kerugian daya aktif dapat diminimalkan setelah penggunaan kapasitor *bank* aktif, sehingga menghasilkan potensi penghematan biaya listrik.
- d. Dengan harga tarif daya listrik sebesar Rp. 568 per kWh, perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan kapasitor *bank* aktif dapat menghasilkan potensi penghematan biaya sebesar Rp.30.590,20 per bulan.

Dengan demikian, penggunaan kapasitor *bank* aktif dapat memberikan manfaat *ekonomi* dan efisiensi dalam penggunaan energi listrik pada rumah dengan daya 900VA.

Sebagai penutup dalam bab akhir skripsi, terdapat saran-saran yang dapat di ajukan sebagai Langkah-langkah perbaikan atau pengembangan berdasarkan kekurangan yang ditemukan pada alat ini:

- a. Sebaiknya lebih mencari tahu terlebih dahulu atau memperkirakan daya aktif dan beban nya apa saja, agar bisa dilakukan perhitungan

untuk menentukan berapa besaran kapasitor yang akan digunakan.

- b. Lebih disarankan untuk menambahkan *power factor digital* agar bisa menjadi pembanding antara pembacaan sensor dan *power factor digital*.
- c. Untuk data yang di tampilkan sebaiknya menggunakan data logger agar lebih efisien dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- [1] D. A. Basudewa, W. Aribowo, M. Widyartono, dan A. C. Hermawan, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Gedung Idb Laboratory Unesa," Jurnal Teknik Elektro, vol. 9, pp. 697-707, 2020.
- [2] M. Darusman, "Analisa Kelayakan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Gardu Distribusi Untuk Kemampuan Layanan di PT. EPI (Energi Pelabuhan Indonesia) Cabang Pontianak," Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, vol. 2, no. 1, 2018.
- [3] D. Handarly dan J. Lianda, "Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing)," J. Electr. Electron. Control Automot. Eng, vol. 3, pp. 205-208, 2018.
- [4] I. Muhammad, "Sistem Kendali Dan Monitoring Faktor Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Dan Internet Of Things (IoT)," Jurnal Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 2020.
- [5] H. N. Isnianto dan E. Puspitaningrum, "Monitoring Tegangan, Arus, Dan Daya Secara Real Time untuk Perbaikan Faktor Daya Secara Otomatis pada Jaringan Listrik Satu Fase Berbasis Arduino," Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT), vol. 2, pp. 31-36, 2018.
- [6] P. A. Juliantara, I. W. A. Wijaya, dan C. G. I. Partha, "Rancang Bangun Kapasitor Bank Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P Untuk Perbaikan Faktor Daya," Jurnal SPEKTRUM, vol. 5, pp. 157-163, 2018.

[7] S. Noor dan N. Saputera, “Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank,” Poros Teknik, vol. 6, pp. 73-79, 2014.

Proceeding:

[8] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, dan A. Fadli, “Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T,” dalam Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, vol. 3, no. 1, pp. 272, 2019.

Texbooks:

[9] A. Von Meier, *Electric power systems: a conceptual introduction*. John Wiley & Sons, 2006.

Laporan:

[10] W. N. Hardiranto, “Analisa optimasi perbaikan faktor daya dan drop tegangan dengan menggunakan kapasitor bank pada line 5 PT Bukit Asam (persero) Tbk,” Skripsi. Universitas Lampung, 2017.

[11] Y. Sartika, “Sistem Pengoperasian Kapasitor Bank Dan Monitoring Menggunakan Internet Of Things (IoT) Di Gedung Elektro,” Disertasi. Politeknik Negeri Bengkalis, 2021.

Buku Terjemahan:

[12] M. Abdillah, Merakit Kapasitor Bank Untuk Jaringan Listrik, Pontianak: Yayasan Kemajuan Teknik, 2015.

[13] Risyah, “Rangkaian Seri dan Paralel Kapasitor Bank,” [Online]. Tersedia: <https://www.kompas.com/skola/read/2020/10/20/183421869/pengertianrangkaiannya-seri-dan-paralel-kapasitor?page=al>. [Diakses 5 Agustus 2023].