

RANCANG BANGUN PERBAIKAN FAKTOR DAYA SECARA OTOMATIS MENGUNAKAN ARDUINO MENGGUNAKAN KAPASITOR AGAR TERJADINYA EFISIENSI PEMAKAIAN LISTRIK

RIZKI SENTOSA¹, ANDI SYOFIAN²

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang^{1,2}
rizki.sentosa92@gmail.com

Abstract: *Decreased power factor values due to the use of inductive equipment are not monitored. Because with a decrease in the power factor, both consumers and suppliers of electrical energy will suffer losses. For consumers, the disadvantages include that the system voltage will decrease, the supply of electric power will not be optimal. Factors that affect the decrease in power factor is the use of inductive loads. Based on Ministerial Regulation No. 07 of 2010, CHAPTER III Article 5 paragraph 3 which states that the power factor value that is subject to a penalty on electricity consumers is a power factor below 0.85 and the lowest is 0.62. And based on SPLN 70-1 the standard power factor ($\cos \phi$) is ≥ 0.85 , if the power factor is less than 0.85 then PLN will take into account the excess use of Kilo Volt Ampere Reactive Hours (KVArH). Making a power factor improvement tool to meet predetermined power factor needs using the PZEM-004t sensor and Arduino as a control tool and the Node-Red application as an interface for displaying data reading values. To improve the power factor, capacitors are used which will be active when needed at the command of the Arduino control. From the experiments it was found that the efficiency occurred from 0.67% to 23% so that the use of the tool can provide benefits for consumers. Capacitor value for maximum power factor improvement is 425.12Var.*

Keywords: *Power Factor, and Efficiency.*

Abstrak: Nilai faktor daya yang menurun akibat pemakaian peralatan induktif tidak terpantau. Sebab dengan menurunnya faktor daya, baik konsumen dan pemasok energi listrik akan mengalami kerugian. Bagi konsumen kerugian antara lain tegangan sistem akan menurun, pasokan daya listrik menjadi tidak maksimal. Faktor yang mempengaruhi turunnya faktor daya adalah pemakaian beban induktif. Berdasarkan Permen No. 07 Tahun 2010, BAB III Pasal 5 ayat 3 yang menyatakan bahwasanya nilai faktor daya yang dikenakan pinalti pada konsumen listrik adalah faktor daya yang dibawah 0,85 dan terendah adalah 0,62. Dan berdasarkan SPLN 70-1 standar faktor daya ($\cos \phi$) adalah sebesar $\geq 0,85$, apabila faktor daya kurang dari 0.85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours (KVArH). Pembuatan alat perbaikan faktor daya untuk memenuhi kebutuhan faktor daya yang telah ditentukan menggunakan sensor PZEM-004t dan Arduino sebagai alat control serta aplikasi Node-Red sebagai interface untuk penampilan nilai pembacaan data. Untuk perbaikan faktor daya digunakan kapasitor yang mana akan aktif ketika dibutuhkan atas perintah kontrol dari Arduino. Dari percobaan yang didapat efisiensi terjadi dari 0,67% hingga 23% sehingga pemakaian alat dapat memberi manfaat bagi konsumen. Nilai kapasitor untuk perbaikan faktor daya maksimum adalah 425,12Var.

Kata Kunci: Faktor Daya, dan Efisiensi.

A. Pendahuluan

Alat ukur pada pelanggan rumah tangga konvensional yang diberikan oleh PT. PLN tidak memiliki alat ukur $\cos \phi$, sehingga nilai faktor daya yang menurun akibat pemakaian peralatan induktif tidak terpantau. Sebab dengan menurunnya faktor daya, baik konsumen dan pemasok energi listrik akan mengalami kerugian. Bagi konsumen kerugian antara lain tegangan sistem akan menurun, pasokan daya listrik menjadi tidak maksimal. Faktor yang mempengaruhi turunnya faktor daya adalah pemakaian beban induktif. (Dani & Hasanuddin, 2018).

Berdasarkan Permen No. 07 Tahun 2010, BAB III Pasal 5 ayat 3 yang menyatakan bahwasanya nilai faktor daya yang dikenakan pinalti pada konsumen listrik adalah faktor daya

yang dibawah 0,85 dan terendah adalah 0,62.(Zahedy, 2010) Dan berdasarkan SPLN 70-1 standar faktor daya ($\cos \phi$) adalah sebesar $\geq 0,85$, apabila faktor daya kurang dari 0.85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours (KVArH). (Eseye & Lesmana, 2021). Untuk mengetahui nilai faktor daya pada jaringan listrik, konsumen membutuhkan suatu alat yang menunjukkan nilai faktor daya terpakai sehingga dapat mengetahui nilai faktor daya yang digunakan oleh pelanggan.

Pada konsumen listrik hanya disediakan KWh meter yang mana hanya mengukur pemakaian KWh listrik pada pelanggan, sehingga hanya nilai pemakaian daya per jam yang hanya ditampilkan tanpa mengetahui apakah faktor daya pada rumah pelanggan konsumen tersebut di atas nilai ambang bawah faktor daya yang telah ditentukan. Pembuatan alat ini menggunakan kontrol Arduino dan sensor untuk mendeteksi tegangan, arus, daya dan faktor daya menggunakan sensor PZEM-004t dan memberikan kapasitor untuk dilakukannya perbaikan faktor daya

Pentingnya penelitian ini untuk memenuhi persyaratan faktor daya pada jaringan listrik konsumen agar tercapainya efisiensi pada pemakaian listrik maka penulis membahas Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya Secara Otomatis Menggunakan Arduino Menggunakan Kapasitor Agar Terjadinya Efisiensi Pemakaian Listrik.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian rancang bangun ini dilaksanakan di perumahan yang memiliki berdaya 900VA dan memiliki beberapa peralatan induktif dan dilakukan rancang bangun sebuah alat untuk melakukan koreksi power factor bertujuan membuktikan adanya efisiensi daya nyata dari pemakaian kapasitor untuk mengurangi faktor daya. Penelitian rancang bangun ini dilakukan berdasarkan referensi berbagai sumber. Dilakukan dengan cara menghitung nilai kebutuhan terbesar kebutuhan kapasitor dan terkecil kapasitor pada jaringan listrik perumahan pada daya 900VA. Sehingga dari pemakaian kapasitor ini diharapkan terdapatnya efisiensi pemakaian daya listrik pada perumahan. Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan kapasitas kapasitor yang dibutuhkan dimana nilai faktor daya terendah dari PLN adalah 0,85 dan paling bawah adalah 0,62 dengan referensi daya jaringan listrik yang digunakan 900VA. Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan nilai kapasitor yang digunakan dan disesuaikan dengan yang ada pada pasaran.

C. Hasil dan Pembahasan

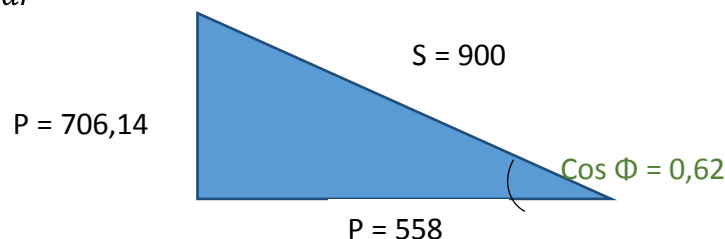
Kapasitor yang digunakan didiskritkan (nilai dipecah berbeda-beda), akan tetapi kita butuh penentuan nilai daya reaktif yang ditentukan. Dimana nilai power factor terendah kita tentukan 0,62 sedangkan target power factor adalah 0,95. Menentukan nilai terendah dengan power factor 0,62. Dimana nilai sudut $\cos \phi$ 0,62 adalah sudut $49,458^\circ$. Maka ditentukan nilai daya reaktif sebelum perbaikan, yaitu sebagai berikut.

Diketahui : S (daya semu) adalah 900VA sengangkan untuk P (daya aktif) adalah $900VA \times 0,62 = 558Watt$. Maka nilai Q1 (daya reaktif awal) adalah;

$$Q1 = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$Q1 = \sqrt{900^2 - 558^2}$$

$$Q1 = 706,14 Var$$



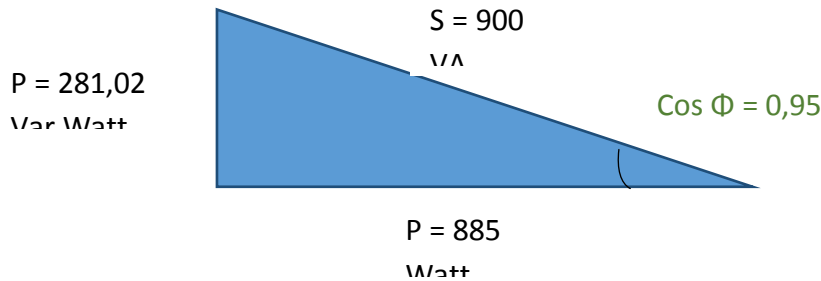
Gambar 1 . Segitiga Daya awal

Ketika 900VA pada cos phi 0,95, maka untuk P (daya aktif) adalah $900V \times 0,95 = 855$ Watt. Maka nilai reaktif yang dituu Q2 adalah

$$Q1 = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$Q1 = \sqrt{900^2 - 885^2}$$

$$Q1 = 281,02 \text{ Var}$$



Gambar 2 Segitiga Daya Akhir

Menghitung kebutuhan kapasitor adalah sebagai berikut:

$$Qc = Q1 - Q2 \dots\dots\dots (4.3)$$

$$Qc = 706,14VAr - 281,02VAr$$

$$Qc = 425,12VAr$$

Menentukan nilai Farad kapasitor yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$\text{Capacitance } (\mu\text{F}) = \frac{VAr}{2 \times \pi \times f \times V^2} \times 10^6 \dots\dots\dots (4.4)$$

$$\text{Capacitance } (\mu\text{F}) = \frac{425,12VAr}{2 \times \pi \times 50 \times 220^2} \times 10^6$$

$$\text{Capacitance} = 27,95 \mu\text{F}$$

Maka didapat nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk korektif power factor dari 0,65 ke 0,95 pada tegangan 1 phase denga daya semu 900VA adalah 27,95 μF . Disini penulis melakukan deskrit pada nilai kapasitor yang dibutuhkan dan menyesuaikan dengan nilai kapasitor yang dijual dipasaran. Adapun penulis melakukan konfigurasi pembagian nilai kapasitor yang akan dipasang adalah sebagai berikut

Tabel 1 Nilai kapasitor yang akan dipasang
 Nilai Kapasitor dipasang dengan satuan μF

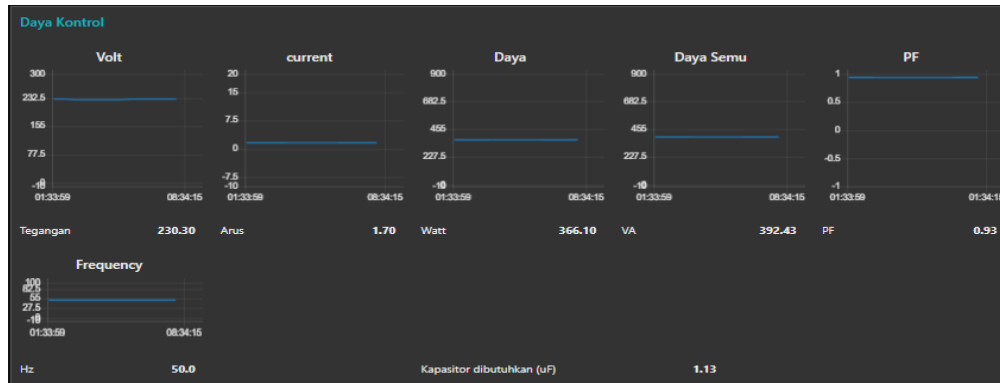
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total	Target	selisih
1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	5	12	27	27,95	0,95

Dari nilai di atas jika kita memiliki PF 0,65 maka akan dibutuhkan ke-8 buah kapasitor untuk aktif agar mengejar target nilai PF 0,95.

1. Data Pengukuran

Pada penelitian ini memuat beberapa data lapangan yang diambil dari pengukuran alat PZEM-004t, penulis mengambil sampel nilai pengukuran dengan peralatan rumah tangga yang ada dengan pengukuran menggunakan dan tanpa menggunakan kapasitor.

1. Percobaan 1



Gambar 3 Percobaan pengukuran data pertama

Didapat data sebagai berikut:

Tegangan = 230,3V

Arus = 1,7A

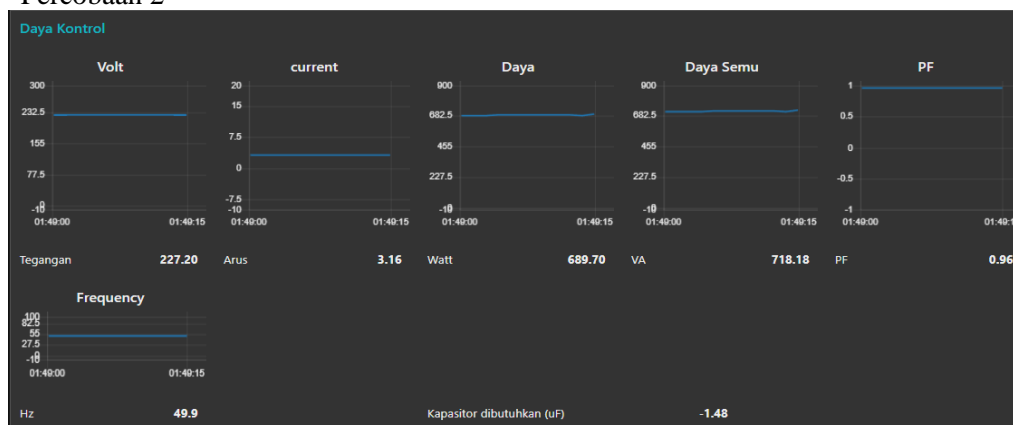
Daya = 366,1W

PF = 0,93

Frekuensi = 50 Hz

Percobaan ini faktor daya beada pada nilai 0,93 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah 1,13uF akan tetapi nilai kapasitor terkecil adalah 1,5 uF sehingga tidak ada kapasitor yang hidup.

2. Percobaan 2



Gambar 4 Percobaan pengukuran data kedua

Didapat data sebagai berikut:

Tegangan = 227,2V

Arus = 3,16A

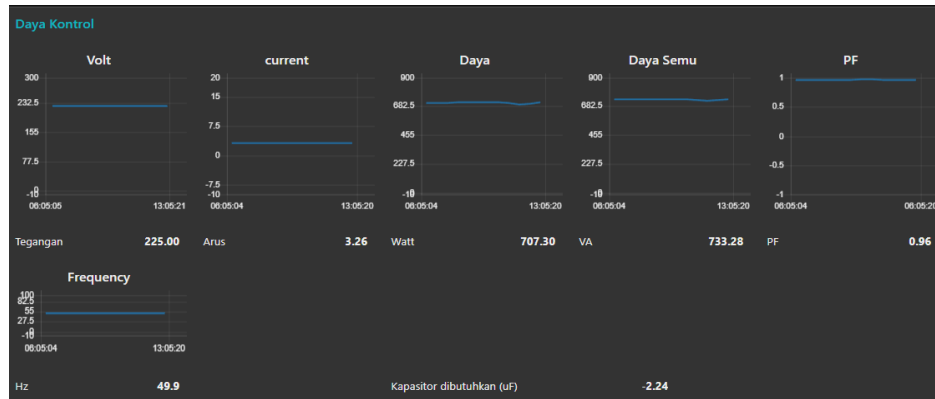
Daya = 689,7W

PF = 0,96

Frekuensi = 49,9Hz

Percobaan ini faktor daya beada pada nilai 0,96 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah - 1,48uF sehingga tidak ada perlu kapasitor yang aktif karena target perbaikan faktor daya adalah 0,95.

3. Percobaan 3.



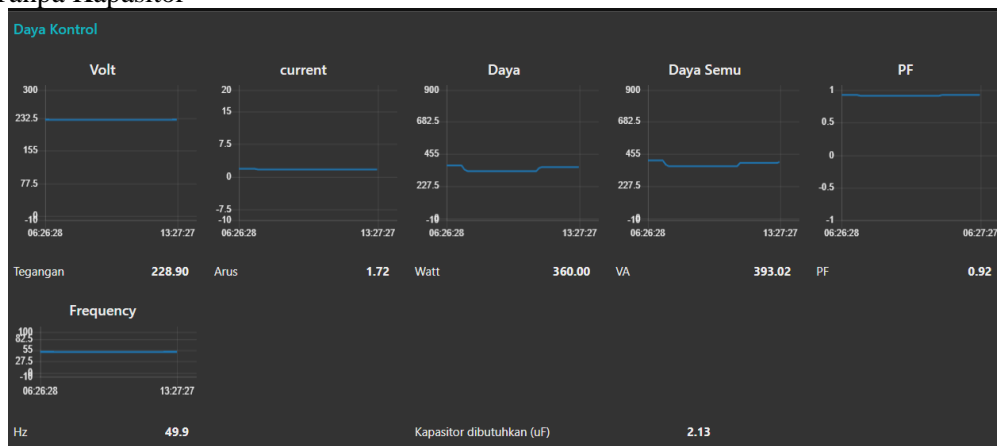
Gambar 5 Percobaan pengukuran data ketiga

Didapat data sebagai berikut:

Tegangan = 225V
Arus = 3,26A
Daya = 707,3W
PF = 0,96

Percobaan ini faktor daya berada pada nilai 0,96 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah - 2,24uF sehingga tidak ada perlu kapasitor yang aktif karena target perbaikan faktor daya adalah 0,95.

4. Percobaan 4. Tanpa Kapasitor



Gambar 6. Percobaan pengukuran data keempat tanpa kapasitor

Didapat data sebagai berikut:

Tegangan = 228,9V
Arus = 1,72A
Daya = 360W
PF = 0,92

Percobaan ini faktor daya berada pada nilai 0,92 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah 2,13uF sehingga perlu adanya kapasitor yang aktif karena target perbaikan faktor daya adalah 0,95.

Dengan Kapasitor



Gambar 7. Percobaan pengukuran data keempat dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut:

Tegangan = 228,9V

Arus = 1,68A

Daya = 357,6W

PF = 0,93

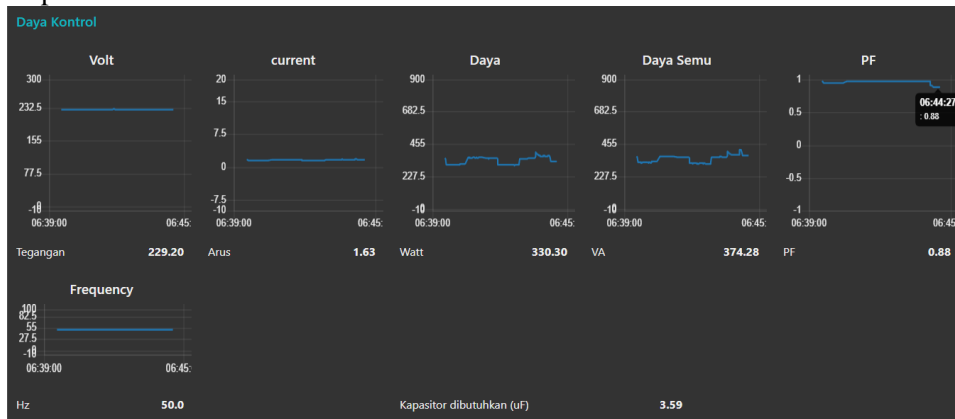
Percobaan ini faktor daya berada pada nilai 0,93 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah 1,3uF sehingga perlu adanya kapasitor yang aktif karena target perbaikan faktor daya adalah 0,95. Karena minimum nilai kapasitor adalah 1,5 uF sehingga tidak ada penambahan kapasitor yang aktif lagi untuk mengejar nilai faktor daya 0,95.



Gambar 8. Aktifitas kapasitor

Diatas adalah gambar aktifitas kapasitor dalam upaya perbaikan faktor daya jaringan listrik dengan target faktor daya adalah 0,95.

5. Percobaan 5 Tanpa Kapasitor



Gambar 9. Percobaan pengukuran data kelima tanpa kapasitor

Didapat data sebagai berikut:

Tegangan = 229,2V

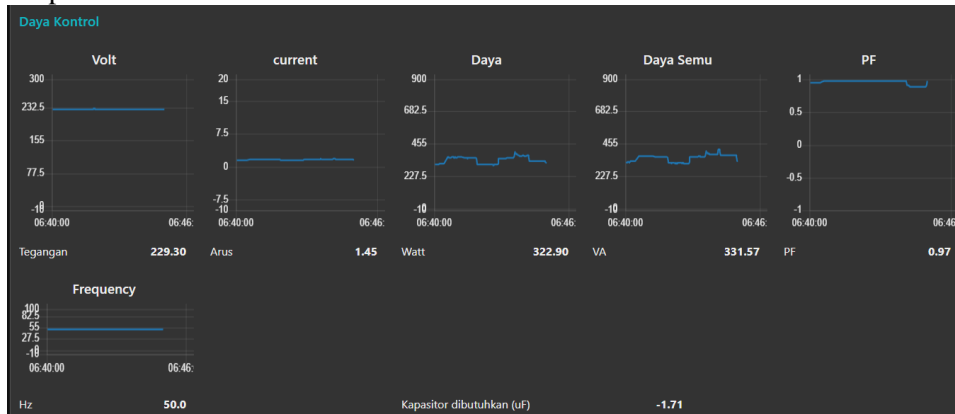
Arus = 1,63A

Daya = 330,3W

PF = 0,88

Percobaan ini faktor daya berada pada nilai 0,88 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah 3,59uF sehingga perlu adanya kapasitor yang aktif karena target perbaikan faktor daya adalah 0,95.

Dengan Kapasitor



Gambar 10. Percobaan pengukuran kelima dengan kapasitor

Didapat data sebagai berikut:

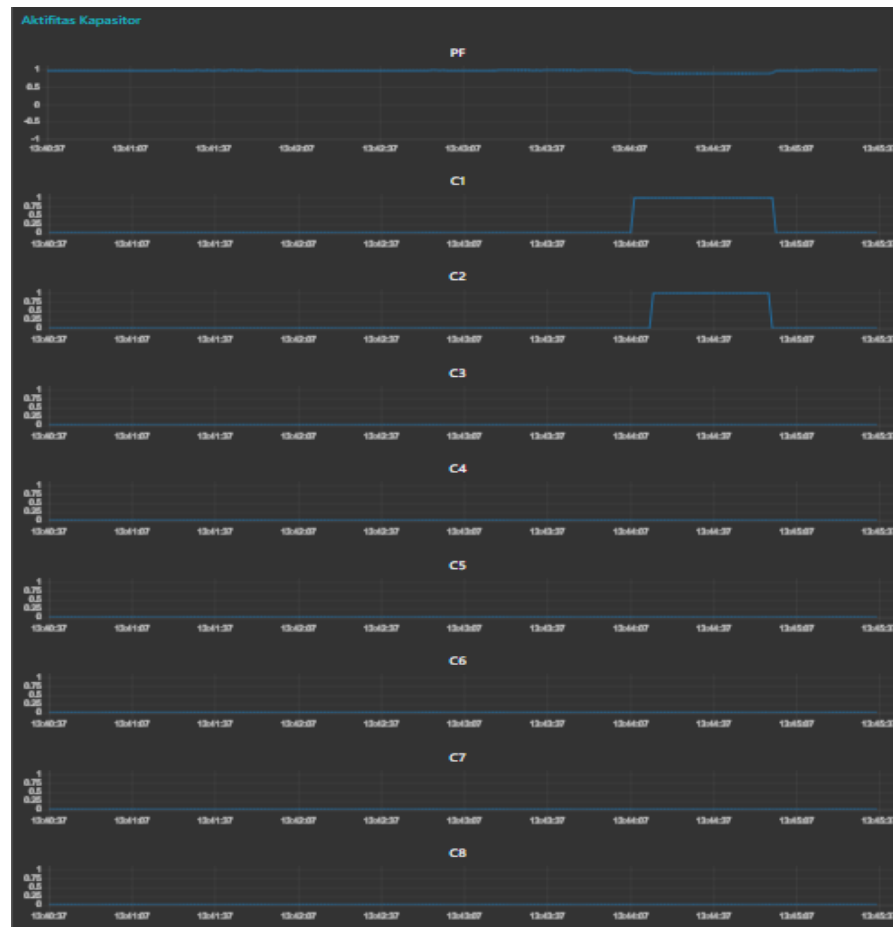
Tegangan = 229,3V

Arus = 1,45A

Daya = 322,9W

PF = 0,97

Percobaan ini faktor daya berada pada nilai 0,97 dengan kebutuhan kapasitor yang adalah -1,71uF sehingga tidak perlu adanya kapasitor yang aktif lagi karena target perbaikan faktor daya adalah 0,95.



Gambar 11.1 Pergerakan kapasitor

Diatas adalah gambar aktifitas kapasitor dalam upaya perbaikan faktor daya jaringan listrik dengan target faktor daya adalah 0,95.

2. Tabel Percobaan dan Efisiensi

Tabel 1 Tabel Percobaan Pengukuran Faktor Daya

Percobaan	Saklar Kapasitor : OFF					Saklar Kapasitor : ON					Efisiensi
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Kebutuhan Cap (uF)	Faktor Daya	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Kebutuhan Cap (uF)	Faktor Daya	
Jaringan Percobaan 1	230,3	1,7	366,1	1,13	0,13	-	-	-	-	-	-
Jaringan Percobaan 2	227,2	3,16	689,7	-1,48	0,96	-	-	-	-	-	-
Jaringan Percobaan 3	225	3,26	707,3	-2,24	0,96	-	-	-	-	-	-
Jaringan Percobaan 4	228,9	1,72	360	2,13	0,92	228,9	1,68	357,6	1,3	0,93	0,67%
Jaringan Percobaan 5	229,2	1,63	330,3	3,59	0,88	229,3	1,45	322,9	-1,71	0,97	2,24%
Jaringan Percobaan 6	230,4	2,93	627	2,33	0,93	230,8	2,21	482,3	0,44	0,95	23,08%

Adapun dari tabel di atas dapat dilihat bahwasanya adanya efisiensi atau penurunan pemakaian daya sehingga terjadi penurunan pemakaian daya ketika faktor daya rendah dibandingkan .

D. Penutup

Secara perhitungan pada jaringan 900VA dengan ketentuan permen no.7 tahun 2010 nilai faktor daya terendah 0,62 dan di denda dari 0,85 kebawah dan target perbaikan faktor daya 0,95 maka dibutuhkan kapasitor sebesar 27,95uF dengan Nilai korektif Daya reaktif sebesar 425,12 Var/ Efisiensi yang terjadi adalah penurunan nilai daya (watt) pada jaringan yang diberikan oleh kapasitor yang dipasang secara parallel pada jaringan.

Daftar Pustaka

- Alfauzi, D. P., Permana, A. G., & Novianti, A. (2019). Rancang Bangun Alat Perbaikan Faktor Daya Listrik Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler. *EProceedings of Applied Science*, 5(3), 3086–3094.
- Dani, A., & Hasanuddin, M. (2018). Perbaikan Faktor Daya Sebagai Kompensator Daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 998(September), 673–678.
<https://jurnal.stmikroyal.ac.id/index.php/senar/article/download/268/211>
- Esy, Y., & Lesmana, S. (2021). Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan. *Sains & Teknologi*, 11(1), 103–113.
- Hartono, T. N. (2014). Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis. *Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, 1–7.
- Ilham, M. (2017). *Analisa Perbaikan Faktor Daya Dengan Menggunakan Kapasitor Bank*.
- Ndikade, H., Salim, S., & Abdussamad, S. (2022). Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Jaringan Listrik Konsumen Di Kecamatan Katobu Kabupaten Muna. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 52–59.
<https://doi.org/10.37905/jjee.v4i1.11989>
- Ofori, D. A., Anjarwalla, P., Mwaura, L., Jamnadass, R., Stevenson, P. C., Smith, P., Koch, W., Kukula-Koch, W., Marzec, Z., Kasperek, E., Wyszogrodzka-Koma, L., Szwerc, W., Asakawa, Y., Moradi, S., Barati, A., Khayyat, S. A., Roselin, L. S., Jaafar, F. M., Osman, C. P., ... Slaton, N. (2020). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Molecules*, 2(1), 1–12.
<http://clik.dva.gov.au/rehabilitation-library/1-introduction-rehabilitation%0Ahttp://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/as.2017.81005%0Ahttp://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/as.2012.34066%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.201>
- Somantri, A. M. (2017). ANALISIS PERBAIKAN FAKTOR DAYA UNTUK MEMENUHI PENAMBAHAN BEBAN 300 kVA. *Fakultas Teknologi Industri – Institut Sains & Teknologi Nasional*, XIX(1), 33–44.
- Suseno, A., Ira, I. G., & Yudha, M. (2006). Faktor Daya Listrik. *Erlangga*, 5–21.
- Zahedy, D. (2010). Tarif tenaga listrik yang disediakan oleh perusahaan perseroan PT.PLN. *Peraturan Menteri ESDM No.07 Tahun 2010, 2010*.