

KOREKTOR FAKTOR DAYA OTOMATIS PADA LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN KOMBINASI KAPASITOR SECARA SERI PARALEL

Linda Sartika¹, Abdul Muis Prasetya², Sugeng Riyanto³, Muhammad Aswan⁴

^{1,2,3,4} Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹prasetia.electric@gmail.com

²sugeng072.sr@gmail.com

³lindasartika75@gmail.com

⁴muhammadaswan645@borneo.ac.id

Abstract—The increasing electricity consumption in households is often not accompanied by efficient power usage, mainly due to low power factor caused by inductive loads. This study aims to design and implement an Automatic Power Factor Corrector (APFC) system for household electrical installations using a combination of capacitors arranged in series and parallel. The system utilizes a PZEM-004T sensor to monitor electrical parameters such as current, voltage, and power factor, which are then processed by a microcontroller to automatically activate the appropriate capacitor configuration. Test results show that the average power factor increased from 0.85 to 0.89 after the system was activated. However, under certain conditions involving predominantly capacitive loads, the system was less effective in performing corrections, as indicated by a drop in the power factor from 0.77 to 0.47. These findings suggest that the APFC system works optimally for inductive loads but is ineffective for loads with a leading power factor. This study offers a practical solution for improving the efficiency of household electricity consumption automatically..

Keywords—Power Factor, Monitoring, Reactive Power, Capacitor

Intisari—Peningkatan konsumsi energi listrik pada rumah tangga sering kali tidak disertai dengan efisiensi penggunaan daya, terutama akibat rendahnya faktor daya yang disebabkan oleh beban induktif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem korektor faktor daya otomatis (Automatic Power Factor Corrector/APFC) pada instalasi listrik rumah tangga menggunakan kombinasi kapasitor yang disusun secara seri dan paralel. Sistem ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk memantau parameter kelistrikan seperti arus, tegangan, dan faktor daya, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur aktivasi kapasitor secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata faktor daya meningkat dari 0,85 menjadi 0,89 setelah sistem diaktifkan. Namun, pada kondisi tertentu dengan beban dominan kapasitif, sistem kurang efektif dalam melakukan koreksi, ditunjukkan oleh penurunan faktor daya dari 0,77 menjadi 0,47. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem APFC bekerja optimal pada beban induktif, namun tidak efektif untuk beban dengan karakteristik leading. Penelitian ini dapat menjadi solusi praktis untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik rumah tangga secara otomatis..

Kata Kunci—Faktor Daya, Monitoring, Daya Reaktif, Kapasitor

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan gaya hidup masyarakat modern. Di lingkungan rumah tangga, berbagai perangkat listrik seperti lampu, kipas angin, mesin parut kelapa, bor listrik, dan peralatan lainnya telah menjadi kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dari aktivitas sehari-hari. Namun demikian, peningkatan penggunaan perangkat listrik ini seringkali tidak diiringi dengan efisiensi penggunaan daya yang optimal. Salah satu penyebab utamanya adalah rendahnya faktor daya pada sistem kelistrikan rumah tangga, yang dapat menyebabkan pemborosan energi dan meningkatnya biaya tagihan listrik [1].

Faktor daya (power factor) adalah rasio antara daya aktif (real power) terhadap daya semu (apparent power), yang menjadi indikator seberapa efisien energi listrik dimanfaatkan dalam sistem. Faktor daya yang rendah menunjukkan bahwa sebagian besar daya yang disuplai ke beban tidak digunakan secara efektif karena terserap dalam bentuk daya reaktif. Kondisi ini sering terjadi pada peralatan yang bersifat induktif, seperti motor listrik dan transformator, yang memerlukan daya reaktif untuk menciptakan medan magnet [2][3].

Dalam sistem kelistrikan rumah tangga, beban-beban seperti lampu pijar, kipas angin, pompa air, dan peralatan dengan motor induksi lainnya berkontribusi besar terhadap rendahnya faktor daya [3]. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu solusi yang umum digunakan adalah penerapan korektor faktor daya atau power factor corrector (PFC) yang dapat menetralkan daya reaktif, umumnya dengan menggunakan kapasitor [4]. Dengan mengompensasi daya reaktif, kapasitor dapat membantu meningkatkan nilai faktor daya, sehingga daya aktif dapat digunakan lebih efisien dan kerugian energi dapat diminimalkan.

Seiring perkembangan teknologi, muncul pendekatan baru dalam bentuk korektor faktor daya otomatis (Automatic Power Factor Corrector/APFC) yang bekerja secara dinamis. Sistem ini dapat secara otomatis mendeteksi nilai faktor daya dan mengatur konfigurasi kapasitor yang sesuai (secara seri dan paralel) untuk menyesuaikan kondisi beban secara real-time. Sistem

semacam ini menawarkan efisiensi lebih baik dibanding metode manual karena mampu merespons fluktuasi beban secara langsung [6].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hartono dkk. (2014), sistem perbaikan faktor daya berbasis mikrokontroler yang mengatur switching kapasitor dan induktor secara otomatis terbukti mampu meningkatkan faktor daya dari 0,47 menjadi 1,00 [1]. Begitu pula dalam penelitian oleh Noor dan Saputera (2014), penggunaan kapasitor bank pasif dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi sistem tenaga listrik rumah tangga [2].

Melanjutkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem korektor faktor daya otomatis untuk instalasi listrik rumah tangga dengan menggunakan kombinasi kapasitor secara seri dan paralel. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler yang menerima data dari sensor tegangan dan arus (PZEM-004T) untuk menentukan kebutuhan kompensasi daya reaktif. Hasil awal menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan rata-rata faktor daya dari 0,85 menjadi 0,89, serta menunjukkan efektivitas dalam menangani variasi beban induktif maupun kapasitif.

II. KAJIAN PUSTAKA

Dalam penelitian Hartono dkk. pada tahun 2014 membahas tentang perbaikan faktor daya pada beban rumah tangga menggunakan kapasitor dan induktor. Beban jenis kapasitif dihasilkan oleh kapasitor itu sendiri. Sebagai solusi digunakan kompensator daya reaktif berupa komponen kapasitor dengan 14 variasi nilai kapasitansi dan komponen induktor dengan 4 variasi nilai induktansi yang terhubung paralel dengan sistem. Mikrokontroler AT Mega16 digunakan sebagai prosesor dalam mengontrol relay yang terletak pada rangkaian kapasitor dan induktor. Didapatkan sebuah alat perbaikan faktor daya rumah tangga secara otomatis dengan koreksi faktor daya tertinggi 1 dari faktor daya awal 0,47, dan koreksi faktor daya terkecil 0,93 dari faktor daya awal 0,81 [6].

Dalam penelitian Noor dan Saputera pada tahun 2014, berbagai solusi teknis untuk koreksi faktor daya dalam jaringan listrik residensial dibahas. Salah satu solusi yang disebutkan adalah penggunaan peralatan koreksi faktor daya pasif seperti kapasitor bank. Koreksi faktor daya pasif dapat membantu mengurangi kerugian daya dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi [7].

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa kapasitor dapat digunakan untuk mengontrol beban listrik di rumah tangga secara efisien. Selain itu, koreksi faktor daya dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada rumah tangga. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, akan dikembangkan Sistem optimasi faktor daya pada beban listrik rumah tangga yang lebih bervariasi.

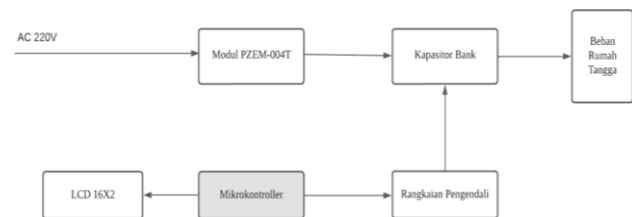
Penelitian ini mengusulkan penggunaan korektor faktor daya otomatis, yang berarti sistem tersebut mampu secara otomatis mendeteksi faktor daya yang buruk dan menyesuaikan penggunaan kapasitor secara seri dan paralel untuk memperbaikinya. Sistem otomatis ini memberikan kemudahan dalam pengoperasian dan

meminimalkan intervensi manusia dalam pemeliharaan dan pengaturan faktor daya.

III. METODE PENELITIAN

A. Blog Diagram Sistem

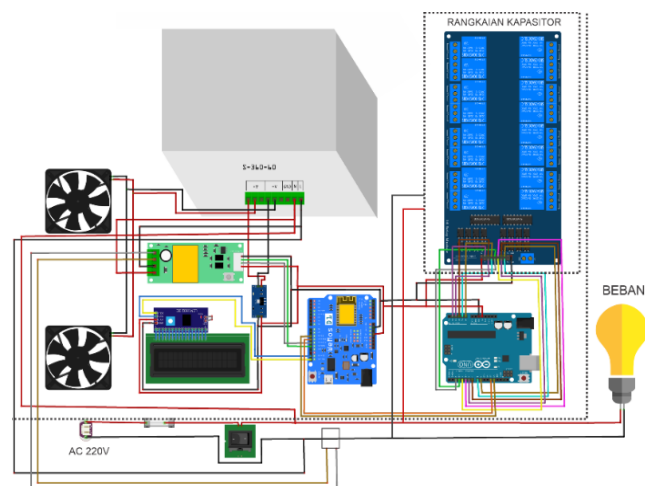
Pada penelitian ini menggunakan Modul PZEM-004T sebagai sensor untuk mengukur arus, tegangan, faktor daya, daya, dan energi sebagai input data. Data yang diperoleh dari sensor diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan sebagai variabel-variabel input untuk diproses sesuai dengan program yang telah dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Setelah data diolah, mikrokontroler memberikan perintah pada rangkaian pengendali yang terdiri dari relay-relay untuk mengaktifkan kapasitor-kapasitor dan memberikan beban induktif sesuai dengan kebutuhan daya reaktif pada beban.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

B. Skema Rangkaian Sistem

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada penelitian ini menggunakan Modul PZEM-004T sebagai sensor arus, tegangan, faktor daya, daya dan energi sebagai input data yang kemudian diproses oleh mikrokontroler data yang didapatkan dari sensor. Input yang dikirimkan berupa variabel-variabel yang kemudian datanya diolah serta diproses sesuai dengan program yang dimasukkan pada mikrokontroler. Sesudah mikrokontroler mengolah data, data-data kemudian dikirimkan pada rangkaian pengendali dan tampilan aplikasi.



Gambar 2. Skema Rangkaian Sistem

Pada rangkaian pengendali akan aktif apabila terjadi jatuhnya faktor daya dibawah 0,95. Rangkaian pengendali ini berisi 13 relay yang dirangkai dengan 5 buah kapasitor bernilai 20uF. Terdapat 24 variasi di dalam rangkaian pengendali, yang dimana setiap variasinya akan berubah ketika faktor daya dibawah 0,85.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Tegangan dan Arus

Dalam pengujian ini, tujuannya adalah untuk mengidentifikasi perbedaan antara hasil pengukuran dari alat ukur dengan sensor PZEM-004T. Selanjutnya, sensor PZEM-004T akan dikalibrasi untuk mengurangi nilai kesalahan (error) dan meningkatkan akurasi sehingga mendekati tingkat akurasi alat ukur.

Tabel I
Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No.	Tegangan (V)		error %
	Multimeter	PZEM-004T	
1	180.50	180.50	0
2	188.10	188.10	0
3	192.30	192.30	0
4	196.10	196.10	0
5	200.30	200.30	0
6	204.10	204.10	0
7	208.70	208.40	0.14
8	212.20	212.96	0.35
9	214.50	214.20	0.14
10	216.50	216.30	0.09
11	220.70	220.43	0.12
12	224.80	224.41	0.17
Rata-rata			0.084

Pada Tabel I dapat dilihat bahwa nilai rata-rata error pada pengukuran PZEM-004T dalam membaca tegangan adalah sebesar 0.084%.

Tabel II
Hasil Pengujian Sensor Arus

No.	Arus (A)		error %
	Tang Ampere	PZEM-004T	
1	0.30	0.35	3.33
2	0.40	0.42	5
3	0.50	0.51	2
4	0.60	0.60	0
5	0.68	0.70	2.85
6	0.77	0.80	3.75
7	0.90	0.90	0
8	1.00	1.00	0
9	1.08	1.10	1.81
10	1.20	1.20	0
11	1.30	1.30	0
12	1.40	1.40	0

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata error pada pengukuran PZEM-004T dalam membaca arus adalah sebesar 1.56%.

B. Pengujian Varian Kapasitor

Pada pengujian ini dilakukan untuk memastikan hasil nilai variasi kapasitor pada Tabel 3.

Tabel III
Hasil Pengujian Variasi Kapasitor

No.	Kapasitor (µF)	
	Pengukuran	Perhitungan
1	3.994	4
2	4.989	5
3	6.644	6.67
4	7.487	7.5
5	7.992	8
6	8.568	8.57
7	10.01	10
8	12.05	12
9	13.38	13.3
10	15.09	15
11	16.11	16
12	20.18	20
13	26.85	26.67
14	28.16	28
15	30.13	30
16	32.14	32
17	33.48	33.3
18	40.11	40
19	46.79	46.67
20	50.12	50
21	59.99	60
22	70.06	70
23	80.13	80
24	100.2	100

C. Pengujian Alat Perbaikan Faktor Daya

Dengan menggunakan 4 beban seperti pada Tabel 4 dilakukan beberapa percobaan yang dilakukan agar menghasilkan output yang bervariasi serta dapat menghasilkan faktor daya yang berbeda beda dalam setiap percobaan. Variasi beban dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel IV
Beban Yang Digunakan

No.	Nama Beban	Merek	Output
1	Kipas Angin Tornado	MIYAKO	50 W
2	Mesin Parut Kelapa	HJS HJ-200A	200 W
3	Gurinda	MAKTEC MT90	540 W
4	Bor Listrik	J.LD TOOLS J10-3	380 W

Tabel V
Kombinasi Pembebanan

No.	Variasi Beban
1	Kipas Angin Tornado I
2	Kipas Angin Tornado II
3	Kipas Angin Tornado III
4	Mesin Parut Kelapa
5	Mesin Parut Kelapa + Kipas Angin Tornado II
6	Gurinda
7	Gurinda + Mesin Parut Kelapa
8	Bor Listrik
9	Bor Listrik + Gurinda
10	Kipas Angin Tornado I + Gurinda
11	Kipas Angin Tornado II + Bor listrik
12	Kipas Angin Tornado III + Mesin Parut Kelapa + Gurinda
13	Kipas Angin Tornado III + Mesin Parut Kelapa + Gurinda + Bor listrik

Tabel VI
Hasil Pengujian Pembebanan Tanpa Mengaktifkan Kapasitor

Pengujian Ke-	V (V)	I (A)	P (W)	S (VA)	Q (VAR)	Cos ϕ
1	199.00	0,24	24,19	49,75	32,90	0,75
2	198.30	0,25	38,43	49,57	31.62	0,77
3	196.30	0,25	38,76	49,07	30,08	0.79
4	196.60	0,51	95.10	99.89	31.19	0,95
5	190.30	0,69	112,10	131,30	48,24	0,93
6	195.60	3,32	519,51	649,39	389,54	0,80
7	192.00	3,50	608,8	672	292,89	0,90
8	194.80	1,17	193,72	227,91	120,03	0,85
9	193.70	5,87	886,86	1137,01	711,37	0,78
10	192.30	3,23	546,58	621,12	294,94	0,88
11	192.10	2,53	403,38	486,01	271,06	0.83
12	188.39	3,56	643,83	670,66	187,78	0,96
13	187.89	5,54	1020,09	1040,91	206,98	0,98
	Rata-rata					0,85

Pada Tabel VI dapat dilihat hasil pengujian tanpa menggunakan alat perbaikan faktor daya, Tegangan (V) berkisar antara 187.89 V hingga 198,30 V Ini

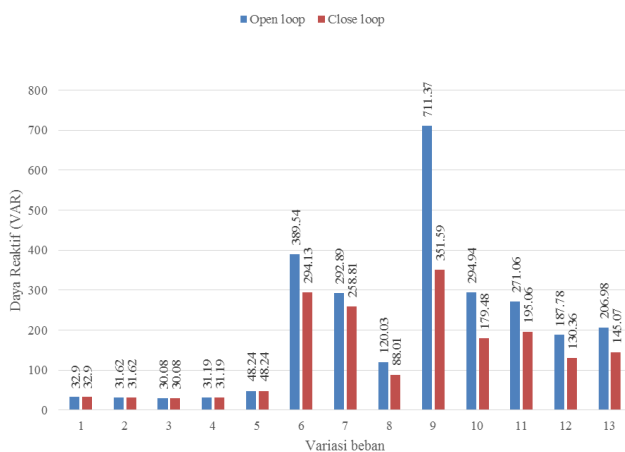
menunjukkan variasi tegangan dalam pengujian, tetapi perbedaannya tidak terlalu besar. Arus (I) berkisar antara 0.24 A hingga 5,87 A Terdapat variasi arus yang signifikan selama pengujian alat. Daya Aktif (P) berkisar antara 24.19 W hingga 1020,09 W Terlihat variasi yang signifikan dalam daya aktif yang dikonsumsi oleh alat perbaikan faktor daya. Daya Semu (S) berkisar antara 49,07 VA hingga 1137,01 VA Daya semu mencerminkan total daya yang digunakan dalam alat perbaikan faktor daya. Daya Reaktif (Q) berkisar antara 31,19 VAR hingga 389,54 VAR Daya reaktif adalah komponen dari daya semu yang tidak diubah menjadi daya aktif dan biasanya terkait dengan peralatan induktif. Faktor Daya (Cos ϕ) berkisar antara 0.75 hingga 0.98 Faktor daya yang rendah menunjukkan adanya komponen daya reaktif yang signifikan dalam alat perbaikan faktor daya.

Tabel VII
Hasil Pengujian Pembebanan Dengan Mengaktifkan Kapasitor Secara Otomatis

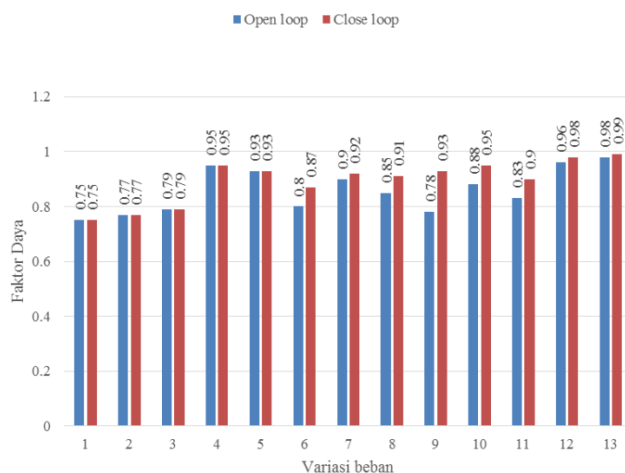
Pengujian Ke-	V (V)	I (A)	P (W)	S (VA)	Q (VAR)	Cos ϕ
1	199.00	0,24	24,19	49,75	32,90	0,75
2	198.30	0,25	38,43	49,57	31.62	0,77
3	196.30	0,25	38,76	49,07	30,08	0.79
4	196.60	0,51	95.10	99.89	31.19	0,95
5	190.30	0,69	112,10	131,30	48,24	0,93
6	195.60	3,05	519,51	596,58	294,13	0,87
7	192.00	3,44	608,8	660,48	258,81	0,92
8	194.80	1,09	193,72	212,33	88,01	0,91
9	193.70	4,92	886,86	953,00	351,59	0,93
10	192.30	2,99	546,58	574,97	179,48	0,95
11	192.10	2,33	403,38	447,54	195,06	0.90
12	188.39	3,48	643,83	655,59	130,36	0,98
13	187.89	5,48	1020,09	1029,63	145,07	0,99
	Rata-rata					0,89

Pada Tabel VII dapat dilihat hasil pengujian dengan menggunakan alat perbaikan faktor daya, Tegangan (V) berkisar antara 187.89 V hingga 199,00 V ini menunjukkan variasi tegangan dalam pengujian, tetapi perbedaannya tidak terlalu besar. Arus (I) berkisar antara 0.24 A hingga 5.48 A Terdapat variasi arus yang signifikan selama pengujian, dengan nilai maksimum yang jauh lebih tinggi dari nilai minimum. Daya Aktif (P)

berkisar antara 24.19 W hingga 1020.09 W, Terlihat variasi yang sangat besar dalam daya aktif yang dikonsumsi oleh sistem dengan nilai maksimum yang jauh lebih tinggi dari nilai minimum. Daya Semu (S) berkisar antara 49.07 VA hingga 1029.63 VA, Daya semu mencerminkan total daya yang digunakan dalam sistem dan variasi yang signifikan menunjukkan fluktuasi beban yang besar dalam sistem. Daya reaktif (Q) berkisar antara 30.08 VAR hingga 351.59 VAR, Daya reaktif adalah komponen dari daya semu yang tidak diubah menjadi daya aktif dan biasanya terkait dengan peralatan induktif. Terlihat variasi yang signifikan dalam daya reaktif. Faktor Daya ($\cos \phi$) berkisar antara 0.75 hingga 0.99 Faktor daya yang rendah, seperti yang terlihat pada beberapa titik menunjukkan adanya komponen daya reaktif yang signifikan dalam sistem. Penting untuk dipahami dalam mengukur perbaikan faktor daya untuk efisiensi penggunaan energi listrik pada rumah tangga. Variasi besar dalam arus, daya aktif, daya semu, dan daya reaktif dapat mengindikasikan fluktuasi beban yang signifikan dalam sistem. Rata-rata faktor daya adalah 0.89 yang menunjukkan bahwa dalam kondisi umum, sistem memiliki faktor daya yang cukup baik.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Daya Reaktif Beban Sebelum dan Sesudah Pengaktifan Variasi Kapasitor Secara Otomatis



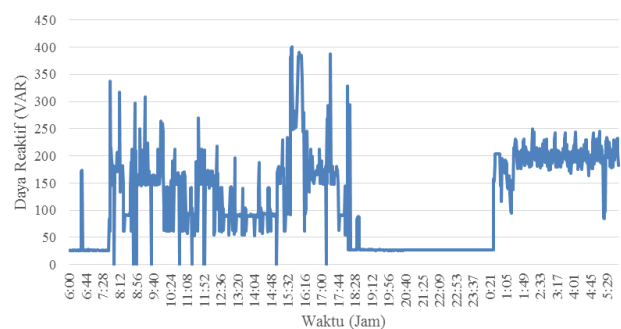
Gambar 4. Grafik Perbandingan Faktor Daya Beban Sebelum dan Sesudah Pengaktifan Variasi Kapasitor Secara Otomatis

Dapat dilihat pada Gambar 3, terlihat bahwa perbedaan dalam daya reaktif sangat nyata setelah perbaikan faktor daya. APFD efektif dalam mengkompensasi daya reaktif. Pada variasi pembebanan 1 hingga 5, terlihat bahwa daya reaktif yang diperlukan untuk mengaktifkan kapasitor tidak dapat terpenuhi dengan variasi kapasitor yang tersedia, bahkan dengan variasi terendah, yaitu variasi 1 atau dengan nilai kapasitansi $4\mu\text{F}$.

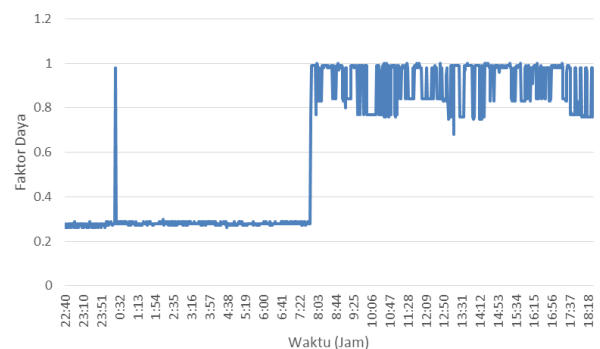
Pada Gambar 4 terlihat bahwa APFD mampu meningkatkan faktor daya berdasarkan perhitungan daya reaktif yang dilakukan selama pengujian APFD. Faktor daya tertinggi terjadi pada variasi pembebanan ke-13 dengan beban gabungan yaitu Kipas angin tornado III + Mesin parut kelapa + Gurinda + Bor listrik, dengan faktor daya sebelum sebesar 0.98 meningkat menjadi 0.99.

D. Pengujian Perbaikan Pada Beban Listrik Rumah Tangga Tanpa Variasi Kapasitor

Dalam pengujian ini, peneliti menjalankannya dengan menghubungkan APFD secara tanpa variasi kapasitor dengan sistem kelistrikan di rumah tangga. Dalam pengaturan ini dapat mengukur beban jenis kapasitif, induktif, dan resistif yang tercampur. Selanjutnya, kami melaksanakan pengujian untuk mengevaluasi sejauh mana efektivitas penggunaan daya reaktif setelah pemasangan APFD. Pengujian pertama kami terbatas pada pemantauan konsumsi daya di rumah tangga tanpa melakukan perbaikan faktor daya, yaitu dengan menggunakan variasi 0 atau setara dengan $0\mu\text{F}$. Pengujian dan pemasangan alat dilakukan dari pukul 06.00 hingga 05.30, mencerminkan penggunaan beban pada rumah tangga dalam periode waktu tersebut.



Gambar 5. Grafik Pemantauan Daya Reaktif Beban Terhadap Waktu



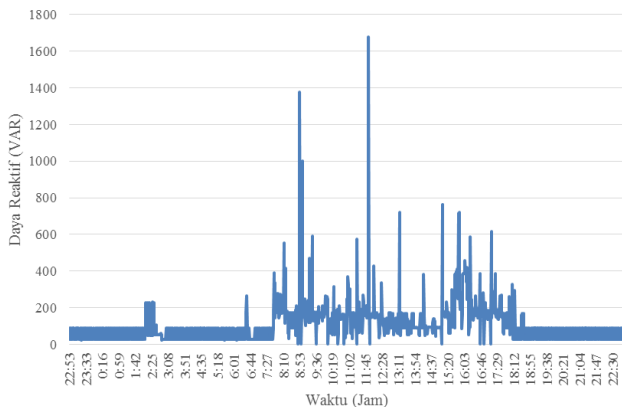
Gambar 6. Grafik Pemantauan Faktor Daya Beban Terhadap Waktu

Pada Gambar 5 dapat terlihat bahwa daya reaktif akan selalu mengikuti pembebanan yang terjadi, tidak peduli jenis pembebanan itu resistif, kapasitif, atau induktif. Gambar 5 juga memperlihatkan bahwa aktivitas pembebanan terjadi sepanjang waktu. Pada pukul 6.00 hingga sekitar pukul 18.30 daya reaktif tetap stabil, berkisar sekitar 25 VAR. Namun, setelah pukul 19.20 hingga pukul 23.31 tidak terjadi pembebanan dan pada saat pukul 00.21 hingga pukul 05.21 kembali terjadi pembebanan sekitar pukul 15.10.

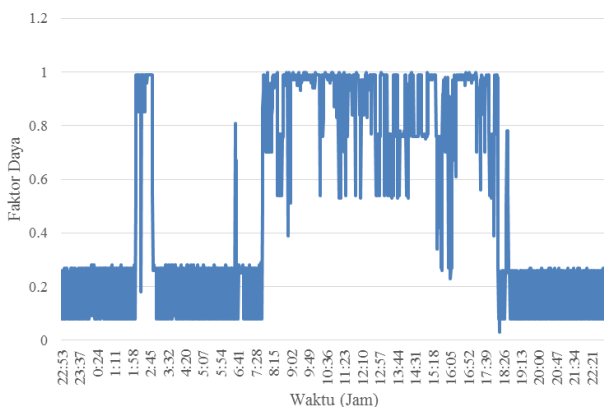
Pada Gambar 6 diketahui bahwa faktor daya akan selalu berubah-ubah setiap waktu yang diakibatkan oleh jenis pembebanan yang bervariasi. Faktor daya kembali stabil pada saat pembebanan aktif yang dilakukan pada siang hari, kemudian pada malam hari faktor daya menjadi rendah, hal ini diakibatkan oleh jenis beban dengan faktor daya rendah.

E. Pengujian Perbaikan Pada Beban Listrik Rumah Tangga Dengan Variasi Kapasitor

Dalam pengujian ini, peneliti menjalankannya dengan menghubungkan APFD secara dengan variasi kapasitor sistem kelistrikan di rumah tangga. dilakukan pemantauan serta variasi pada kapasitor digunakan untuk menentukan apakah faktor daya pada saat tersebut berada dalam kondisi faktor daya lagging atau leading. Pemantauan ini dilakukan dengan mengamati apakah terjadi perubahan saat variasi kapasitor ditingkatkan. Penelitian dilakukan pada waktu 22:53 hingga 22:30.



Gambar 7. Grafik Pemantauan Daya Reaktif Terhadap Waktu Ketika Kapasitor Aktif



Gambar 8. Grafik Pemantauan Faktor Daya Terhadap Waktu Ketika Kapasitor Aktif

Pada Gambar 7 terlihat bahwa selama pengujian dengan mengaktifkan variasi berdasarkan daya reaktif, terjadi peningkatan daya reaktif yang dihasilkan dibandingkan dengan sebelumnya, mencapai sekitar 1650 VAR. Ini disebabkan oleh faktor daya leading yang dihasilkan oleh beban yang dominan kapasitif. Ketika kapasitor diaktifkan, terjadi peningkatan daya reaktif. Bahkan pada saat pembebanan berkurang, khususnya sekitar pukul 22:53 hingga pukul 08:00, daya reaktif yang dihasilkan tetap tinggi, dari daya reaktif sebelumnya berkisar antara 70 VAR hingga 100 VAR saat variasi 1 senilai 4 μ F diaktifkan selama periode tersebut.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa faktor daya sangat tidak stabil dibandingkan dengan sebelumnya, pengaktifan variasi dilakukan berdasarkan faktor daya yang tersedia, tetap pada saat variasi dinaikkan, faktor daya menurun hingga 0,1 pada waktu 18:28 hal ini menunjukkan bahwa APFD sangat tidak efektif apabila langsung dipasangkan dengan beban listrik rumah tangga dengan beban yang dominan kapasitif.

V. KESIMPULAN

Pada sensor PZEM-004T didapatkan nilai error rata-rata sebesar 1,56% dan dengan akurasi rata-rata sebesar 98,44% untuk pengukuran arus, dan error rata-rata sebesar 0,08% dan akurasi rata-rata sebesar 99,92% pada pengukuran tegangan. Alat dapat bekerja dengan baik pada pembebanan induktif dengan pengujian sistem secara tanpa variasi kapasitor didapatkan nilai faktor daya rata-rata 0,85 dan pada saat system dilakukan dengan variasi kapasitor didapatkan nilai faktor daya rata-rata sebesar 0,89.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 kapasitor dengan masing-masing memiliki kapasitansi senilai 20 μ F kemudian dirangkai secara seri dan paralel sehingga membentuk 24 variasi kapasitansi mulai dari 4 μ F hingga 100 μ F yang dilakukan untuk mereduksi daya reaktif pada beban induktif. Pada pengujian alat selama 24 jam didapatkan hasil faktor daya yang bervariasi dan pada saat alat melakukan perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor, faktor daya awal 0.77 turun menjadi 0.47, hal ini menandakan pada faktor daya tersebut adalah faktor daya leading sehingga apabila dilakukan penambahan kapasitor secara bertahap, maka faktor daya tersebut turun.

REFERENSI

- [1] Hartono, T.N., Shidiq, M., dan Santoso, H. (2014). Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga Dengan Menggunakan Switching Kapasitor Dan Induktor Otomatis. Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Vol. 2, No.1 : 1-8.
- [2] Hartono, T. N., Shidiq, M., & Santoso, H. (2014). Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis. Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya, 2(1), 1–8.
- [3] Noor, S., & Saputera, N. (2014). Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank. Jurnal Poros Teknik, 6(2), 55–102.

- [4] Amanda, D., & Majid, N. (2016). Studi Analisa Penyebab Kerusakan Kapasitor Bank Substation Welding di PT. Astra Daihatsu Motor. *Resistor (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 2(1), 7–14.
- [5] Dani, A., & Hasanuddin, M. (2018). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor sebagai Kompensator Daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 2018, 673–678. ISSN: 2622-6510.
- [6] Hariyadi, E. B. (2015). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank pada Peralatan Rumah Tangga. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [7] Risdina. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Perbaikan Faktor Daya pada Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Atmega32. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.