

ANALISIS KINERJA FAKTOR DAYA TERHADAP PERUBAHAN BEBAN DI GEDUNG B RSUD BREBES

Dwi Hardito^{1*}, Sabhan Kanata², Dina Mariani³

^{1,2,3}Program Studi Rekayasa Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

Email: dwihardito02@gmail.com

ABSTRACT

Rumah Sakit Umum Daerah Brebes sebagai salah satu fasilitas kesehatan penting di Kabupaten Brebes beroperasi selama 24 jam dengan peralatan medis modern yang membutuhkan pasokan listrik stabil dan efisien. Penelitian ini menganalisis kinerja faktor daya terhadap perubahan beban listrik di Gedung B RSUD Brebes menggunakan Power Quality Analyzer Hioki PQ3100-94. Pengukuran dilakukan pada arus, tegangan, dan faktor daya selama siang dan malam hari pada hari kerja serta hari libur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan beban berdampak signifikan terhadap tegangan dan arus pada setiap fasa. Pada fasa R, tegangan turun dari 219,86 V menjadi 218,34 V, dengan arus meningkat dari 78,29 A menjadi 91,10 A. Pada fasa S, tegangan turun dari 220,47 V menjadi 219,59 V, dengan arus naik dari 93,48 A menjadi 93,99 A. Pada fasa T, tegangan turun dari 220,78 V menjadi 219,83 V, dengan arus naik dari 80,53 A menjadi 80,55 A. Selain itu, peningkatan beban cenderung meningkatkan faktor daya hingga mendekati nilai optimal (di atas 0,95), terutama pada siang hari. Sebaliknya, saat beban menurun, faktor daya juga menurun, khususnya pada malam hari dan hari libur, sehingga efisiensi sistem menurun. Untuk mengatasi hal ini, pemasangan kapasitor bank direkomendasikan guna menjaga faktor daya optimal dan stabilitas tegangan, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi serta keandalan sistem listrik di RSUD Brebes.

Kata Kunci: Faktor daya, Beban Listrik, Kulaitas Daya

ABSTRACT

Brebes Regional General Hospital (RSUD Brebes), as a vital healthcare facility in Brebes Regency, operates 24 hours with modern medical equipment requiring stable and efficient electricity supply. This study analyzes the power factor performance in response to electrical load variations in Building B of RSUD Brebes using the Power Quality Analyzer Hioki PQ3100-94. Measurements were conducted on current, voltage, and power factor during daytime and nighttime on weekdays and holidays. The results indicate that load increases significantly affect voltage and current in all phases. In phase R, voltage dropped from 219.86 V to 218.34 V, while current rose from 78.29 A to 91.10 A. In phase S, voltage dropped from 220.47 V to 219.59 V, and current increased from 93.48 A to 93.99 A. In phase T, voltage decreased from 220.78 V to 219.83 V, with current increasing from 80.53 A to 80.55 A. Additionally, higher loads tend to improve the power factor, nearing the optimal value (>0.95), especially during the daytime. Conversely, reduced loads lead to lower power factors, particularly at night or on holidays, resulting in decreased system efficiency. Installing capacitor banks is recommended to maintain optimal power factor and voltage stability, thereby improving the efficiency and reliability of the electrical system at RSUD Brebes.

Keywords: Power Factor, Electrical Load, Power Quality

1. PENDAHULUAN

Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Brebes merupakan salah satu institusi kesehatan yang memiliki peran penting dalam memberikan layanan kesehatan kepada masyarakat. Sebagai rumah sakit yang beroperasi selama 24 jam, RSUD Brebes memerlukan pasokan listrik yang stabil dan efisien untuk mendukung berbagai aktivitas medis dan nonmedis. Aktivitas ini mencakup pemakaian alat medis, pencahayaan, sistem pendingin, serta peralatan operasional lainnya. Kinerja sistem kelistrikan rumah sakit sangat mempengaruhi kelancaran operasional harian, sehingga efisiensi penggunaan energi menjadi perhatian utama [1], [2].

Salah satu parameter penting dalam efisiensi sistem kelistrikan adalah faktor daya. Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (real power), yaitu energi yang digunakan untuk menghasilkan kerja nyata, dengan daya semu (apparent power), yang merupakan total daya yang disuplai oleh sistem [3]. Faktor daya yang rendah menunjukkan rendahnya efisiensi penggunaan listrik, yang dapat meningkatkan biaya operasional dan memperpendek umur perangkat listrik [4].

Di lingkungan rumah sakit, beban listrik cenderung fluktuatif sepanjang hari. Aktivitas siang hari yang padat, seperti pemeriksaan medis, pengoperasian alat berat, dan administrasi, menyebabkan beban listrik tinggi. Sebaliknya, pada malam hari, meskipun kebutuhan listrik tetap ada untuk penerangan dan operasi alat medis tertentu, beban cenderung lebih rendah. Perubahan beban yang signifikan ini dapat memengaruhi kualitas daya dan stabilitas pasokan listrik, termasuk perubahan faktor daya yang memengaruhi efisiensi [5].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi sistem listrik dapat ditingkatkan melalui pemasangan kapasitor bank, yang mampu memperbaiki faktor daya hingga mendekati nilai optimal (0,95 atau lebih) [6]. Hal ini berdampak positif pada pengurangan rugi-rugi daya dan peningkatan keandalan sistem kelistrikan. Namun, setiap gedung memiliki karakteristik beban listrik yang berbeda, sehingga diperlukan analisis spesifik untuk menentukan kebutuhan perbaikan sistem yang tepat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja faktor daya di Gedung B RSUD Brebes terhadap perubahan beban listrik pada kondisi siang dan malam hari, baik pada hari kerja maupun hari libur. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, menurunkan biaya operasional, dan memastikan keandalan pasokan listrik di RSUD Brebes.

2. METODE PENELITIAN

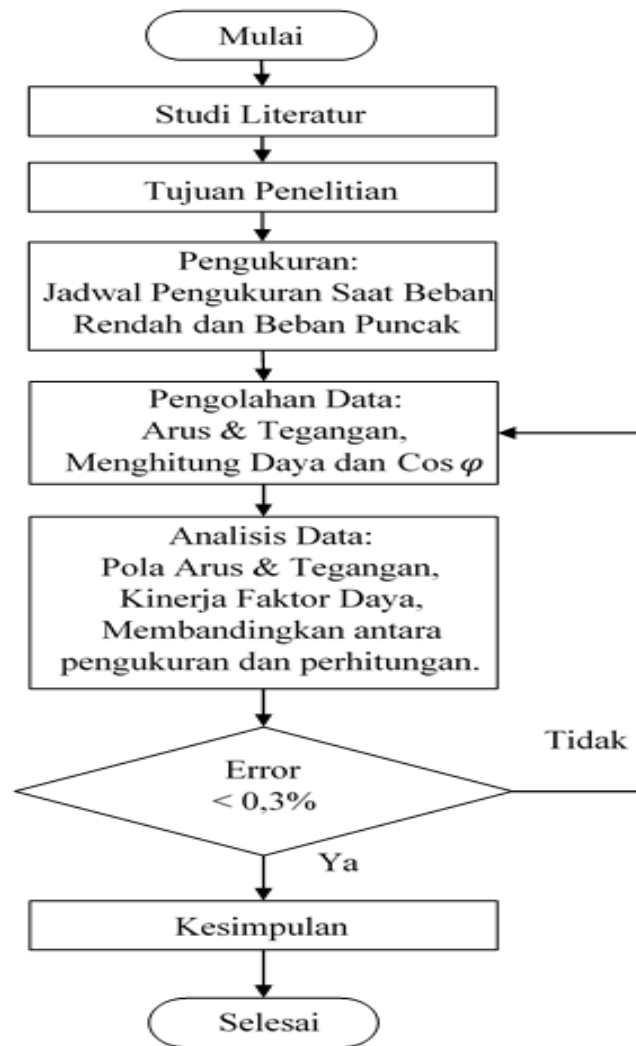
Penelitian ini dilakukan di *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung B RSUD Brebes, Jawa Tengah. Pengukuran dilaksanakan pada hari kerja, yaitu Selasa, 27 Agustus 2024, dan hari libur, Minggu, 1 September 2024. Waktu pengukuran dibagi menjadi dua sesi, yaitu siang hari pukul 10.00–15.00 WIB dan malam hari pukul 18.00–23.00 WIB, dengan interval pencatatan setiap satu jam. Alat yang digunakan adalah *Power Quality Analyzer* Hioki PQ3100-94 untuk mengukur parameter kelistrikan, seperti arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan faktor daya. Selain itu, *Clamp Current Sensor* dan *Voltage Clamp* digunakan untuk mendukung pengukuran arus dan tegangan, sedangkan laptop ASUSPRO P1440FA digunakan untuk mencatat dan menganalisis data pengukuran.



Gambar 1. PQA Hioki PQ3100-94

Parameter utama yang diukur meliputi arus (I), tegangan (V), faktor daya ($\cos \phi$), daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S). Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan alat, termasuk kalibrasi dan pemasangan *Power Quality Analyzer* ke sistem tiga fasa di panel distribusi. Pengukuran dilakukan secara langsung untuk merekam parameter kelistrikan pada waktu yang telah ditentukan.

Data hasil pengukuran dicatat secara digital, kemudian diolah untuk menganalisis perubahan parameter kelistrikan. Analisis dilakukan untuk membandingkan pola perubahan arus, tegangan, dan efisiensi sistem antara siang dan malam hari, serta hari kerja dan hari libur. Hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik dan tabel untuk memudahkan interpretasi.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang kinerja faktor daya terhadap perubahan beban di Gedung B RSUD Brebes. Penelitian ini menghasilkan data – data yang berupa angka dalam tabel dan gambar grafik yang meliputi pengukuran tegangan, arus, daya aktif, daya semu, daya reaktif, dan faktor daya. Pengukuran dilakukan di MDP B Gedung B RSUD Brebes. Pengambilan data dengan pengukuran alat ukur bertujuan untuk mengambil data tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan faktor daya dari pukul 10.00 – 15.00 WIB dan 18.00 – 23.00 WIB pada tanggal 27 Agustus dan 01 September 2024.

Data pengukuran yang diukur meliputi tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan faktor daya menggunakan *Power Quality Analyzer Hioki PQ3100-94*. Adapun hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel.

Tabel 1. Data Pengukuran (27 Agustus 2024)

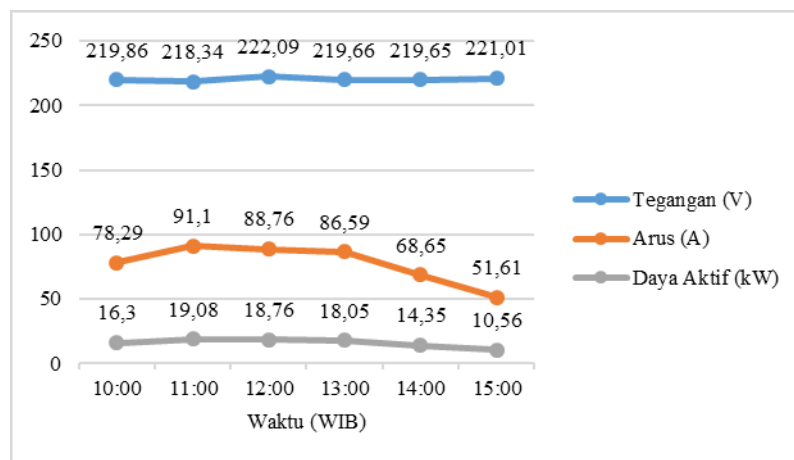
Waktu (WIB)	Tegangan (V)			Arus (A)			Daya Aktif (kW)			Faktor Daya ($\cos \varphi$)		
	R - N	S - N	T - N	R	S	T	R	S	T	R	S	T
10.00	219,86	220,47	220,78	78,29	93,48	80,53	16,30	20,00	17,01	0,947	0,970	0,956
11.00	218,34	219,59	219,83	91,10	92,99	80,55	19,08	19,73	16,87	0,959	0,966	0,952
12.00	222,09	222,13	222,98	88,76	107,48	98,21	18,76	23,17	21,06	0,951	0,970	0,961
13.00	219,66	220,79	220,61	86,59	99,30	90,19	18,05	21,06	19,06	0,949	0,960	0,958
14.00	219,65	220,75	220,17	68,65	79,03	83,03	14,35	16,89	17,82	0,951	0,968	0,975
15.00	221,01	221,13	221,03	51,61	66,73	59,74	10,56	14,30	12,69	0,925	0,968	0,961
18.00	224,90	223,44	224,09	44,43	50,68	45,49	9,09	10,59	9,54	0,909	0,935	0,936
19.00	227,43	226,04	226,38	44,40	51,41	41,86	9,19	10,91	8,70	0,910	0,939	0,918
20.00	227,24	225,78	226,46	44,59	48,36	41,10	9,20	10,17	8,52	0,908	0,931	0,915
21.00	225,83	224,31	224,79	37,05	41,87	36,26	7,46	8,65	7,40	0,892	0,921	0,907
22.00	227,92	226,38	227,00	35,01	35,86	29,68	7,03	7,15	5,64	0,880	0,879	0,839
23.00	227,76	226,64	226,11	36,40	38,28	31,03	7,38	7,76	6,00	0,890	0,894	0,854

Berdasarkan data pada Tabel 1, tegangan tertinggi tercatat pada fasa T-N pukul 12.00 sebesar 222,98 V, sedangkan tegangan terendah tercatat pada fasa R-N pukul 11.00 sebesar 218,34 V. Untuk arus, nilai tertinggi tercatat pada fasa S pukul 12.00 sebesar 107,48 A,

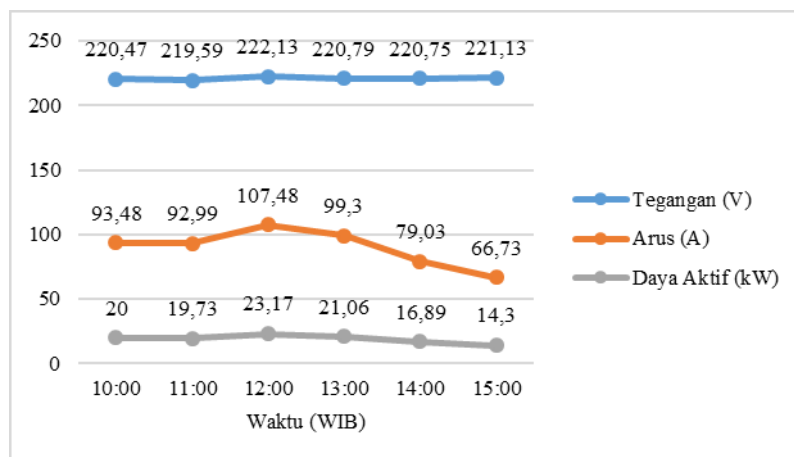
sedangkan nilai arus terendah tercatat pada fasa T pukul 22.00 sebesar 29,68 A. Faktor daya tertinggi tercatat pada fasa T pukul 14.00 sebesar 0,975, sedangkan faktor daya terendah tercatat pada fasa T pukul 22.00 sebesar 0,839.

A. Pengaruh Perubahan Beban terhadap Tegangan dan Arus

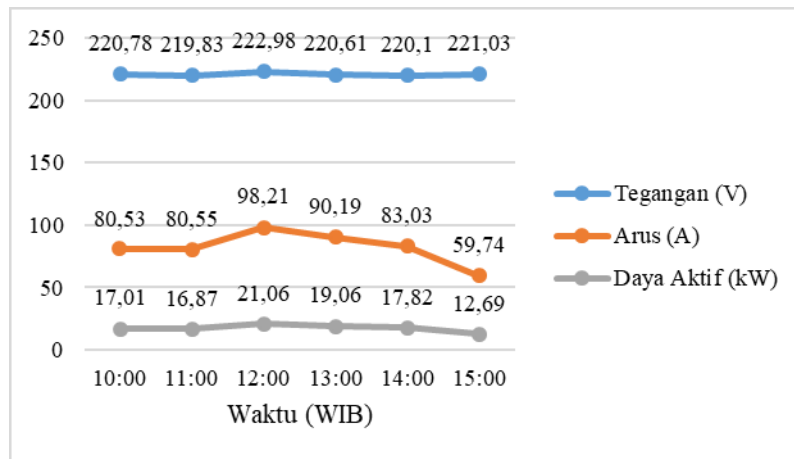
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa perubahan beban secara langsung memengaruhi dinamika tegangan dan arus. Pada siang hari, tingginya arus menyebabkan tegangan sedikit menurun karena sistem distribusi harus memenuhi kebutuhan daya yang besar. Meskipun demikian, nilai tegangan masih berada dalam batas toleransi yang aman untuk operasional peralatan medis.



a. Kondisi Pada Fasa R



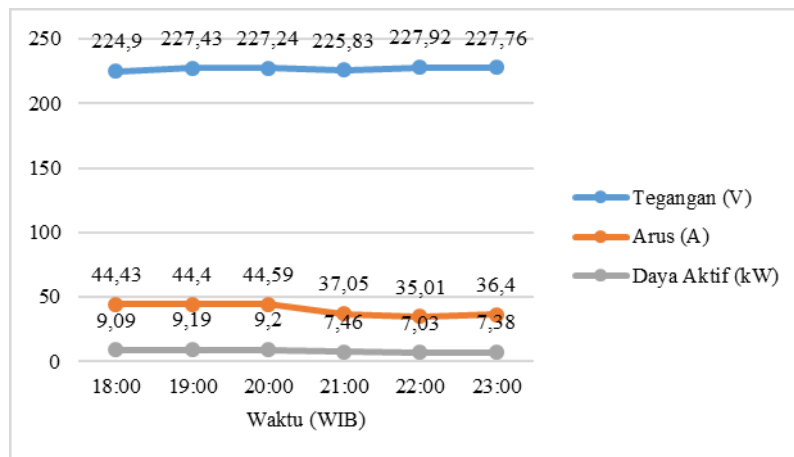
b. Kondisi Pada Fasa S



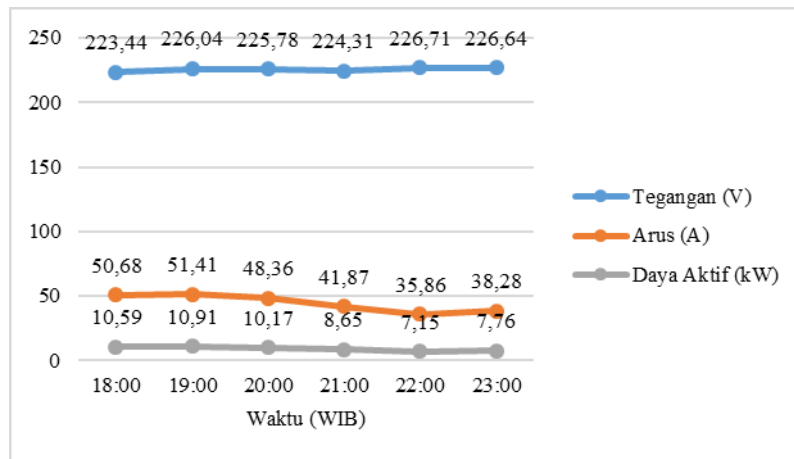
c. Kondisi Pada Fasa T

Gambar 3. Kondisi Setiap Fasa Pada Siang Hari (27 Agustus 2024)

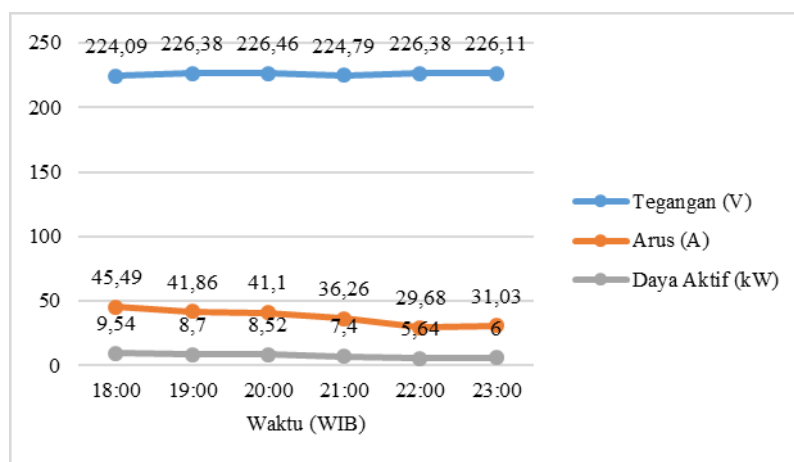
Pada malam hari, stabilitas tegangan menunjukkan distribusi beban yang lebih merata, meskipun arus lebih rendah. Hal ini mengindikasikan efisiensi yang lebih tinggi dalam kondisi beban rendah. Namun, efisiensi ini dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan meminimalkan daya reaktif yang dihasilkan oleh beban induktif seperti sistem penerangan dan pendingin.



a. Kondisi Pada Fasa R



b. Kondisi Pada Fasa S



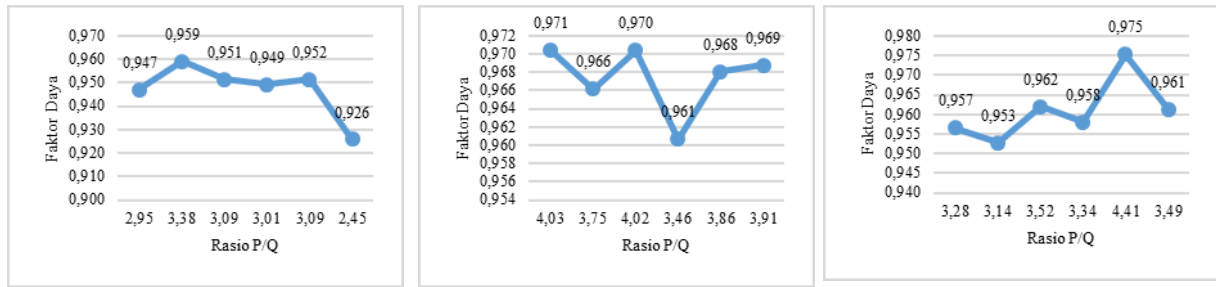
c. Kondisi Pada Fasa T

Gambar 4. Kondisi Setiap Fasa Pada Malam Hari (27 Agustus 2024)

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 hubungan antara beban, tegangan, dan arus menunjukkan pola yang konsisten, di mana beban memiliki efek terbalik terhadap tegangan tetapi searah dengan arus. Ketika beban meningkat, arus juga meningkat karena kebutuhan daya aktif yang lebih tinggi, namun hal ini menyebabkan tegangan menurun akibat peningkatan rugi-rugi tegangan di saluran distribusi. Sebaliknya, ketika beban menurun, arus berkurang, yang mengurangi rugi-rugi tegangan dan memungkinkan tegangan menjadi lebih stabil serta berada dalam rentang optimal.

B. Pengaruh Perubahan Beban terhadap Kinerja Faktor Daya:

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa perubahan beban secara signifikan memengaruhi kinerja faktor daya di Gedung B RSUD Brebes. Faktor daya memiliki hubungan langsung dengan perubahan beban, di mana beban tinggi cenderung meningkatkan nilai faktor daya, sedangkan beban rendah menyebabkan penurunan nilai faktor daya.



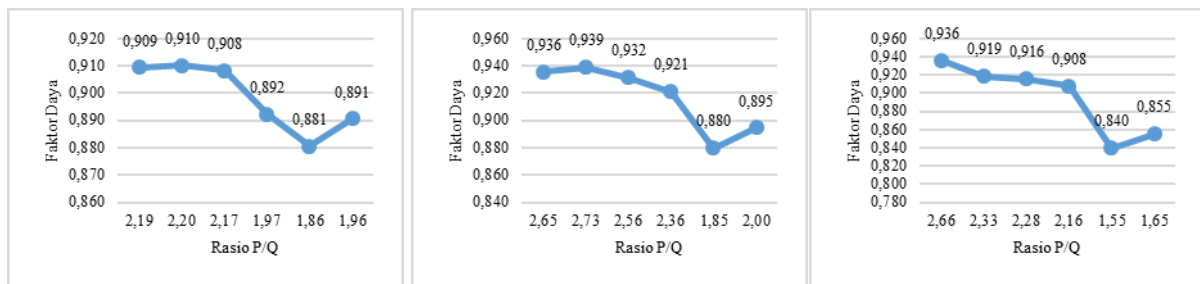
a. Kondisi Pada Fasa R

b. Kondisi Pada Fasa S

c. Kondisi Pada Fasa T

Gambar 5. Kondisi Rasio P/Q Terhadap Faktor Daya Pada Siang Hari (27 Agustus 2024)

Pada Gambar 5 kondisi siang hari, ketika beban mencapai puncaknya, faktor daya meningkat mendekati nilai optimal. Misalnya, pada pukul 12:00 siang, nilai faktor daya tercatat sebesar **0,961** untuk rata-rata tiga fasa, yang merupakan hasil dari peningkatan penggunaan daya aktif yang dominan dibandingkan daya reaktif. Beban operasional pada siang hari terdiri dari peralatan medis berdaya besar seperti CT-scan, MRI, dan centrifuge, yang umumnya memiliki karakteristik beban dengan efisiensi tinggi. Nilai faktor daya yang tinggi menunjukkan efisiensi sistem yang baik pada kondisi beban tinggi.



a. Kondisi Pada Fasa R

b. Kondisi Pada Fasa S

c. Kondisi Pada Fasa T

Gambar 6. Kondisi Rasio P/Q Terhadap Faktor Daya Pada Malam Hari (27 Agustus 2024)

Sebaliknya, pada Gambar 6 kondisi malam hari, ketika beban berkurang, faktor daya menunjukkan penurunan yang signifikan. Pada pukul 23:00 malam, rata-rata faktor daya turun menjadi **0,879**. Penurunan ini disebabkan oleh dominasi daya reaktif dari beban induktif, seperti penerangan dan sistem pendingin ruangan, yang lebih banyak digunakan selama periode malam. Beban-bekan ini cenderung menurunkan efisiensi penggunaan energi listrik karena tidak sepenuhnya menghasilkan daya aktif.

Kinerja faktor daya memiliki hubungan langsung dengan komposisi dan intensitas beban listrik. Ketika beban meningkat, dominasi daya aktif terhadap daya semu menjadi lebih besar, sehingga faktor daya mendekati nilai satu. Sebaliknya, saat beban rendah, daya reaktif relatif lebih besar dibandingkan daya aktif, yang menyebabkan penurunan nilai faktor daya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis pengaruh perubahan beban listrik terhadap kinerja sistem kelistrikan di Gedung B RSUD Brebes, dengan fokus pada tegangan, arus, dan faktor daya. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, dapat disimpulkan sebagai berikut:

A. Pengaruh perubahan beban terhadap tegangan dan arus:

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa perubahan beban secara langsung memengaruhi dinamika tegangan dan arus. Pada siang hari, tingginya arus menyebabkan tegangan sedikit menurun karena sistem distribusi harus memenuhi kebutuhan daya yang besar. Meskipun demikian, nilai tegangan masih berada dalam batas toleransi yang aman untuk operasional peralatan medis

B. Pengaruh perubahan beban terhadap kinerja faktor daya:

Perubahan beban memengaruhi kinerja faktor daya secara signifikan. Beban tinggi meningkatkan nilai faktor daya mendekati optimal ($>0,95$), sedangkan beban rendah menyebabkan penurunan faktor daya yang dapat menurunkan efisiensi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Cao, Y. Li, J. Zhang, Y. Jiang, Y. Han, and J. Wei, "Electrical load prediction of healthcare buildings through single and ensemble learning," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 2751–2767, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.egyr.2020.10.005.
- [2] H. Eteruddin, A. Rahman, M. Putra Halilintar, and A. Tanjung, "Evaluasi Indeks Konsumsi Energi Listrik Di Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru," *ELEMENTER*, vol. 7, no. 2, pp. 42–50, Nov. 2021.
- [3] Ibrahim, A. H. Hatta, Antarissubhi, and A. Hafid, "Rancang Bangun Modul Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Instrumen KWS-AC301," *Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST)*, vol. 2, no. 1, pp. 87–98, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst><http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>
- [4] Y. Eseye and S. Lesmana, "ANALISA PERBAIKAN FAKTOR DAYA SISTEM KELISTRIKAN," *Sains & Teknologi FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DARMA PERSADA*, vol. 11, no. 1, pp. 103–113, 2021.

- [5] F. Wang and W. Chao, "A new perspective on improving hospital energy administration based on recurrence interval analysis," *Energies (Basel)*, vol. 11, no. 5, 2018, doi: 10.3390/en11051303.
- [6] A. Zhafran, A. Triyanto, and H. Permana, "Analisa Pengaruh Nilai Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Gedung Treasury Tower," *Seminar Riset Mahasiswa-Computer & Electrical (SERIMA-CE)*, vol. 1, no. 1, pp. 281–287, 2023, [Online]. Available: <http://seminarsetup.com/id/serima>