



ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK DI WILAYAH PT PLN (PERSERO) UP3 GRESIK DENGAN OBJEK PELANGGAN BISNIS GUNA MENGETAHUI EFISIENSI PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK

Brilianti Qori¹⁾ Avrila¹⁾, Affan Bachri¹⁾, Arief Budi Laksono¹⁾, Zaenal Abidin¹⁾, Ulul Ilmi¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

Jl. Veteran 53A Lamongan

Email: Brilianti1209@gmail.com

Dikimkan: 23 Juli 2024

Direvisi: 27 Juli 2025

Diterima: 27 Juli 2025

Abstrak

Penelitian ini menganalisis faktor beban pada pelanggan bisnis di PT PLN (Persero) UP3 Gresik untuk mengetahui efisiensi pemakaian tenaga listrik. Data sampel yang digunakan adalah pelanggan bisnis dengan tarif B1/ 450 VA, B1/900 VA, B1/1.300 VA, B1/2.200 VA s/d 5.500 VA, B2/6.600 VA s/d 200k, dan B3/ > 200 kVA selama Januari hingga Desember 2023. Uji statistik ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antara faktor beban pada kelompok tarif bisnis yang berbeda, dengan nilai signifikansi 0,000. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor beban pada tarif B1/450 VA dan B1/900 VA lebih tinggi dibandingkan tarif lainnya, sedangkan tarif B1/2.200 VA s/d 5.500 VA memiliki faktor beban lebih rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa pelanggan dengan kapasitas daya listrik lebih rendah memiliki kebutuhan listrik yang lebih besar dan harus mengatur penggunaan daya secara hati-hati. Selain itu, rendahnya faktor beban dapat menandakan transformator tidak digunakan pada kapasitas penuhnya, menyebabkan kondisi operasi yang tidak efisien dan pemborosan energi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa perbedaan faktor beban antar kelompok tarif bisnis di PT PLN (Persero) UP3 Gresik signifikan secara statistik, dan penting untuk memastikan transformator beroperasi pada efisiensi tinggi untuk menghindari pemborosan energi dan biaya.

Kata kunci: *Faktor Beban, Beban Puncak, Beban Rata-Rata, Sistem Distribusi.*

Abstract

The development of technology in the digital era makes it difficult for the elderly to live in this era. This is because they are not accustomed to the use of sophisticated technology. To overcome this problem, this research develops a Homecare application that can be used to monitor the condition of the elderly. The Homecare application is designed using the design thinking method, which is a user-centered approach. At the empathize stage, researchers approach users to understand their needs. At the define stage, researchers determine the root of the problems faced by users. At the prototype stage, researchers develop two application prototypes, namely low fidelity prototype and high fidelity prototype. Finally, researchers conducted testing to see the effectiveness, efficiency, and satisfaction of users with the Homecare application. Usability testing utilizes to measure effectiveness and efficiency by creating scenarios for the system to be tested, and satisfaction testing using the System Usability Scale (SUS). The results of the test show that the Homecare application meets the needs of users with an effectiveness value of 100%, efficiency of 21 seconds, and satisfaction of 73%.

Keyword: Load Factor, Peak Load, Average Load, Distribution System

PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan hal utama dalam keberlangsungan pelanggan dalam usaha mendapatkan sumber energi listrik. Penyediaan tenaga listrik di Indonesia dinaungi oleh PT PLN (Persero). PLN membangkitkan tenaga listrik, menyalurkan, dan mendistribusikan kepada para pelanggan. PT PLN (Persero) sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik dimana salah satu tujuannya adalah memenuhi kebutuhan listrik konsumen, memiliki andil yang sangat besar untuk memberikan jaminan kualitas penyaluran energi listrik yang memenuhi standar baik secara teknis maupun non teknis. PLN menyalurkan tenaga listrik pada beberapa sektor, yakni Rumah Tangga, Industri, Bisnis, dan Pemerintahan atau Publik [1]. Semakin bertambahnya konsumen maka tuntutan untuk kualitas dalam penyediaan energi listrik akan semakin meningkat. Sehingga keandalan sistem tenaga listrik sangat dibutuhkan dalam peningkatan ketersediaan listrik pada konsumen. Untuk mengetahui penyaluran energi listrik tetap terjaga maka diperlukan tingkat keandalan yang sangat baik. Keandalan pasokan listrik merupakan hal yang paling utama, oleh karena itu PT PLN (Persero) senantiasa meningkatkan mutu pelayanan pelanggan kepada pelanggan [2]. Pelanggan sektor bisnis sendiri dibagi menjadi beberapa golongan tergantung besar daya yang digunakan. Pada sektor industri dengan kapasitas beban B1, B2, dan B3. Untuk pelanggan B1 daya yang dipakai adalah 450 VA - 5500 VA, untuk pelanggan B2 daya yang dipakai diatas 6.600 VA - 200 KVA, dan untuk pelanggan B3 daya yang digunakan diatas 200 KVA [3]. Masing-masing golongan tersebut juga di pasok oleh tegangan yang beragam, untuk daya 450 VA - 200KVA menggunakan tegangan rendah yakni 220 V- 380 V, untuk daya diatas 200KVA - 30MVA menggunakan tegangan menengah yakni 20 KV, sedangkan untuk daya diatas 30MVA menggunakan tegangan tinggi yakni 150KV. Setiap pelanggan memiliki karakteristik penggunaan listrik yang berbeda-beda.

Besarnya pemakaian energi listrik dipengaruhi oleh jenis beban yang dipakai [4]. Dalam berbagai permasalahan terutama pada sistem tenaga listrik yaitu bentuk penggambaran beban listrik yang fluktuatif di berbagai sektor, jadi perlu adanya karakteristik beban listrik. Didalam karakteristik beban listrik di suatu jaringan sistem bergantung dimacam beban yang dilayaninya. Karakteristik beban merupakan peran penting didalam menentukan kapasitas pembebanan. Faktor Yang menentukan karakteristik beban yaitu faktor beban, faktor beban harian rata-rata dan faktor penilaian beban [5]. Faktor beban adalah penjabaran penting pada suatu data konsumsi energi listrik dan berpacu pada rasio konsumsi rata-rata terhadap konsumsi puncak (*peak demand*) [6].

$$\text{Faktor Beban } (F_b) = \frac{P \text{ Rata} - \text{Rata } (Pr)}{P \text{ Puncak } (Pp)}$$

$$P \text{ Rata} - \text{Rata } (P_r) = \frac{\text{Konsumsi listrik dalam periode tertentu}}{\text{Waktu penggunaan dalam periode tertentu}}$$

$$\text{Beban Puncak} = S \cos \theta$$

Faktor daya yang umum digunakan dalam aplikasi industri adalah sekitar 0.8. IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) memberikan pedoman dan standar mengenai penggunaan faktor daya ini dalam sistem tenaga listrik [7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor beban listrik di PT PLN (Persero) UP3 Gresik, dengan fokus pada karakteristik beban yang meliputi faktor beban, faktor beban harian rata-rata, dan faktor penilaian beban. Faktor beban dihitung sebagai rasio antara konsumsi energi rata-rata dan konsumsi puncak dalam periode waktu tertentu. Konsumsi energi rata-rata merupakan beban rata-rata dalam periode waktu tertentu, sedangkan konsumsi puncak adalah beban terbesar yang terjadi dalam periode waktu tersebut.

Untuk memastikan bahwa data berdistribusi normal, dilakukan uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov. Uji ini penting untuk memastikan bahwa asumsi dasar dari uji statistik inferensial yang akan digunakan, seperti uji ANOVA, terpenuhi [8]. Jika data berdistribusi normal, asumsi statistik yang mendasari metode analisis dapat dipenuhi, sehingga hasil analisis dapat diandalkan dan interpretasi yang dibuat dari hasil tersebut valid.

Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas untuk memeriksa kesamaan varians antar kelompok tarif bisnis menggunakan uji Levene [9]. Uji ini digunakan untuk memastikan bahwa varians atau dispersi dari faktor beban listrik antar kelompok tarif bisnis adalah seragam. Hal ini penting untuk memastikan bahwa perbandingan antar kelompok dapat dilakukan secara adil dan hasil uji statistik inferensial, seperti uji ANOVA, dapat dipercaya.

Penelitian ini menggunakan uji ANOVA satu arah untuk membandingkan rata-rata faktor beban listrik di antara kelompok tarif bisnis yang berbeda di PT PLN (Persero) UP3 Gresik [8].

- Hipotesis nol (H_0): tidak ada perbedaan signifikan dalam rata-rata faktor beban di antara kelompok tarif bisnis, sedangkan
- Hipotesis alternatif (H_1): terdapat perbedaan signifikan.

Jika hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa p-value kurang dari 0,05, maka hipotesis nol ditolak, menandakan adanya perbedaan signifikan antara setidaknya dua kelompok rata-rata.

Dilakukan juga Analisis Efisiensi Relatif untuk mengevaluasi efisiensi pemakaian tenaga listrik dengan membandingkan faktor beban aktual dengan standar efisiensi yang ditetapkan berdasarkan rata-rata industri atau praktik terbaik [10]. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berguna bagi peningkatan efisiensi pemakaian tenaga listrik di PT PLN (Persero) UP3 Gresik, serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait manajemen dan efisiensi penggunaan tenaga listrik di wilayah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Faktor Beban Pada Tiap Tarif Bisnis

Penelitian ini menganalisis faktor beban listrik pada berbagai kelompok tarif bisnis di PT PLN (Persero) UP3 Gresik. Data yang dianalisis mencakup enam kelompok tarif bisnis yang berbeda, yaitu: Tarif B.1 / 450 VA, Tarif B.1 / 900 VA, Tarif B.1 / 1300 VA, Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500 VA, Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200 kVA, dan Tarif B.3 / > 200 kVA. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan dalam faktor beban listrik di antara kelompok-kelompok tarif tersebut.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Faktor Beban Tarif Bisnis

Faktor Beban					
Tarif B.1 / 450 VA	Tarif B.1 / 900 VA	Tarif B.1 / 1300 VA	Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200 k	Tarif B.3 / > 200 kVA
0,0228%	0,0224%	0,0174%	0,0141%	0,0193%	0,0185%
0,0249%	0,0224%	0,0173%	0,0140%	0,0193%	0,0189%
0,0250%	0,0231%	0,0180%	0,0142%	0,0198%	0,0190%
0,0258%	0,0230%	0,0183%	0,0139%	0,0185%	0,0193%
0,0264%	0,0255%	0,0202%	0,0149%	0,0198%	0,0190%
0,0260%	0,0260%	0,0202%	0,0158%	0,0197%	0,0191%
0,0254%	0,0241%	0,0191%	0,0151%	0,0190%	0,0183%
0,0252%	0,0246%	0,0188%	0,0151%	0,0189%	0,0182%
0,0256%	0,0255%	0,0192%	0,0154%	0,0194%	0,0189%
0,0265%	0,0270%	0,0203%	0,0165%	0,0201%	0,0202%
0,0270%	0,0275%	0,0208%	0,0166%	0,0204%	0,0204%
0,0264%	0,0286%	0,0207%	0,0165%	0,0196%	0,0195%

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa faktor beban untuk tarif B.1 dengan kapasitas 450 VA dan 900 VA memiliki nilai yang relatif tinggi dibandingkan dengan kelompok tarif lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok bisnis dengan kapasitas daya yang lebih rendah cenderung memiliki beban yang lebih tinggi. Sebaliknya, kelompok tarif dengan kapasitas daya yang lebih besar, seperti B.1 / 2.200 VA s/d 5.500 VA, B.2 / 6.600 VA s/d 200 kVA, dan B.3 / > 200 kVA, menunjukkan faktor beban yang lebih rendah.

Analisis Deskriptif Faktor Beban

Analisis ini menggunakan nilai rata-rata, median, varians, deviasi standar, nilai minimum dan maksimum, serta rentang dan interquartile range (IQR) untuk menggambarkan karakteristik beban listrik pada masing-masing kelompok tarif [11].

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kelompok tarif B.1 / 450 VA memiliki rata-rata faktor beban tertinggi sebesar 0,0256, yang berarti kelompok ini memiliki beban yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tarif lainnya. Sebaliknya, kelompok tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500 VA memiliki rata-rata faktor beban terendah sebesar 0,0152. Median nilai faktor beban menunjukkan bahwa sebagian besar kelompok memiliki nilai median yang mendekati rata-rata, kecuali pada kelompok B.1 / 900 VA dan B.3 / > 200 kVA yang memiliki median sedikit lebih tinggi dari rata-ratanya, menandakan adanya sedikit skewness dalam distribusi data.

Varians pada semua kelompok tarif adalah 0, yang menunjukkan konsistensi dalam nilai faktor beban, sementara standar deviasi tertinggi ditemukan pada kelompok B.1 / 450 VA sebesar 0,0110. Ini menunjukkan bahwa meskipun faktor beban rata-rata pada kelompok ini tinggi, terdapat fluktuasi yang lebih besar dibandingkan kelompok lainnya. Nilai minimum dan maksimum menunjukkan rentang beban yang lebih luas pada kelompok B.1 / 900 VA (0,0224 - 0,0286), menandakan adanya variasi yang lebih besar dalam beban pada kelompok ini.

Tabel 2. Hasil Analisis Deskriptif

	B1/ 450 VA	B1/ 900 VA	B1/ 1.300 VA	B1/ 2.200 VA s/d 5.500	B2/ 6.600 VA s/d 200 k	B3/ > 200 kVA
Mean	0,0256	0,0237	0,0192	0,0152	0,0195	0,0191
Median	0,0257	0,0251	0,0192	0,0151	0,0195	0,0190
Varian	0	0	0	0	0	0
Standard Deviasi	0,0110	0,0021	0,0013	0,0010	0,0005	0,0007
Minimum	0,228	0,0224	0,173	0,0139	0,0185	0,0182
Maksimum	0,270	0,0286	0,0208	0,0166	0,0204	0,0204
Range	0,0043	0,0062	0,0036	0,0027	0,0019	0,0021
Interquartile range	0,0013	0,0037	0,0022	0,0022	0,0008	0,0008
Jumlah	0,3068	0,2996	0,2303	0,1819	0,2337	0,2293
Jumlah data	12	12	12	12	12	12

Rentang terbesar dalam faktor beban ditemukan pada kelompok B.1 / 900 VA (0,0062), diikuti oleh kelompok B.3 / > 200 kVA (0,0021). IQR terbesar juga ada pada kelompok B.1 / 900 VA (0,0037), menunjukkan bahwa variasi dalam beban pada 50% tengah data cukup signifikan. Secara keseluruhan, jumlah data yang sama (12) untuk setiap kelompok memastikan bahwa perbandingan antar kelompok tarif adalah adil dan konsisten.

Uji Normalitas

Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Uji normalitas dilakukan pada data faktor beban pada masing-masing bulan untuk setiap tarif. Hasil uji normalitas akan digunakan untuk menentukan apakah data faktor beban memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk uji ANOVA [12].

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

	Tarif	Kolmogorov-Smirnov		
		Statistik	df	Sig.
Bulan	B1/ 450 VA	0,195	12	0,200
	B1/ 900 VA	0,156	12	0,200
	B1/ 1.300 VA	0,206	12	0,168
	B1/ 2.200 VA s/d 5.500	0,172	12	0,200
	B2/ 6.600 VA s/d 200 k	0,113	12	0,200
	B3/ > 200 kVA	0,162	12	0,200

Hasil uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data faktor beban pada masing-masing bulan untuk setiap tarif memiliki nilai p-value yang lebih besar dari alpha (0,05) atau dengan kata lain nilai $\text{sig.}\alpha > \text{dari } \alpha = 0,05$. Artinya, data tersebut tidak signifikan depart dari distribusi normal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data faktor beban pada penelitian ini memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk uji ANOVA.

Uji Homogenitas

Dalam penelitian ini, uji homogenitas varians akan dilakukan menggunakan uji Levene. Uji Levene adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menguji homogenitas varians. Uji ini membandingkan varians dari kelompok-kelompok yang dibandingkan dan menghasilkan nilai p-value yang menunjukkan apakah perbedaan varians tersebut signifikan atau tidak.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Levene	df1	df2	Sig.
5,978	5	66	0,000

Hasil uji homogenitas varians menggunakan uji Levene menunjukkan bahwa nilai p-value yang dihasilkan adalah 0,000, yang berarti lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$). Sehingga, kita menolak hipotesis nol bahwa varians antar kelompok adalah sama, dan menerima hipotesis alternatif bahwa varians antar kelompok tidak sama. Ini berarti bahwa varians dari faktor beban pada masing-masing tarif bisnis di PT PLN (Persero) UP3 Gresik memiliki perbedaan yang signifikan atau dengan kata lain data tidak homogen.

Jika hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data kelompok tidak homogen, tetapi data masih terdistribusi normal dan memiliki varian yang sama, maka kita masih dapat menggunakan uji ANOVA.

Uji ANOVA

Dalam penelitian ini, kita akan menggunakan uji ANOVA satu arah untuk membandingkan faktor beban pada enam tarif bisnis yang berbeda di PT PLN (Persero) UP3 Gresik. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata faktor beban pada kelompok tarif bisnis yang berbeda.

Tabel 5. Hasil Uji ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,001	5	0,000	128,406	0,000
Within Groups	0,000	66	0,000		
Total	0,001	71			

Dari hasil uji ANOVA satu arah yang dilakukan pada penelitian ini, diperoleh nilai F sebesar 128,406 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,000. Nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$), sehingga kita dapat menolak hipotesis nol. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara faktor beban pada kelompok tarif bisnis yang berbeda di PT PLN (Persero) UP3 Gresik.

Tabel 6. Tabel Analisis Post Hoc Menggunakan Uji Tukey HSD
(Honestly Significant Difference)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Faktor_Beban
Tukey HSD

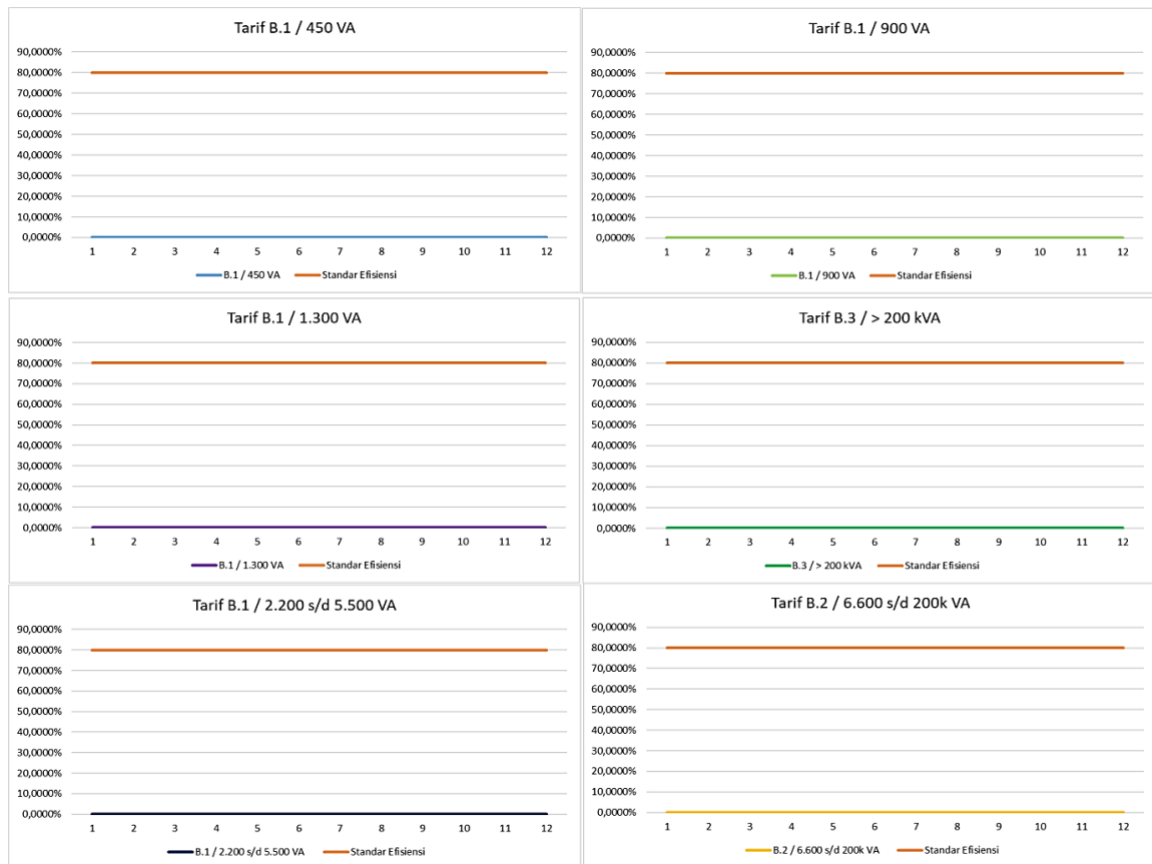
(i) Tarif	(j) Tarif	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Tarif B.1 / 450 VA	Tarif B.1 / 900 VA	.0006047	.0004955	.825	-.000850	.002059
	Tarif B.1 / 1.300 VA	.0063821 [*]	.0004955	.000	.004928	.007836
	Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	.0104097 [*]	.0004955	.000	.008955	.011864
	Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200k	.0060909 [*]	.0004955	.000	.004637	.007545
	Tarif B.3 / > 200 kVA	.0064585 [*]	.0004955	.000	.005004	.007913
Tarif B.1 / 900 VA	Tarif B.1 / 450 VA	-.0006047	.0004955	.825	-.002059	.000850
	Tarif B.1 / 1.300 VA	.0057774 [*]	.0004955	.000	.004323	.007232
	Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	.0098050 [*]	.0004955	.000	.008351	.011259
	Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200k	.0054861 [*]	.0004955	.000	.004032	.006940
	Tarif B.3 / > 200 kVA	.0058537 [*]	.0004955	.000	.004399	.007308
Tarif B.1 / 1.300 VA	Tarif B.1 / 450 VA	-.0063821 [*]	.0004955	.000	-.007836	-.004928
	Tarif B.1 / 900 VA	-.0057774 [*]	.0004955	.000	-.007232	-.004323
	Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	.0040276 [*]	.0004955	.000	.002573	.005482
	Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200k	-.0002912	.0004955	.992	-.001746	.001163
	Tarif B.3 / > 200 kVA	.0000764	.0004955	1.000	-.001378	.001531
Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	Tarif B.1 / 450 VA	-.0104097 [*]	.0004955	.000	-.011864	-.008955
	Tarif B.1 / 900 VA	-.0098050 [*]	.0004955	.000	-.011259	-.008351
	Tarif B.1 / 1.300 VA	-.0040276 [*]	.0004955	.000	-.005482	-.002573
	Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200k	-.0043189 [*]	.0004955	.000	-.005773	-.002865
	Tarif B.3 / > 200 kVA	-.0039512 [*]	.0004955	.000	-.005406	-.002497
Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200k	Tarif B.1 / 450 VA	-.0060909 [*]	.0004955	.000	-.007545	-.004637
	Tarif B.1 / 900 VA	-.0054861 [*]	.0004955	.000	-.006940	-.004032
	Tarif B.1 / 1.300 VA	.0002912	.0004955	.992	-.001163	.001746
	Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	.0043189 [*]	.0004955	.000	.002865	.005773
	Tarif B.3 / > 200 kVA	.0003676	.0004955	.976	-.001087	.001822
Tarif B.3 / > 200 kVA	Tarif B.1 / 450 VA	-.0064585 [*]	.0004955	.000	-.007913	-.005004
	Tarif B.1 / 900 VA	-.0058537 [*]	.0004955	.000	-.007308	-.004399
	Tarif B.1 / 1.300 VA	-.0000764	.0004955	1.000	-.001531	.001378
	Tarif B.1 / 2.200 VA s/d 5.500	.0039512 [*]	.0004955	.000	.002497	.005406
	Tarif B.2 / 6.600 VA s/d 200k	-.0003676	.0004955	.976	-.001822	.001087

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Pasangan tarif yang tidak signifikan, yaitu yang memiliki nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Pasangan tarif tersebut meliputi: Tarif B.1/450 VA vs Tarif B.1/900 VA (Sig. 0,825), Tarif B.1/1300 VA vs Tarif B.1/6600 s/d 200 kVA (Sig. 0,992), Tarif B.1/1300 VA vs Tarif B.1/>200 kVA (Sig. 1), dan Tarif B.1/6600 s/d 200 kVA vs Tarif B.1/>200 kVA (Sig. 0,976). Ketidaksignifikanan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti nilai Sig. yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata faktor beban antara tarif-tarif tersebut tidak cukup besar untuk dianggap berbeda secara statistik. Selain itu, perbedaan rata-rata faktor beban yang kecil antara dua tarif mengindikasikan konsumsi energi yang hampir serupa. Variabilitas faktor beban yang tinggi dalam kelompok tarif juga dapat menyebabkan perbedaan yang ada tidak terdeteksi secara statistik. Secara keseluruhan, meskipun beberapa perbandingan tidak signifikan, hasil global dari uji ANOVA tetap menunjukkan perbedaan signifikan di antara beberapa kelompok tarif.

Analisis Efisiensi Relatif

Berdasarkan gambar 1. grafik dapat dilihat bahwa faktor beban pada masing-masing tarif memiliki selisih yang jauh dengan efisiensi listrik. Hal ini menandakan bahwa transformator tidak digunakan secara efisien. Faktor beban yang rendah menunjukkan bahwa transformator tidak digunakan pada kapasitas penuhnya, sementara efisiensi listrik yang rendah menunjukkan bahwa transformator mengubah energi listrik dari satu bentuk ke bentuk lain dengan kehilangan energi yang signifikan [13]. Kombinasi faktor beban yang rendah dan efisiensi listrik yang rendah dapat mengakibatkan transformator bekerja pada kondisi yang tidak efisien, yang dapat mengakibatkan pemborosan energi dan biaya yang lebih tinggi.



Gambar 1. Grafik Hubungan Faktor Beban dengan Efisiensi Listrik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian, dapat disimpulkan bahwa faktor beban pelanggan bisnis PT PLN (Persero) UP3 Gresik lebih tinggi pada tarif B1/450 VA dan B1/900 VA dibandingkan tarif lainnya, dengan tarif B1/2.200 VA s/d 5.500 VA memiliki faktor beban terendah. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antara faktor beban kelompok tarif bisnis ($F = 128,406$, $\text{Sig.} = 0,000$), menandakan perbedaan ini signifikan secara statistik. Hubungan antara nilai faktor beban dan efisiensi pemakaian tenaga listrik menunjukkan bahwa rendahnya faktor beban dapat mengindikasikan transformator tidak digunakan pada kapasitas penuhnya, yang mengakibatkan operasi yang tidak efisien dan pemborosan energi serta biaya. Sebagai contoh, tarif Bisnis B1/2.200 VA s/d 5.500 VA memiliki faktor beban sebesar 0,0141% pada bulan Januari, menunjukkan bahwa transformator hanya dimanfaatkan sebesar 1,41% dari kapasitas penuhnya yaitu 80%, sehingga penting untuk memastikan penggunaan transformator pada kapasitas penuh dan efisiensi tinggi untuk menghindari pemborosan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. Ilham, "Analisa Dan Evaluasi Kinerja ATS Pada Pelanggan Premium Tegangan Menengah di PT. PLN UP3 Gresik," *J. Appl. Smart Electr. Netw. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 56–63, 2020.
- [2] "Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor 386.K/TL.04/DJL.3/2023 tentang Besaran Tingkat Mutu Pelayanan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)." 2023.
- [3] "Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)." 2016.
- [4] A. B. Putra, "Analisis Faktor Beban Tenaga Listrik di Wilayah PT PLN (Persero) ULP Sukoharjo dengan Objek Pelanggan Rumah Tangga," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2020.

- [5] D. N. Cahyanto, "Evaluasi Perhitungan Faktor Beban Tenaga Listrik pada Sektor Rumah Tangga di Wilayah Sukoharjo," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2019.
- [6] M. Adijwi, "Analisis Faktor Beban Tenaga Listrik di Wilayah PLN APJ Surakarta dengan Objek Pelanggan Rumah Tangga," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2016.
- [7] Y. Arnas, Z. Kurniawati, and K. G. S. M. Ismail, "Electrical distribution system efficiency and effectiveness with simple mathematics at the Indonesian aviation Polytechnic of Curug," *Int. J. Trends Math. Educ. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 281–290, 2022.
- [8] P. Stoker, G. Tian, and J. Kim, "Analysis of Variance (ANOVA)," 2020, pp. 197–219. doi: 10.4324/9780429325021-11.
- [9] J. L. Gastwirth, Y. R. Gel, and W. Miao, "The Impact of Levene ' s Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice," *Stat. Sci.*, vol. 24, no. 3, pp. 343–360, 2014, doi: 10.1214/09-STS301.
- [10] C. Wang, Q. Luu, and T. Nguyen, "Estimating Relative Efficiency of Electricity Consumption in 42 Countries during the Period of 2008 – 2017," *Energies*, vol. 11, no. 3037, pp. 1–16, 2018, doi: 10.3390/en11113037.
- [11] B. Purwanggono and C. Al Faruq, "Electricity Distribution Efficiency Analysis Using Data Envelopment Analysis (DEA) and Soft System Methodology," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 203, pp. 342–349, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.07.043.
- [12] A. Ghasemi and S. Zahediasl, "Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians.," *Int. J. Endocrinol. Metab.*, vol. 10, no. 2, pp. 486–489, 2012, doi: 10.5812/ijem.3505.
- [13] X. Mu, "Electrical power systems energy saving and consumption reduction through transformer capacity and operation scheme," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/804/3/032047.