p-ISSN : 2302-4216
e-ISSN : 2830-1765
Inovasi Fisika Indonesia
https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia
Published by:
Program Studi Fisika
Jurusan Fisika FMIPA
Universitas Negeri Surabaya
Kampus Unesa Ketintang Jl. Ketintang Gd. C3 Lt. 1
Surabaya - Indonesia
jifi@unesa.ac.id

Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume 15 Nomor 3 Tahun 2026, hal 394-400

ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK DI WILAYAH PT. PLN (PERSERO) ULP SERUI DENGAN OBJEK PELANGGAN RUMAH TANGGA

[1)]Isak Siwa Matui, [2)] Zainul Arifin Imam Supardi

[1)] Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: isak.21045@mhs.unesa.ac.id
[2)] Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: zainularifin@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menganalisis faktor beban tenaga listrik pada pelanggan rumah tangga di wilayah PT. PLN (Persero) ULP Serui periode Maret hingga Agustus 2025 untuk mengetahui pola konsumsi energi, beban rata-rata (Pr), beban puncak (Pp), serta variasi antar golongan tarif R1 dengan daya 450, 900, 1300, dan 2200 VA, R2 dengan daya 3500 s/d 5500 VA, dan R3 dengan daya di atas 6600 VA. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan data primer dari PT. PLN (Persero) Serui dengan teknik perhitungan beban rata-rata, beban puncak, dan faktor beban dengan asumsi faktor daya cos θ = 0,8. Analisis dilakukan melalui perbandingan bulanan dan antar golongan tarif pelanggan. Hasil perhitungan parameter menunjukkan faktor beban (Fb) memiliki nilai rata-rata (<30%) pada setiap golongan tarif pelanggan, nilai faktor beban tertinggi terdapat pada golongan R1/R1T/450 VA (23,11-27,58%) dan nilai faktor beban terendah di R1M/R1 MT/900 VA (11,42-11,80%) akibat fluktuasi beban puncak tinggi dan konsumsi tidak merata. Sumpulan yang didapatkan bahwa pemanfaatan daya PLN belum optimal sehingga berpotensi penambahan pelanggan pada semua golongan tarif pelanggan residensial. Saran memberikan edukasi pola konsumsi listrik kepada pelangga, optimalisasi distribusi, dan monitoring berkala oleh PLN untuk efisiensi sistem kelistrikan.

Kata Kunci: Faktor beban, beban puncak, pelanggan rumah tangga, ULP Serui, PLN.

Abstract

This study analyzes the factors of electrical power load on household customers in the PT. PLN (Persero) ULP Serui for the period March to August 2025 to find out the energy consumption pattern, average load (Pr), peak load (Pp), as well as variations between tariff groups R1 with power of 450, 900, 1300, and 2200, R2 with power of 3500 to 5500 VA, and R3 with power above 6600 VA. This study uses a quantitative approach by collecting primary data from PT. PLN (Persero) Serui with the technique of calculating the average load, peak load, and the load factor assuming cos θ = 0,8. The analysis is carried out through monthly comparisons and between customer tariff groups. The results of parameter calculation showed that the load factor (Fb) had an average value (<30%) in each customer tariff group, the highest load factor value was found in the R1/R1T/450 VA group (23,11-27,58%) and the lowest load factor value was R1M/R1 MT/900 VA (11,42-11,80%) due to high peak load fluctuations and uneven consumption. The conclusion obtained is that PLN's power utilization has not been optimal so that there is the potential for additional customers in all residential customer tariff ranges. Suggestions provide education on electricity consumption patterns to customers, distribution optimization, and periodic monitoring by PLN for the efficiency of the electricity system.

Keywords: *Load factor, peak load, household customers, ULP Serui, PLN*

p-ISSN : 2302-4216
e-ISSN : 2830-1765
Inovasi Fisika Indonesia
https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia
Published by:
Program Studi Fisika
Jurusan Fisika FMIPA
Universitas Negeri Surabaya
Kampus Unesa Ketintang Jl. Ketintang Gd. C3 Lt. 1
Surabaya - Indonesia
jifi@unesa.ac.id

I. PENDAHULUAN

Energi listrik memegang peranan penting dalam kehidupan rumah tangga sebagai penunjang utama aktifitas sehari-hari, seperti penerangan, pengoperasian peralatan elektronik dan pemenuhan kenyamanan dalam rumah tangga. Seiring dengan perkembangan teknologi dan perubahan pola hidup Masyarakat, konsumsi listrik rumah tangga cenderung mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan kebutuhan listrik ini tidak hanya mencerminkan penggunaan energi tetapi juga berkaitan dengan peningkatan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakt. Oleh karena itu pemenuhan kebutuhan listrik rumah tangga yang handal dan efisiensi menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung pengembangan ekonomi dan sosial. (Wulandari et al., 2018)

Sistem tenaga listrik merupakan sistem terintegrasi yang terdiri atas pembangkit, transmisi, dan distribusi yang bekerja untuk menyalurkan energi listrik dari sumber pembangkit ke pusat-pusat beban. Pada pembangkit energi mekanik diubah menjadi energi listrik oleh generator, kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi bertegangan tinggi untuk meminimalkan rugi-rugi daya. Selanjutnya, energi listrik didistribusikan melalui jaringan tegangan menengah dan rendah menuju konsumen, dimana karakteristik beban pada sistem distribusi sangat memengaruhi kinerja, efisinesi, dan keandalan sistem tenaga listrik. Pada sisi distribusi karaktrisitik beban pelanggan khususnya pada sektor rumah tangga menyebabkan variasi antara beban rata-rata dan beban puncak yang berpengaruh langsung terhadap nilai faktor beban. Faktor beban menjadi parameter paling penting dalam mengevaluasi tingkat pemanfaatan daya, efisiensi operasional dan keandalan sistem tenaga listrik. (Silalahi et al., 2022)

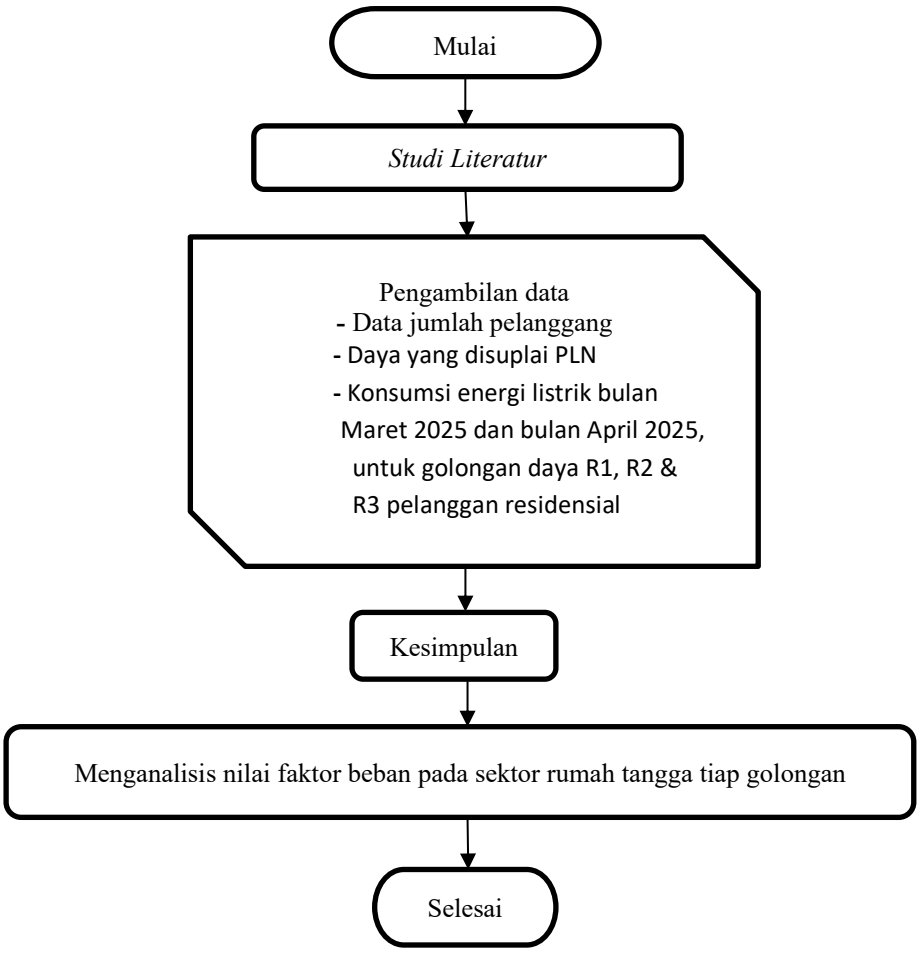
Beberapa peneliti sebelumya telah mengkaji karakteristik konsumsi energi listrik rumah tangga menggunakan parameter faktor beban di beberapa tempat penelitian yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh (Arjana & Wijaya, 2024) yang meneliti tentang kontribusi sektor rumah tangga terhadap peningkatan. Dan penelitian yang dilakukan oleh (Ismarala et al., 2018) menggunakan metode kuantitaf dan hasil penelitian menunjukan bahwa nilai faktot beban pada pelanggan rumah tangga PLN area Makassar Selatan belum maksimal. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Arifin & Tamam, 2021) memunjukan bahwa nilai faktor beban pada konseman rumah tangga di wilayah Musi Banyuasin pelanggan dengan daya 4.400 VA beerada pada kisaran 29,73%, yang lebih rendah dibandingkan sektor industri. Penelitian Arifin & Tamam membandingkan sektor rumah tangga dan industri. (Suhardi Rahman & Arli S, 2021) melakukan penelitian berjudul "Evaluasi Faktor Beban Tenaga Listrik pada Feeder Trafo 2 Panakkukang Makassar" Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata faktor beban pelanggan rumah tangga dengan daya 450–6.600 VA berada pada kisaran 31,11%. Persamaan penelitian ini dengan penelitian penulis terletak pada analisis karakteristik beban rumah tangga dan penggunaan faktor beban sebagai indikator utama. Namun, perbedaannya adalah pada tingkat analisis sistem. Penelitian Rahman & Arli dilakukan pada level feeder dan trafo distribusi, sedangkan penelitian penulis dilakukan pada level pelanggan rumah tangga di wilayah ULP Serui, sehingga lebih menitikberatkan pada pola konsumsi energi pelanggan dibandingkan kinerja peralatan jaringan.

II. METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan pendekatan kuantitatif dengan metode yang digunakan adalah studi literatur dan pengabilan data langsung dari PT. PLN (Persero) ULP Serui dengan memanfaatkan data sekunder berupa jumlah pelanggan, daya terpasang (VA), dan konsumsi energi listrik bulanan (kWh) periode Maret hingga Aguatus 2025 yang diperoleh dari pihak PLN. Objek penelitian mencangkup pelanggan golongan tarif R1 (450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA), R2 (350-5500 VA). Parameter yang dianalisis meliputi beban rata-rata (Pr, beban puncak (Pp), dan faktor beban (Fb), dengan asumsi cos θ = 0,8. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai parameter untuk masing-masing golonga tarif, membandingkan faktor beban antar

golongan dan antar bulan, serta menginterpretasikan tren pemanfaatan daya listrik untuk mengetahui tingkat efisiensi dan pola penggunaan energi listrik pelanggan rumah tangga di wilayah penelitian.



Gambar 1. *Flowcart* Penelitian

B. Variabel Operasional Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tiga jenis variabal operasional, yakni Manipulasi, Kontrol, dan Respon. Variabel manipulasi golongan terif pelanggan listrik residensial dengan golongan tarif R1 daya 450, 900, 1300 dan 2200 VA, golongan tarif R2 daya 3500-5500 VA dan golongan tarif R3 daya 6600 VA ke atas. Variabel kontrol adalah waktu penggunaan listrik bulanan dalam periode waktu (T) dan di tentukan dengan rumus 30 hari x 24 jam /hari = 720. Adapun variable respon adalah hasil perhitungan parameter dari seluru data yaitu faktor beban (Fb) %.

C. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (PERSERO) ULP SERUI, dengan mengumpulkan data sekunder berupa Jumlah pelanggan golongan residensial, daya yang disuplai (VA), dan Konsumsi bulanan (kWh) pelanggan golongan residensial periode Meret hingga Agustus 2025. Data yang diperoleh dari ULP SERUI mencangkup golongan tarif, daya yang disuplai ke setiap golongan tarif pelanggan (VA), konsumsi bulanan setiap golongan (kWh), dan jumlah pelanggan residensial. Data yang telah diperoleh tersebut kemudian diolah dengan menggunakan teknik perhitungan parameter setiap bulan yaitu pertihungan beban rata-rata (Pr), perhitungan beban puncak (Pp) dan perhitungan faktor beban (Fb).

D. Teknik Pengolahan Data

Teknik perhitungan parameter utama dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$beban\ rata-rata\ = \frac{Konsumsi\ listrik\ dalam\ sebulan\ (kWh)}{waktu\ penggunaan\ dalam\ sebulan} \quad (1)$$

$$beban\ puncak = S\ x cos\ \theta \quad (2)$$

$$Faktor\ beban = \frac{(\mathrm{Pr})\ dalam\ periode\ sebulan\ (kW)}{(Pp)\ dalam\ periode\ tertentu} \quad (3)$$

Keterangan:
S : daya listrik (VA)
Cos θ : Faktor daya (0,8)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Adapun data yang akan dianalisa merupakan data pelanggan rumah tanggah pada ULP Serui yaitu periode Maret hingga Aguus 2025.

Tabel 1. Data pelanggan rumah tangga ULP Serui bulan Maret 2025

No	Golongan Tarif	Daya Yang Di Suplay (VA)	Konsumsi Bulanan (kWh)	Jumlah Pelanggan
1	R1/ 450 VA	1.451.700	199,657	3.226
2	R1/ 900 VA	928.800	81,151	1.032
3	R1 M / 900 VA	5.845.500	403,389	6.495
4	R1/ 1300 VA	8.089.900	796,033	6.223
5	R1/ 2200 VA	3.104.200	344,121	1.411
6	R2/ 3500-5500 VA	2.133.700	214,357	535
7	R3/ 6600 VA Ke Atas	552.400	41,859	48

Setelah melakukan pengumpulan data pada PT. PLN (Persero) ULP Serui dan data yang di dapatkan iyalah data golongan tarif pelanggan rumah tangga, daya yang disuplai, konsumsi bulanan setiap golongan dan jumlah pelanggan residensial pada wilaya ULP Serui. Kemudian dilakukan analisis faktor beban pada wilaya Serui.

Perhitungan parameter bulan maret 2025

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R1/R1T/450 VA

Beban rata-rata $= \frac{199.657}{31 \times 24} = \frac{199.657}{744} = 268,35$

Beban puncak = 1.451.700 x 0,8 = 1.161

Faktor beban $= \frac{268,35}{1.161} = 23,11\%$

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R1/R1T/900 VA

Beban rata-rata $= \frac{81.151}{31 \times 24} = \frac{199.657}{744} = 109,07$

Beban puncak = 928.800 x 0,8 = 743 kW

Faktor beban $= \frac{109,07}{743} = 14,67\ \%$

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R1M/R1MT/900 VA

Beban rata-rata $= \frac{403.389}{31 \times 24} = \frac{43.389}{744} = 542,18$

Beban puncak = 5.845.500 x 0,8 = 4.676

Faktor beban $= \frac{542,18}{4.676} = 11,59\%$

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R1/R1T/1300 VA

Beban rata-rata $= \frac{796.033}{31 \times 24} = \frac{796.033}{744} = 1.069$

Beban puncak = 8.089.900 x 0,8 = 6.471

Faktor beban $= \frac{1.069}{6.471} = 16,51\%$

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R1/R1T/2200 VA

Beban rata-rata $= \frac{344.121}{31 \times 24} = \frac{344.121}{744} = 462{,}52$

Beban puncak = 3.104.200 x 0,8 = 2.483

Faktor beban $= \frac{462{,}52}{2.483} = 18{,}88\%$

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R2/R2T/3500 – 5500 VA

Beban rata-rata $= \frac{214.357}{31 \times 24} = \frac{214.357}{744} = 288{,}11$

Beban puncak = 2.133.700 x 0, = 1.706

Faktor beban $= \frac{288{,}11}{1.706} = 16{,}88\%$

Perhitungan faktor beban pada pelanggan golongan terif R3/R3T/6600 VA ke atas

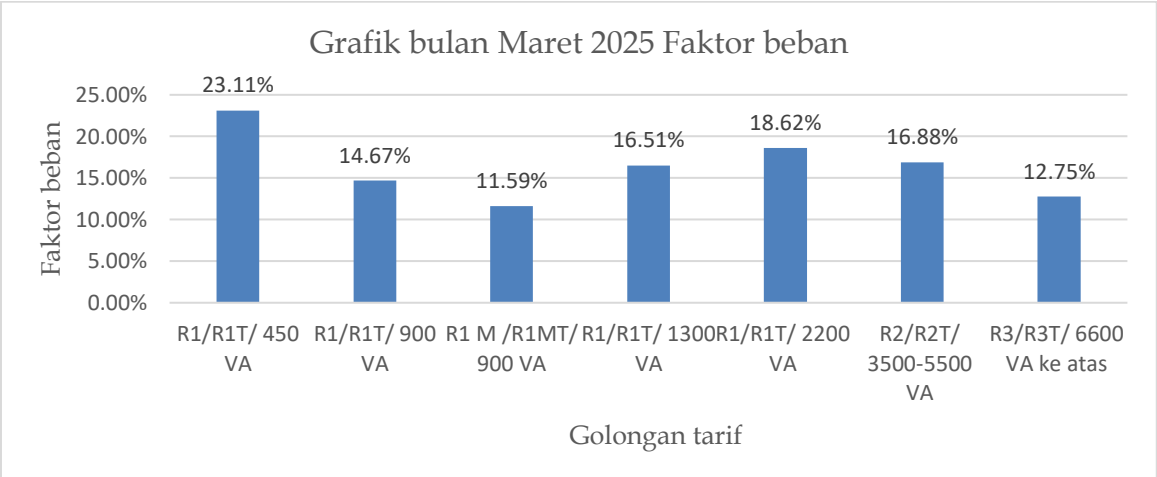
Beban rata-rata $= \frac{41.859}{31 \times 24} = \frac{41.859}{744} = 56{,}26$

Beban puncak = 552.400 x 0,8 = 441

Faktor beban $= \frac{56{,}26}{441} = 12{,}75\%$

Tabel 2. Hasil perhitungan faktor beban bulan maret 2025 pelanggan sektor rumah tangga di wilayah ULP Serui

Bulan Maret 2025					
Golongan Tarif	Waktu (jam)	Jumlah pelanggan	Beban rata-rata (Pr) kW	Beban Puncak (Pp) kW	Faktor Beban (Fb)%
R1/R1T/ 450 VA	744	3.226	268,35	1.161	23,11%
R1/R1T/ 900 VA	744	1.032	109,07	743	14,67%
R1 M /R1MT/ 900 VA	744	6.495	542,18	4.676	11,59%
R1/R1T/ 1300 VA	744	6.223	1.069	6.471	16,51%
R1/R1T/ 2200 VA	744	1.411	462,52	2.483	18,62%
R2/R2T/ 3500-5500 VA	744	535	554,24	6.471	16,88%
R3/R3T/ 6600 VA ke atas	744	48	56,26	441	12,75%

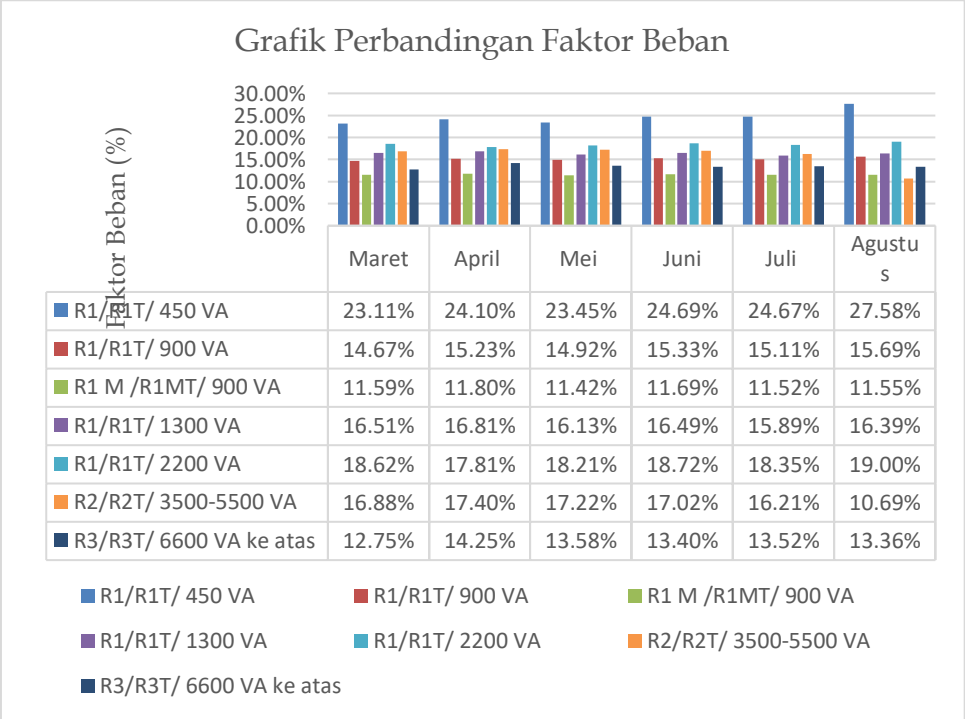


Grafik 1. Faktor beban tenaga listrik pelanggan sektor rumah tangga di wilaya ULP Serui

Nilai faktor beban paling tinggi terdapat pada pelanggan R1/R1T 450 VA yaitu 23,11 %, dan paling rendah terdapat pada pelanggan R1 M/R1 MT/900 VA yang merupakan pelanggan subsidi yaitu 11,59 %. Sementara itu pelanggan R1T/900 VA, R1T/1300 VA, R1T/2200 VA dan R1T/3500-5500 VA mempunyai hasil nilai faktor beban yang stabil berkisar antara 14 – 18%. Pelanggan R3/R3T/6600 VA ke atas memiliki nilai faktor beban yang terbilang stabil selama periode Maret-Agustus 2025 yaitu berkisar antara 12-14%. Dari diatas dapat disimpulkan bahwa pelanggan golongan rumah tangga R1, R2 dan R3 masih bisa ditambahkan lagi sehingga daya yang disediakan dan disuplai diri pembangit dapat terpakai maksimal. (Ismarala et al., 2018)

Tabel 2. Hasil perhitungan faktor beban periode bulan Maret sampai dengan bulan Agustus 2025 pelanggan sektor rumah tangga di wilaya PT PLN (Persero) ULP Serui

Faktor Beban						
Golongan Tarif	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
R1/R1T/ 450 VA	23,11%	24,10%	23,45%	24,69%	24,67%	27,58%
R1/R1T/ 900 VA	14,67%	15,23%	14,92%	15,33%	15,11%	15,69%
R1 M /R1MT/ 900 VA	11,59%	11,80%	11,42%	11,69%	11,52%	11,55%
R1/R1T/ 1300 VA	16,51%	16,81%	16,13%	16,49%	15,89%	16,39%
R1/R1T/ 2200 VA	18,62%	17,81%	18,21%	18,72%	18,35%	19,00%
R2/R2T/ 3500-5500 VA	16,88%	17,40%	17,22%	17,02%	16,21%	10,69%
R3/R3T/ 6600 VA Ke Atas	12,75%	14,25%	13,58%	13,40%	13,52%	13,36%



Grafik 2. Perbandingan faktor beban tenaga listrik di PT. PLN (Persero) ULP Serui periode bulan Maret 2025 sampai dengan bulan Agustus 2025 pelanggan sektor rumah tangga.

B. Pembahasan

Setelah melakukan perhitungan parameter keseluruan disemua sektor golongan tarif pelanggan rumah tangga dapat dilihat pada **Tabel 2** dimana dari hasil perhitungan menunjukan bahwa nilai faktor beban terbesar terdapat pada golongan R1/R1T 450 dengan nilai 23,11% hingga 27,58% sementara nilai terendah ada pada golongan R1 M/ R1 MT/ 900 VA berkisar antara 11,42% hingga 11,80%. Dari data dan hasil peritungan di atas menunjukkan bahwa daya yang disuplai PLN dengan konsumsi pelanggan setiap bulannya terpaut jauh, dari hal itu dapat disimpulkan bahwa jika pelanggan pada setiap golongan ditambahakan lagi maka akan lebih maksimal dalam penggunaannya. (Arifin & Tamam, 2021). Faktor beban pada golongan R1/R1T//450 VA adalah golongan dengan nilai faktor beban tertinggi dibandingkan dengan golongan pelanggan lainnya pada ULP Serui. Golongan tarif R1/R1T/900 VA, R1 M/R1MT/900 VA, R1/R1T/1300 VA dan R1/R1T/2200 VA mengindikasikan bahwa pemakaian listrik pada golongan-golongan tersebut kurang maksimal dan kurang merata atau pada golongan-golongan tersebut memiliki beban puncak yang lebih tinggi dibanding beban rata-ratanya. Pada golongan R2/R2T/3500-5500 VA terdapat penurunan nilai faktor beban yang signifikan pada bulan agustus yaitu 10,69% dan jika dibandingkan dengan nilai faktor beban pada bulan

sebelumnya yang berkisar antara 16,21% hingga 17,40% dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa adanya pemakaian listrik yang sangat tidak merata ataupun peningkatan beban puncak yang signifikan dan pada golongan R3/R3T/ 6600 VA ke atas memiliki nilai faktor beban yang stabil setiap bulannya berkisar di 12,75% hingga 14,25%, nilai ini relatif rendah mengindikasikan bahwa konsumsi listrik di golongan memiliki fluktuasi besar dengan beban puncak tinggi. (Arjana & Wijaya, 2024)

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai faktor beban tenaga listirk pada pelanggan rumah tangga di wilayah PT. PLN (PERSERO) ULP Serui, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor beban tenaga listrik pelanggan rumah tangga di wilayah ULP Serui menunjukan nilai yang relatif rendah. Hal mandahkan bahwa penggunaan energi listrik oleh pelanggan di wilayah ULP Serui belum optimal.
2. Rendahnya nilai faktor beban disebabkan oleh adanya perbedaan yang cukup antara beban puncak dan beban rata-rata, dimana konsumsi listrik cenderung terkonsentrasi pada jam-jam tertentu.
3. Analisis faktor beban dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat efisiensi pemanfaatan energi listrik pada pelanggan rumah tangga, dimana semakin tinggi nilai faktor beban maka semakin efisien penggunaan energi listrik.

B. Saran

Berdasarkan hasil anasisis faktor beban tenaga listrik pada pelanggan golongan residensial di wilayah ULP Serui periode maret 2025 hingga Agustus 2025, yang menunjukan nilai faktor beban secara keseluruan masih rendah akibat fluktuasi beban puncak yang tinggi dan pemanfaatan daya yang belum optimal.

1. ULP Serui disarankan untuk menerapkan teknologi Smart Grid untuk Demand Side Managment (DSM) guna mengatasi beban puncak yanng tinggi dan pada malam hari dan faktor beban yang rendah, dengan integritas PLTS atap serta *Advanced Metering Infrastructure* (AMI).
2. Penambahan pelanggan pada rumah tangga pada setiap golongan R1, R2 dan R3

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, F., & Tamam, M. T. (2021). Perhitungan Faktor Beban Terhadap Jenis Konsumen Rumah Tangga Dan Industri Di Wilayah Musi Banyuasin. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, *3*(1), 47–52. https://doi.org/10.30595/jrre.v3i1.9691

Arjana, I. G. D., & Wijaya, I. W. A. (2024). *Beban Puncak Di Kota Palangka Raya*. *11*(1), 223–230.

Ismarala, M. N., Sultan, A. R., Jurusan, M., Elektro, T., Negeri, P., Pandang, U., Jurusan, D., Elektro, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2018). *ANALISIS FAKTOR BEBAN TENAGA LISTRIK DI PLN AREA MAKASSAR SELATAN Pada umumnya beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan , alat rumah tangga , seperti kipas angin , pemanas air , lemari es , penyejuk udara , mixer , oven , motor pompa air dan sebag*. *2018*, 214–218.

Silalahi, S. A. A., Arsyad, I., & Fitirah. (2022). Studi Pengembangan Jaringan Distribusi Guna Memenuhi Kebutuhan Energi Listrik Di Kawasan Kijing. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, *10*(2), 1–9. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/j3eituntan/article/view/57250

Suhardi Rahman, E., & Arli S, S. (2021). Evaluasi Faktor Beban Tenaga Listrik Pada Feeder Trafo 2 Panakkukang Makassar. *Jurnal Media Elektrik*, *18*(2), 49–55. https://doi.org/10.59562/metrik.v18i2.5425

Wulandari, R., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2018). *Analisis faktor beban tenaga listrik pada sektor rumah tangga di wilayah karanganyar*.