

Pengaruh Pembebanan Terhadap Kemampuan Kapasitas Daya Transformator Distribusi 1 Phase 50 kVA

Denny Azis Mustofa¹, Isra'Nuur Darmawan^{2,*}, Kholistianingsih³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Universitas Wijayakusuma Purwokerto, Indonesia

Article Info

Article history:

Received: 1 Desember 2025

Received in revised form: 15 Desember 2025

Accepted: 25 Desember 2025

Available online: 30 Desember 2025

Keywords:

Distribution transformers

Loading

Power capacity

Load growth

Overloading

Kata Kunci:

Trafo distribusi

Beban

Kapasitas daya

Pertumbuhan beban

Kelebihan beban

ABSTRACT

THE EFFECT OF LOADING ON THE POWER CAPACITY OF A 1-PHASE 50 KVA DISTRIBUTION TRANSFORMER. The 50 kVA distribution transformer at the SNT04-109 substation plays an important role in distributing electrical energy to customers. However, increasing loads can accelerate the decline in transformer performance and lifespan. This study aims to analyze the effect of loading on transformer power capacity using a descriptive quantitative approach based on load current data from 2019 to 2023. The results show that the average nighttime load current increased from 96 A in 2019 to 131 A in 2023. Based on calculations, the actual power carried has reached 28.9 kVA or 72.2% of the maximum capacity. With an annual load growth trend of around 8.7%, it is estimated that transformers will experience overloading in the coming years. If load management or uprating is not carried out, the risk of damage and decreased operational efficiency will increase. Therefore, routine monitoring and capacity planning are essential to maintain the reliability of electricity distribution.

Transformator distribusi berkapasitas 50 kVA pada Gardu SNT04-109 berperan penting dalam menyalurkan energi listrik ke pelanggan. Namun, pembebanan yang terus meningkat dapat mempercepat penurunan kinerja dan umur transformator. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pembebanan terhadap kapasitas daya transformator dengan pendekatan kuantitatif deskriptif menggunakan data arus beban tahun 2019–2023. Hasil menunjukkan rata-rata arus beban malam hari meningkat dari 96 A pada 2019 menjadi 131 A pada 2023. Berdasarkan perhitungan, daya aktual yang ditanggung telah mencapai 28,9 kVA atau 72,2% dari kapasitas maksimal. Dengan tren pertumbuhan beban tahunan sekitar 8,7%, diperkirakan transformator akan mengalami overloading dalam tahun ke depan. Jika tidak dilakukan pengelolaan beban atau uprating, risiko kerusakan dan penurunan efisiensi operasional akan meningkat. Oleh karena itu, pemantauan rutin dan perencanaan kapasitas sangat diperlukan untuk menjaga keandalan distribusi listrik.

Corresponding author:

Isra'Nuur Darmawan

Program Studi Teknik Elektro Universitas Wijayakusuma

Jalan Beji Karangsalam, Kedungbanteng, Banyumas, Jawa Tengah, 53512, Indonesia

E-mail addresses: isra.nuur.darmawan@unwiku.ac.id

1. Pendahuluan

Gardu Distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi tenaga listrik, yang memiliki fungsi untuk menghubungkan jaringan listrik ke pelanggan, baik itu pelanggan tegangan menengah maupun pelanggan tegangan rendah [1], [2], [3]. Dalam sistem tenaga listrik, gangguan didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan dalam penyaluran Daya listrik yang menyebabkan aliran arus listrik lebih besar dari aliran arus yang seharusnya seperti halnya pada transformator [4], [5], [6]. Secara umum, gangguan pada transformator dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu gangguan internal dan gangguan eksternal [7], [8].

Gangguan internal adalah gangguan yang berasal dari transformator itu sendiri sedangkan gangguan eksternal adalah gangguan yang berasal dari luar Transformator dan dapat terjadi kapan saja dengan waktu yang tidak dapat ditentukan [9], [10], [11]. Salah satu dari gangguan eksternal tersebut adalah gangguan beban lebih (*overload*), seperti yang terjadi pada Transformator pada Gardu Distribusi 50 KVA pada penyulang Semen yang mencapai pembebanannya, sehingga diperkirakan dalam waktu dekat akan terjadi kerusakan (*lifetime* gardu distribusi pendek) [12], [13]. Transformator akan bekerja secara kontinyu apabila berada pada beban nominalnya. Transformator dengan beban mendekati 100 % atau lebih besar akan mengalami pemanasan lebih dan dapat merusak isolasinya, sehingga memperpendek umur transformator [14], [15], [16].

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, fokus permasalahan penelitian ini diarahkan pada beberapa hal mendasar yang saling berkaitan, yaitu mengkaji seberapa besar proyeksi kenaikan beban di masa mendatang hingga mendekati atau mencapai kapasitas maksimum gardu distribusi, menentukan pada titik kapan pembebanan perlu dihentikan agar tidak melampaui batas aman operasional, serta menganalisis seberapa lama gardu distribusi mampu mempertahankan kinerjanya dengan mempertimbangkan pengaruh peningkatan beban terhadap kondisi teknisnya. Ketiga aspek ini menjadi landasan penting untuk memastikan keandalan sistem distribusi sekaligus mencegah risiko gangguan atau kerusakan akibat pembebanan berlebih.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis studi kasus untuk menganalisis dan menginterpretasikan data numerik mengenai tren pertumbuhan pembebanan pada transformator distribusi 1 phase 50

kVA di Gardu Distribusi SNT04-109. Tujuan utama pendekatan ini adalah untuk mengukur, memproyeksikan, dan mengevaluasi kemampuan kapasitas daya transformator terhadap pengaruh peningkatan beban selama periode lima tahun (2019– 2023).

2.1 Flowchart

Langkah awal dari penelitian ini dimulai dengan membuat kerangka penelitian atau diagram alur penelitian. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Diagram Blok

Flowchart a Gambar 2.1 menggambarkan alur metodologi penelitian terkait analisis kemampuan dan umur pakai transformator secara sistematis. Proses dimulai dari tahap "Mulai", yang menjadi titik awal penelitian. Dilanjutkan dengan Identifikasi Masalah, di mana peneliti mengamati kondisi aktual di lapangan atau fenomena yang menjadi dasar perlunya penelitian ini dilakukan. Tahap berikutnya adalah Studi Literatur & Kajian Teori, yang bertujuan untuk mengkaji teori-teori, standar, dan penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan konseptual. Setelah itu, dilakukan Pengajuan dan Observasi Lapangan guna memperoleh data langsung serta memastikan kondisi aktual sistem distribusi daya dan transformator.

Kemudian, peneliti melakukan Pengumpulan Data Historis Beban (2019–2023), yaitu data arus beban tahunan dari transformator yang akan dianalisis. Data ini menjadi dasar dalam Pengolahan Data, meliputi konversi arus ke daya (kVA), perhitungan persen pembebanan transformator, menghitung tingkat pertumbuhan beban tiap tahun (r), dan melakukan analisis Regresi Linear dan Eksponensial guna memprediksi tren pertumbuhan beban ke depan.

Setelah data diolah, dilakukan Analisa Kemampuan Transformator, di mana hasil prediksi beban dibandingkan dengan kapasitas maksimum transformator untuk menilai apakah terjadi overloading di masa mendatang. Selanjutnya, dilakukan Evaluasi *Life-Time* Transformator, yang mengevaluasi umur pakai transformator berdasarkan beban yang diterima dan suhu operasionalnya [17]. Setelah semua analisis dilakukan, peneliti menyusun kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian, dan diakhiri dengan tahap selesai.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, sejumlah alat dan bahan digunakan untuk menunjang proses pengumpulan serta pengolahan data. Peralatan yang dimanfaatkan meliputi tang ampere yang berfungsi untuk mengukur besarnya arus listrik pada sistem distribusi [18], komputer sebagai media pengolahan data dan penyusunan laporan, printer untuk mencetak hasil penelitian, kalkulator guna membantu perhitungan numerik sederhana, serta buku-buku literatur sebagai rujukan ilmiah dalam penyusunan skripsi. Adapun bahan penelitian yang dianalisis mencakup data kapasitas transformator distribusi pada Gardu SNT04-109 yang berlokasi di Jalan Benggala Timur, Mertasinga, Kecamatan Cilacap Utara, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, serta data hasil pengukuran arus pembebanan dan persentase

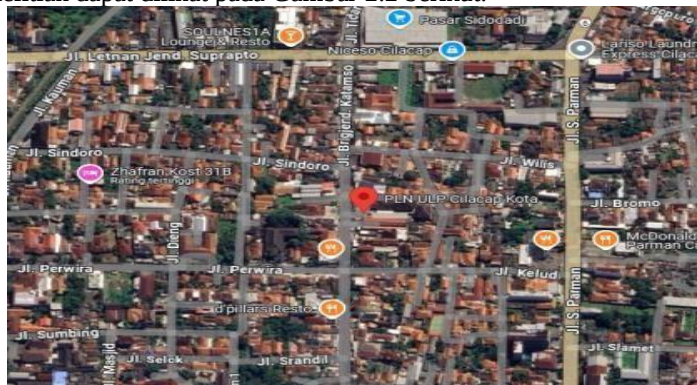
pembebanan selama periode tahun 2019 hingga 2023. Seluruh komponen tersebut menjadi dasar dalam mengevaluasi kondisi dan kecenderungan pembebanan gardu distribusi secara komprehensif.

2.3 Jalannya Penelitian

Tahapan – tahapan dalam penyelesaian penelitian terdiri atas tahapan awal, tahapan pelaksanaan penelitian dan tahapan akhir.

1. Tahap Awal

Tahap awal merupakan proses pengajuan judul untuk mendapatkan surat keterangan, dosen pembimbing, dan surat perijinan untuk melaksanakan penelitian dan pengambilan data yang diperlukan. Tahapan awal penelitian ditentukan dengan melakukan observasi di lapangan yang terletak pada PT. PLN (Persero) ULP Cilacap kota. Denah lokasi dilakukannya penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Denah lokasi penelitian

2. Tahap Pelaksanaan

Tahapan penelitian diawali dengan pengajuan surat izin kepada PT PLN (Persero) ULP Cilacap Kota sebagai bentuk legalitas sekaligus penegasan bahwa kegiatan penelitian dilakukan secara resmi pada wilayah yang dituju. Setelah izin diperoleh, penelitian dilaksanakan disertai proses dokumentasi menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh data yang komprehensif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan analisis numerik yang terukur terhadap data pembebanan, sedangkan studi kasus digunakan karena fokus penelitian diarahkan pada satu unit gardu distribusi. Untuk memproyeksikan kecenderungan pertumbuhan beban, diterapkan metode regresi linier dan eksponensial yang mampu memodelkan pola peningkatan berdasarkan data tahunan serta memberikan estimasi beban di masa mendatang. Selanjutnya dilakukan pengambilan data sesuai dengan kebutuhan penelitian, termasuk data pembebanan pada siang dan malam hari. Data yang terkumpul kemudian diolah secara sistematis agar lebih terstruktur dan mengarah pada penarikan kesimpulan serta penyusunan saran berdasarkan hipotesis yang diajukan. Selama proses berlangsung, bimbingan dengan dosen pembimbing dilakukan secara berkala untuk memastikan penelitian berjalan sesuai arah yang ditetapkan hingga akhirnya diajukan untuk ujian skripsi setelah memperoleh persetujuan dan rekomendasi resmi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Profil dan Beban Transformator

Transformator pasti memiliki spesifikasi tertentu guna untuk memudahkan mengaplikasikan dan mendistribusikan listrik kepada masyarakat, berikut adalah pembahasan tentang data profil dan juga beban dari transformator yang digunakan.

3.2 Data Profil Transformator

Data profil transformator yang diteliti adalah transformator yang terpasang pada gardu dengan kode SNT04-109 terletak di wilayah Desa Mertasinga, Kecamatan Cilacap Utara, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Adapun profil Transformatornya dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 3.1. Profil Transformator

Aktual pada Gambar 2.3 diatas adalah potret dari transformator yang terpasang dan yang nantinya akan dijadikan objek penelitian pada tugas akhir ini. dengan spesifikasi transformator yang menjadi objek penelitian menunjukkan bahwa peralatan ini merupakan transformator merek B&D dengan nomor seri 20105514 dan kapasitas terpasang sebesar 50 kVA, teridentifikasi pada gardu SNT04-109. Sistem ini beroperasi dalam konfigurasi satu fasa dengan frekuensi pengenal 50 Hz, memiliki tegangan primer 11.547 volt dan tegangan sekunder 231/462 volt, serta arus pengenal masing-masing sebesar 4,33 ampere pada sisi primer dan 216,45/108,22 ampere pada sisi sekunder. Nilai impedansinya tercatat 2,45% dengan rugi tanpa beban sebesar 120 watt dan rugi berbeban 585 watt, sementara material belitan menggunakan kombinasi aluminium dan tembaga. Transformator ini menggunakan minyak mineral sebagai media isolasi dan pendingin dengan volume 80 liter, menerapkan sistem pendinginan tipe ONAN, serta termasuk dalam kelompok vektor Ii0. Standar yang digunakan mengacu pada SPLN 95–94 dengan tahun pembuatan 2011, memiliki suhu operasi 50/55°C, berat total 368 kg, serta dilengkapi kode pemutus tenaga dan pelebur 2 TAI 10 MD 00 / 592 B 581 G 07. Secara keseluruhan, karakteristik ini menggambarkan unit distribusi yang dirancang untuk melayani kebutuhan beban skala kecil hingga menengah dengan spesifikasi teknis yang sesuai standar operasional distribusi tenaga listrik.

3.3 Data Beban Transformator

Data beban *transformator* yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) ULP Cilacap Kota yaitu dari hasil pengukuran pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Pengambilan data ini dilakukan dengan cara mengukur beban ampere secara aktual pada lapangan dengan tujuan pengambilan data tersebut adalah sebagai dasar untuk perhitungan pertumbuhan beban *transformator* sampai melampaui nilai maksimal kapasitas daya *transformator*nya.

Beban Arus listrik dari *Transformator* pada SNT04-109 tahun 2019 setelah dilakukan pengukuran secara berkala setiap bulan pada saat siang hari dan malam hari diperoleh hasil rata-rata pada siang hari adalah 72 Ampere dan pada malam hari adalah sebesar 96 Ampere. pada tahun 2020 terdapat kenaikan dengan selisih 19 Ampere pada rata-rata pengukuran di siang hari yaitu sebesar 91 Ampere dan pada pengukuran malam hari terdapat selisih yang sama yaitu 19 Ampere dengan nilai pengukuran 115 Ampere saat beban penggunaan malam hari.

Di tahun 2021 mengalami peningkatan penggunaan beban arus pada transformator dimana rata-rata penggunaan siang sebesar 98,0 dan rata-rata penggunaan malam hari sebesar 121, data beban arus transformator pada tahun 2022 mengalami kenaikan lagi dengan rata-rata pengukuran siang sebesar 104 Ampere dan pada malam hari sebesar 126 Ampere dapat dilihat bahwa pada tahun 2023 mengalami lonjakan yang lumayan signifikan

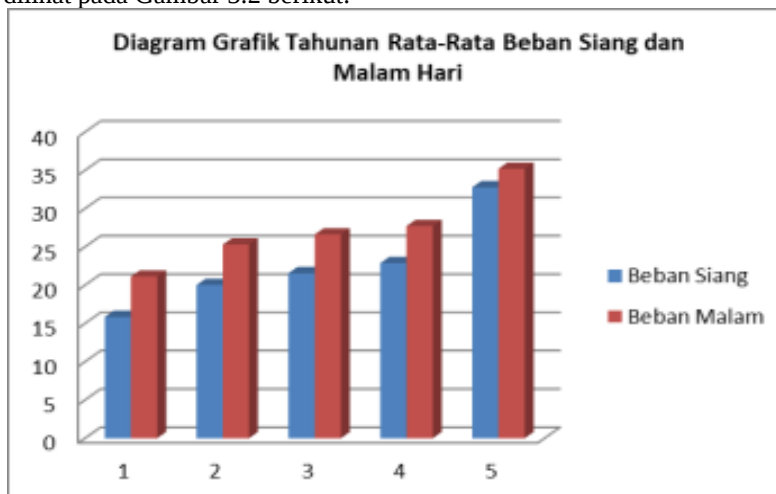
3.4 Analisa Beban Daya

Berdasarkan data beban arus rata – rata triwulan dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 yang diambil sebagai dasar perhitungan pertumbuhan beban hingga mencapai maksimum kapasitas daya *transformator* diberikan pada tabel 3.1 Oleh karena data beban dalam bentuk satuan arus (ampere), maka diubah menjadi data beban daya.

Table 3.1. Data Beban Daya Tahunan

Tahun	Beban Siang (A)	Beban Malam (A)	Beban Siang (KVA)	Beban Malam (KVA)
2019	72	96	15.84	21.12
2020	91	115	20.02	25.3
2021	98	121	21.56	26.62
2022	104	126	22.88	27.72
2023	111	131	24,39	28,93

Berdasarkan data yang disajikan, terlihat jelas peningkatan beban listrik dari tahun 2019 hingga 2023, baik pada siang maupun malam hari, dan ini konsisten untuk satuan Ampere (A) maupun kiloVolt Ampere (kVA). Grafik pada Tabel 2.3 dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Grafik Analisa perbandingan daya pada beban siang dan malam hari

Berdasarkan data beban tahunan dari tahun 2019 hingga 2023, terlihat adanya perbedaan signifikan antara beban siang dan beban malam baik dalam satuan arus (Ampere) maupun daya semu (kVA). Secara konsisten, beban malam selalu lebih tinggi dibandingkan beban siang, yang mengindikasikan bahwa konsumsi energi pada malam hari cenderung lebih besar [19], [20]. Hal ini bisa disebabkan oleh penggunaan pencahayaan, pendingin udara, serta proses industri yang tetap berjalan pada malam hari. Namun, apabila dilihat dari tren pertumbuhan, beban siang mengalami peningkatan yang lebih cepat dibandingkan beban malam. Dalam periode 2019 hingga 2023, arus beban siang meningkat sebesar 107% (dari 72 A menjadi 111 A), sedangkan beban malam meningkat sekitar 66,7% (dari 96 A menjadi 131 A). Tren serupa terlihat pada daya semu, di mana beban siang meningkat dari 15,84 kVA menjadi 24,39 kVA, sedangkan beban malam naik dari 21,12 kVA menjadi 28,93 kVA. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun beban malam masih dominan, gap antara beban siang dan malam semakin mengecil, terutama pada tahun 2023 di mana beban siang hampir menyamai beban malam. Fenomena ini bisa menjadi indikator bahwa aktivitas operasional pada siang hari meningkat, atau efisiensi sistem di malam hari mulai stabil [21], [22], [23]. Perbandingan ini penting untuk perencanaan kapasitas daya, agar sistem distribusi mampu menangani fluktuasi beban di kedua waktu tersebut secara optimal

3.5 Faktor Pertumbuhan Beban Tahunan

Faktor pertumbuhan beban tahunan (α) adalah nilai yang tertentu antara nilai selisih beban tahun tinjauan dengan tahun sebelumnya dan dibandingkan dengan beban tahun tinjauan. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan dan hasil perhitungan data – data yang didapat, pemakaian beban yang dilayani oleh transformator dari tahun ke tahun mengalami kenaikan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 berikut.

Table 3.2. Faktor Pertumbuhan Beban Tahunan Transformator Siang Hari

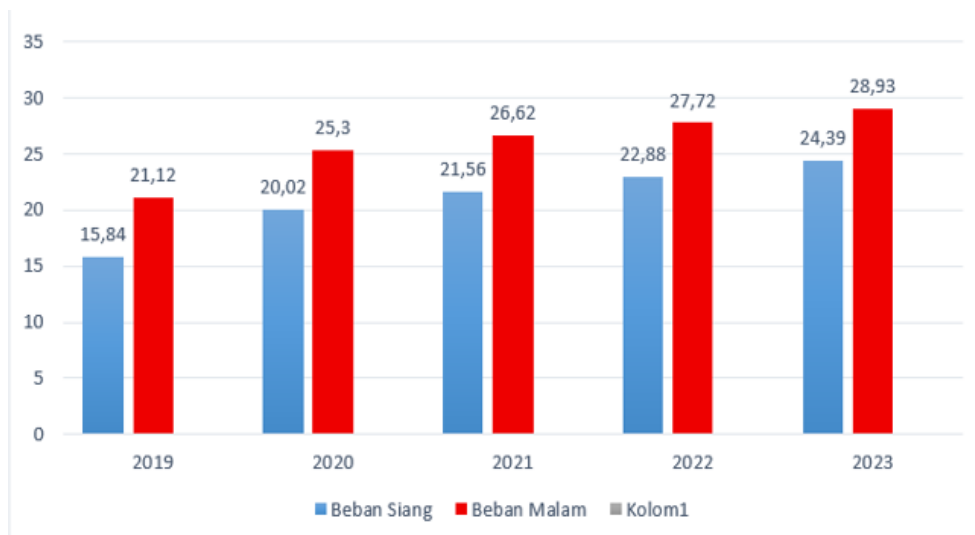
Tahun	Daya (KVA)	α_{2019} (%)	α_{2020} (%)	α_{2021} (%)	α_{2022} (%)	α_{2023} (%)
2019	15.84	20.8791				
2020	20.02		7.1429			
2021	21.56			5.7692		
2022	22.88				6,191	
2023	32.78					
Jumlah		9,9 (%)				
Rata - rata		9,9 % atau $\alpha = 0,099$				

Table 3.3. Faktor Pertumbuhan Beban Tahunan Transformator Malam Hari

Tahun	Daya (KVA)	α_{2019} (%)	α_{2020} (%)	α_{2021} (%)	α_{2022} (%)	α_{2023} (%)
2019	21.12	16.92				
2020	25.3		4.96			
2021	26.62			3.97		
2022	27.72				4,18	
2023	35.2					
Jumlah		7,5 (%)				
Rata - rata		7,5 % atau $\alpha = 0,075$				

Tabel 3.2 diatas memperinci pembacaan presentase kenaikan beban trafo pada setiap tahunnya di waktu siang hari dengan dan pada rata-rata $\alpha = 0,099$ atau sekitar 9,9% dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Sedangkan pada beban malam hari pembacaan presentase kenaikan beban trafo pada setiap tahunnya di waktu siang malam dengan dan pada rata-rata $\alpha = 0,075$ atau sekitar 7,5% dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Tabel 3.3 diatas memperinci pembacaan presentase kenaikan beban trafo pada setiap tahunnya di waktu siang hari dengan dan pada rata-rata $\alpha = 0,099$ atau sekitar 9,9% dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023.

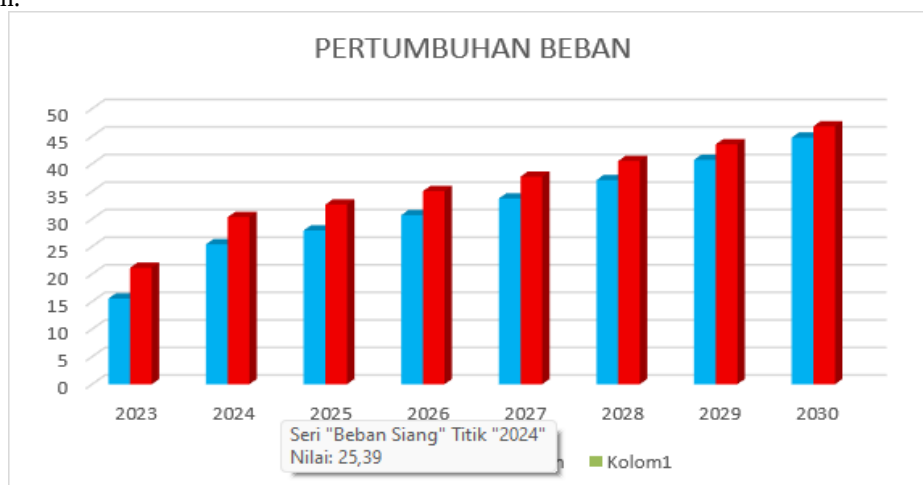
Sedangkan pada beban malam hari pembacaan presentase kenaikan beban trafo pada setiap tahunnya di waktu siang malam dengan dan pada rata-rata $\alpha = 0,075$ atau sekitar 7,5% dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. *Peramalan Beban Berdasarkan Faktor Pertumbuhan Beban Tahunan.* Berdasarkan nilai faktor pertumbuhan beban tahunan yang di peroleh dari data beban tahunan di transformator distribusi 1 fase 50 KVA sesuai dengan spesifikasi seperti dalam Tabel 2, maka perkiraan (peramalan) beban di transformator distribusi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus pertumbuhan eksponensial (kecenderungan pertumbuhan beban di PT. PLN (Persero) ULP Cilacap kota, sumber PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa tengah) dimana rata – rata faktor beban pertumbuhan tahunan (α) sebesar 0,099 (beban siang hari) dan 0,075 (beban malam hari) dan beban awal (S_0) rata-rata dan tertinggi pada awal tahun tinjauan pertumbuhan beban (tahun 2019) untuk transformator distribusi sebesar 15,84 KVA (siang hari) dan 21,12 KVA (malam hari). Dengan hasil perbandingan dapat dilihat pada grafik Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3. Grafik Analisa perbandingan peramalan pembebanan siang dan malam hari

3.6 Analisis Kekayaan Transformator Distribusi

Berdasarkan perkiraan peramalan beban pada *transformator* distribusi SNT04-109 dalam 7 tahun ke depan (2023 sampai dengan 2030), maka untuk dapat mengevaluasi dan menganalisis kelayakan kapasitas *transformator* distribusi SNT04 - 109 maka diperlukan analisis perhitungan persen pembebanan pada kondisi peramalan beban yang telah dilakukan.



Peramalan beban siang hari	15,84	25,39	27,90	30,67	33,70	37,04	40,71	44,74
Peramalan beban malam hari	21,12	30,32	32,59	35,03	37,66	40,49	43,52	46,79

Gambar 3.4. Analisa perbandingan peramalan pembebanan siang dan malam hari dari Tahun ke Tahun

Gambar 3.4 menunjukkan kondisi transformator masih layak digunakan. Namun pada tahun ke-2 (2025), beban meningkat menjadi 32,59 kVA, yang berarti telah mencapai 81,4% dari kapasitas trafo. Artinya, transformator mulai mencapai standart kapasitas , dan bila dibiarkan terus, akan mempercepat penurunan umur trafo. Pada tahun 2026, pembebanan naik drastis menjadi 35,03 kVA, setara dengan 87,5%, Kelebihan beban ini jelas berisiko tinggi terhadap kestabilan sistem distribusi dan bisa menyebabkan gangguan operasional transformator. Tahun 2027 mencatat lonjakan beban menjadi 37,66 kVA atau 94,15% dari kapasitas.

Kondisi semakin tinggi pada tahun 2028 ketika beban malam mencapai 40,49 kVA, yaitu 101,2% dari kapasitas transformator, dan melonjak sangat tajam pada tahun 2029 dan 2030, masing-masing mencapai 43,52 kVA dan 46,79 kVA, atau 108% dan 116% dari kapasitas yang tersedia. Angka ini secara teknis sudah jauh melampaui batas kemampuan transformator dan jelas tidak realistis untuk kondisi lapangan. Hal ini terjadi karena metode peramalan yang digunakan adalah eksponensial, yang memang cenderung menghasilkan lonjakan tajam dalam jangka panjang . Dari keseluruhan analisis ini dapat disimpulkan bahwa transformator masih layak digunakan hingga tahun 2028. Memasuki tahun 2028 dan seterusnya, tingkat pembebanan malam hari sudah melampaui ambang batas, sehingga penggunaan transformator dalam kondisi tersebut tidak direkomendasikan tanpa tindakan teknis lanjutan. Beberapa tindakan yang perlu segera dilakukan adalah uprating transformator, penambahan gardu distribusi, atau penyebaran beban ke trafo lain agar keandalan sistem distribusi tetap terjaga dan transformator tidak mengalami kerusakan dini [24], [25].

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa proyeksi beban transformator berkapasitas 50 kVA menunjukkan indikasi kelebihan beban mulai tahun keempat, yakni pada 2028. Pada periode tersebut, pembebanan siang hari diperkirakan mencapai 92,6%, sedangkan beban malam hari menembus 101,2%, keduanya telah melampaui batas aman operasional sebesar 40 kVA atau 80% dari kapasitas nominal. Hasil peramalan juga memperlihatkan pola peningkatan beban yang bersifat eksponensial dari tahun ke tahun, baik pada siang maupun malam hari, yang mengindikasikan pertumbuhan konsumsi energi yang cukup signifikan di wilayah layanan, kemungkinan dipicu oleh bertambahnya aktivitas pelanggan rumah tangga maupun sektor komersial. Meskipun metode regresi eksponensial mampu memberikan gambaran proyeksi jangka pendek secara memadai, pada rentang tahun akhir seperti 2029 hingga 2030 model ini cenderung menghasilkan estimasi yang kurang realistis sehingga perlu dipertimbangkan pendekatan pemodelan lain untuk meningkatkan akurasi peramalan jangka panjang..

Daftar Pustaka

- [1]. Wardoyo, Siswo. "Analisis Beban Puncak dan Strategi Mitigasi Overload pada Gardu Distribusi PLTT 230 untuk Keandalan Sistem Tenaga Listrik." JURNAL SURYA TEKNIKA 12.2 (2025): 238-246.
- [2]. Kiswanton, Agus. "TRACKING MAP UNTUK MONITORING GANGGUAN JTR PADA NH FUSE GARDU DISTRIBUSI." Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan 13.1 (2025).
- [3]. Damayanti, Jahra, and Mohammad Fatkhurrokhman. "Pemeliharaan Gardu Distribusi UTCA Tipe Cantol yang dilakukan Oleh PT. PLN Persero ULP Anyer." JURNAL SURYA TEKNIKA 12.1 (2025): 246-252.
- [4]. Novianti, Triuli, and Iwan Santosa. "Implementasi Machine Learning pada Industri PLN Untuk Klasifikasi Gangguan Listrik Berdasarkan Data DFR." Journal of Manufacturing in Industrial Engineering & Technology 4.2 (2025): 80-89.
- [5]. Khoirunnisa, Nabila, et al. "Studi Literatur Tentang Jenis dan Penyebab Gangguan pada Saluran Transmisi." Jurnal Surya Teknika 11.2 (2024): 569-573.
- [6]. Rifai, Sofyan, et al. "Rancang Bangun Sistem Deteksi Binatang Penyebab Gangguan Distribusi SUTM Berbasis IoT." ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro 5.1 (2024): 77-88.
- [7]. Agustian, Dendi, et al. "Peran Keandalan Sistem Proteksi Sebagai Strategi Optimalisasi Distribusi Listrik Pada Jaringan Tegangan Menengah." Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains. Vol. 3. No. 1. 2025.
- [8]. Solin, Y. S., R. Rahmiani, and Z. Tharo. "Evaluasi Keandalan Jaringan Listrik ULP 3 Binjai Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo Berbasis MATLAB." JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) 10.2 (2024): 93-99.
- [9]. Manopo, Kevin Gabriel, Hans Tumaliang, and Sartje Similang. "Analisis Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Minahasa Utara." (2022).
- [10]. Kusuma, I. Perhitungan Nilai Saidi dan Saifi akibat Gangguan Eksternal pada Penyulang Taman Tanda PT. PLN (Persero) ULP Tabanan. Diss. Politeknik Negeri Bali, 2024.
- [11]. Ruri, Nabillah. Identifikasi Jenis Gangguan pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Menggunakan Analisis Wavelet-Entropi Terhadap Sinyal Gangguan Internal dan Eksternal. Diss. Universitas Andalas, 2025.
- [12]. Sugiana, Made Apri, and Mohammad Mukhsim. "Software untuk Penentuan Lokasi Gangguan Jaringan Distribusi dengan Metode Takagi." JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering 1.01 (2020): 40-50.
- [13]. Hera, Yuliana Yawa. Studi Gangguan kWh Meter Prabayar Satu Fasa Pelanggan di PT. PLN (Persero) ULP Sumba Timur. Diss. Politeknik Negeri Bali, 2024.
- [14]. Luqmantoro, Septian Dwi, Sujito Sujito, and Rizky Mucharam. "Mutasi Transformator Distribusi Di Blimbing Kota Malang Penyulang Ampeldento N1314 Dari 160 kVA Ke 250 kVA Untuk Menghindari Kerusakan Akibat Beban Lebih." PoliGrid 3.2 (2022): 57-62.
- [15]. Sigit, Purnama, Tejo Sukamdi, and Karnoto Karnoto. Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga. Diss. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip, 2011.
- [16]. Latupeirissa, Hamles Leonardo. "Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 Kv Di Pt. Pln Cabang Ambon." Jurnal simetrik 8.2 (2018): 126-132.
- [17]. Zebua, Osea, Endah Komalasari, and Syaiful Alam. "Monitoring Loss of Life Transformator Distribusi Menggunakan Internet of Things." Dielektrika 9.1 (2022): 80-87.
- [18]. Ibrahim, Ridyardhika Riza, and Bakti Yulianti. "Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Arus Listrik PLN Berbasis IoT." Jurnal Teknologi Industri 11.2 (2022).
- [19]. Patilima, Mahmud. "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Losses dan Pembebanan Transformator Distribusi." J. Electr 11.01 (2022): 20-28.
- [20]. Syukri, Syukri, et al. "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249." Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering 4.2 (2022): 202-206.
- [21]. Siregar, Rizky Syahputra, and Raja Harahap. "Perhitungan Arus Netral, Rugi-Rugi, dan Efisiensi Transformator Distribusi 3 Fasa 20 KV/400V Di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Timur Akibat Ketidakseimbangan Beban." JET (Journal of Electrical Technology) 2.3 (2017): 79-85.
- [22]. Budiman, Achmad, and Andi Munair. "ANALISA BEBAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 3 FASA PADA PENYULANG 1 PT. PLN (PERSERO) ULK TARAKAN." ElektriKa Borneo 4.2 (2018): 17-23.
- [23]. Tomi, Afrizal. "Analisis Efisiensi Transformator Daya di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Ulee Kareng." Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology 3.1 (2023): 8-13.
- [24]. PRATAMA, ADITYA JAYA. "Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Disc porcelain secara Tunggal dan Ganda Paralel." e-Proceeding FTI (2023).
- [25]. Reza, Istoni, and Gunawan Andi. "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Rugi-Rugi Pada Transformator 3 FASA 20 KV/400 V di PT. SGMW MOTOR INDONESIA." Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik 11.3 (2021).