

Analisa Pengaruh Pembebanan untuk Peramalan Umur Trafo Study Kasus pada PT. PLN UP3 Surabaya Barat

Trisna Wati¹, M. Fiqih Bayu Saputra², Fariz Isyraqi³, Yoga Sukryawan⁴

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3,4}

e-mail: trisnaw@itats.ac.id

ABSTRACT

In the five distribution transformers operating in 2020–2022, the load has increased in each period. At the RA 1208 substation, the load during the day is 9.7% and 8.33% at night. The RA 1218 substation has a load during the day of 6.47% and 4.15% at night. RB substation has loads of 5.93% during the day and 6.55% at night. The RA 1220 substation gets loads of 4.78% during the day and 4.13% at night. RA 977 substation obtains loads of 7.27% during the day and 6.02% at night. Load improvement, causing heat and loss of life, is influenced by ambient temperature, where the average daily temperature in Surabaya reaches 29°C to 30°C. In order to make the transformer at PLN Ltd. UP3 in West Surabaya work properly, it is necessary to predict the transformer's life. This study employed linear and exponential trends, with the MAPE evaluation test and impact analysis of the loading on the transformer's remaining life referring to IEC standards. At substation 1208 and using an exponential trend of 1.2597%, the remaining life forecast for 2032 is 7.92 years. Substation 1218, using an exponential trend of 1.2361%, has a remaining life forecast of 10.81 years. With an exponential trend of 1.1048%, substation RB 1503 gains a remaining life forecast of 10.52 years. Substation 1220, using an exponential trend of 1.2057%, gets a remaining life forecast of 10.95 years. Substation RA 977, using the exponential trend of 1.6338%, has a remaining life forecast of 6.46 years.

Keywords: *distribution transformer, linear trend, exponential trend, life los.*

ABSTRAK

Pada 5 data transformator distribusi yang beroperasi tahun 2020 – 2022 mengalami kenaikan beban tiap periodenya. Gardu RA 1208 sebesar 9,7 % beban siang dan malam 8,33 %. Gardu RA 1218 beban siang 6,47 % dan malam 4,15 %. Gardu RB beban siang 5,93 % dan malam 6,55 %. Gardu RA 1220 beban siang 4,78 % dan malam 4,13 %. Gardu RA 977 beban siang 7,27 % dan malam 6,02 %. Kenaikan beban mengakibatkan panas dan susut umur serta suhu lingkungan dapat mempengaruhinya dengan suhu harian rata - rata di Surabaya mencapai 29°C - 30°C. Tranformator di PT. PLN UP3 Surabaya Barat dapat bekerja dengan baik perlu dilakukan proses peramalan umur transformator. Penelitian ini menggunakan trend linear dan trend eksponensial dengan uji evaluasi MAPE dan menganalisis pengaruh pembebanan terhadap sisa umur transformator mengacu pada standart IEC. Pada gardu 1208 menggunakan trend eksponensial sebesar 1,2597 % diperoleh peramalan sisa umur tahun 2032 sebesar 7,92 tahun. Gardu 1218 menggunakan trend eksponensial 1,2361 % sisa umur 10,81 tahun. Gardu RB 1503 menggunakan trend eksponensial 1,1048 % sisa umur 10,52 tahun. Gardu 1220 menggunakan trend eksponensial 1,2057 % sisa umur 10,95 tahun. Gardu RA 977 menggunakan trend eksponensial diperoleh 1,6338 % sisa umur 6,46 tahun.

Kata kunci: *transformator distribusi, trend linear, trend eksponensial, susut umur*

PENDAHULUAN

Di era sekarang ini energi listrik sangatlah penting sebagai penerangan serta untuk menyalakan alat - alat rumah tangga. Meningkatnya penggunaan energi listrik disebabkan banyaknya kenaikan kebutuhan daya listrik tiap tahunnya [1]. Beban yang semakin meningkat dapat mempengaruhi kinerja transformator karena berdasarkan standart IEC (*International electrotechnical commission*) menetapkan pembebanan 100% dari nilai rating daya pada suhu 20°C dengan titik panas 98°C mampu bertahan selama 20 tahun atau setara 7300 hari [2]. Umur transformator dapat berkurang apabila suhu meningkat disebabkan karena beban pada

transformator naik. Suhu lingkungan pada transformator atau pergantian suhu akibat beban menyebabkan terjadinya kerusakan [3]. PT. PLN UP3 Surabaya Barat terdapat lima transformator distribusi dimana kebutuhan energi listrik semakin meningkat tiap tahunnya seiring dengan penambahan konsumen. PLN memerlukan suatuantisipasi dengan melakukan peramalan sisa umur pada transformator 10 tahun yang akan datang sampai tahun 2032 untuk mengetahui sisa umur yang akan ditanggung serta menyesuaikan beban listrik dari kapasitas transformatornya. Kondisi tidak normal seperti pembebanan lebih dan suhu lingkungan di wilayah Surabaya barat yang mencapai 29 – 30 °C menyebabkan laju penuaan pada transformator menjadi cepat. Peramalan adalah teknik yang digunakan untuk memperkirakan permintaan yang diharapkan untuk periode waktu tertentu di masa depan. Peramalan sisa umur pada transformator sangat dibutuhkan. Salah satu metode yang bisa dilakukan untuk mengetahui sisa umur transformator adalah dengan menggunakan Trend linear dan Trend eksponensial [4]. Metode Trend linear merupakan metode yang menyesuaikan garis trend ke data masa lalu dan memproyeksikan garis ke masa depan untuk meramalkan jangka menengah hingga jangka panjang sedangkan Trend Eksponensial adalah metode yang mengukur deret waktu yang meningkat atau menurun dengan cepat untuk meramalkan jangka menengah dan jangka panjang [5].

Berdasarkan penelitian penulis akan meneliti peramalan umur transformator distribusi sampai tahun 2032 dengan menggunakan metode Trend Linear - Trend Eksponensial. Serta menganalisis pengaruh pembebanan terhadap susut umur trafo dengan mengacu pada standart IEC (*International Electrotechnical Commission*) dan akan dievaluasi dengan melihat nilai MAPE untuk melihat nilai akurasi dalam meramalkan umur transformator. Hasil dari peramalan beban transformator ini PT. PLN UP3 Surabaya barat diharapkan untuk dapat mengantisipasi dengan melakukan penambahan unit transformator menyesuaikan kapasitasnya atau mengganti transformator yang baru.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang telah dilakukan Parlindung Gutlom dengan menggunakan rumus montsinger. Suhu kota Pontianak yang rata-rata 30°C, pembebanan pada transformator harus disesuaikan terlebih dahulu supaya laju penuaannya normal. Di Pontianak terdapat 10 penyulang raya terdapat transformator distribusi 11 unit beroperasi dengan beban harian 80% - 100% dari daya pengenal dan 8 unit yang beroperasi dengan beban harian >100% dari daya pengenal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan transformator distribusi di Pontianak tidak boleh melebihi 91% dari kapasitas transformatornya, apabila beban melebihi 91 % dari kapasitas transformatornya umurnya akan menurun secara cepat[6].

Pembebanan lebih dan suhu lingkungan dapat menyebabkan susut umur pada transformator. Penelitian ini dilakukan di GI Pekanbaru dengan suhu sekitar 33 °C untuk memperkirakan sisa umur transformator dengan menggunakan trend linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformator memiliki batas aman dengan beban 91,38 % dari perhitungan daya transformator 3 diperkirakan umur sekitar 26 tahun dengan nilai beban 80,27 % tahun 2019 sampai tahun 2024 mencapai 113,61% dari rating daya dan transformator 4 memiliki estimasi umur 21 tahun dengan beban 75,89 % sampai tahun 2031 sebesar 113,09% [2].

METODE

Pada penelitian yang telah dilakukan Parlindung Gutlom dengan menggunakan rumus montsinger. Suhu kota Pontianak yang rata-rata 30°C, pembebanan pada transformator harus disesuaikan terlebih dahulu supaya laju penuaannya normal. Di Pontianak terdapat 10 penyulang raya terdapat transformator distribusi 11 unit beroperasi dengan beban harian 80% - 100% dari daya pengenal dan 8 unit yang beroperasi dengan beban harian >100% dari daya pengenal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan transformator distribusi di Pontianak tidak boleh melebihi

91% dari kapasitas transformatornya, apabila beban melebihi 91 % dari kapasitas transformatornya umurnya akan menurun secara cepat[6].

Pembebanan lebih dan suhu lingkungan dapat menyebabkan susut umur pada transformator. Penelitian ini dilakukan di GI Pekanbaru dengan suhu sekitar 33 °C untuk memperkirakan sisa umur transformator dengan menggunakan trend linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformator memiliki batas aman dengan beban 91,38 % dari perhitungan daya transformator 3 diperkirakan umur sekitar 26 tahun dengan nilai beban 80,27 % tahun 2019 sampai tahun 2024 mencapai 113,61% dari rating daya dan transformator 4 memiliki estimasi umur 21 tahun dengan beban 75,89 % sampai tahun 2031 sebesar 113,09%[2].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Pengujian Evaluasi Metode Trend Linear dan Trend Eksponensial

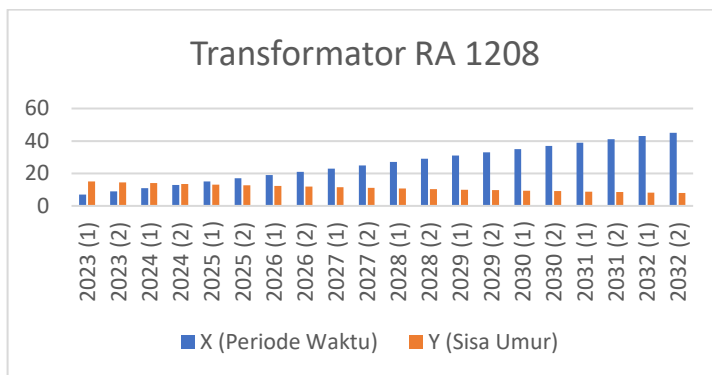
Dalam proses pengujian evaluasi metode trend linear dan trend eksponensial dengan menggunakan nilai MAPE (Mean Absolute Percentage Error) terkecil. Nilai MAPE digunakan untuk mengukur keakurasiaan metode tersebut.

Tabel 1. Hasil MAPE transformator Gardu RA 1208

RA 1208		RA 1218		RB 1503		RA 1220		RA 977	
Trend Linear (%)	Trend Eksponensial 1 (%)	Trend Linear (%)	Trend Eksponensial 1 (%)	Trend Linear (%)	Trend Eksponensial 1 (%)	Trend Linear (%)	Trend Eksponensial 1 (%)	Trend Linear (%)	Trend Eksponensial 1 (%)
1,3625	1,2597	1,2373	1,2361	1,1070	1,1048	1,2070	1,2057	1,6373	1,6338

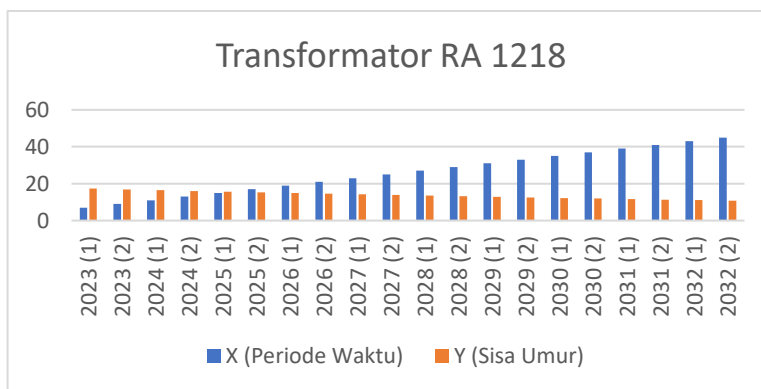
Nilai MAPE RA 1208 trend linear sebesar 1,3625 % dan trend eksponensial sebesar 1,2597 % dengan selisih 0,0668%. RA 1218 nilai paling kecil adalah trend eksponensial sebesar 1,2361 dan memiliki nilai perbandingan 0,0012 %. RB 1503 nilai terkecil trend eksponensial sebesar 1,1048 dengan perbandingan 0,002 %. RA 1220 nilai terkecil eksponensial sebesar 1,2057 % dengan selisih 0,0013 % dan RA 977 trend eksponensial sebesar 1,6373 % dengan nilai perbandingan 0,0035 %. Dapat disimpulkan bahwa metode trend eksponensial dengan menggunakan fungsi logaritma pada variabel Y sehingga dapat membuat nilai percentage error kecil dibanding trend linear yang menggunakan nilai variabel Y tetap. Metode Trend Ekponensial cocok digunakan untuk peramalan sisa umur transformator pada tahun 2023 - 2042. Kelebihan dari trend eksponensial adalah nilai akurasi nya lebih baik dibanding trend linear dan kelemahannya perhitungan nilainya lebih rumit dari pada trend linear serta sangat cocok digunakan untuk meramalkan jangka panjang pada kedua metode tersebut karena mendekati nilai aktualnya.

Pembahasan Hasil Meramalkan Sisa Umur Transformator Sampai Tahun 2022



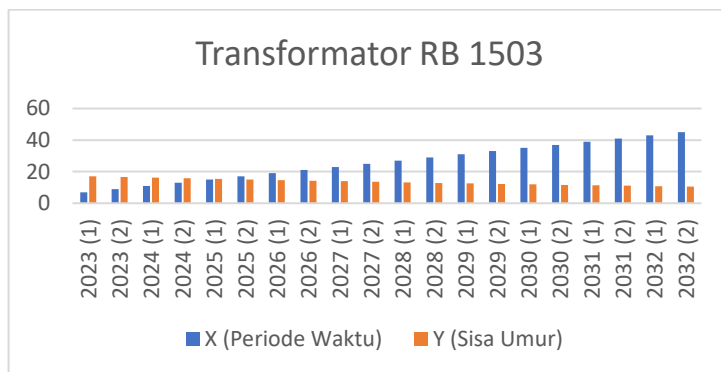
Gambar 4. Grafik Peramalan Umur Transformator Distribusi RA 1208

Pada gambar 4.1 untuk peramalan sisa umur transformator RA 1208 tipe pendingin ONAN dengan kapasitas 100 KVA dan tahun pemasangan 2019 dapat dilihat pada gambar 4 yang menunjukkan bahwa penurunan umur transformator dari tahun 2023 sampai 2032 dipengaruhi oleh pertumbuhan beban setiap periodenya mengalami peningkatan dan suhu lingkungan dengan suhu harian rata rata disurabaya mencapai 29 °C – 30 °C. Transformator yang beroperasi pada tahun 2020 beban siang 56,92 % dan malam 65,8 % dari kapasitas transformator nya mengalami kenaikan pada tahun 2022 sebesar 9,7 % beban siang dan malam 8,33 %. Dengan hasil perhitungan peramalan menggunakan metode trend eksponensial pada tahun 2032 periode 2 mempunyai sisa umur 7,92 tahun. Semakin besar nilai pembebanannya semakin besar juga suhu hot spot nya sehingga mengakibatkan susutnya umur transformator tersebut.



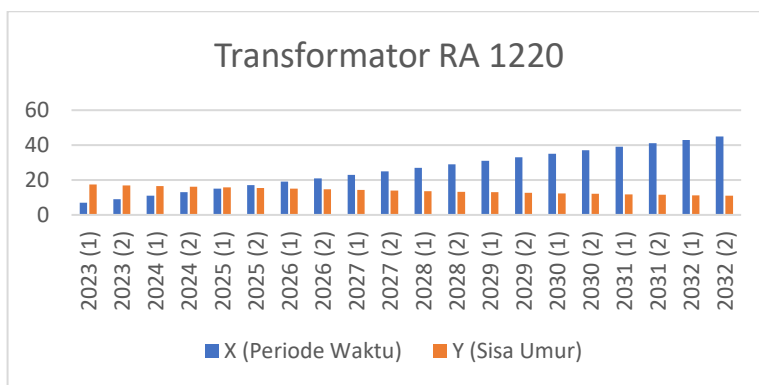
Gambar 5. Grafik Peramalan Umur Transformator Distribusi RA 1218

Pada gambar 5 yang diperoleh untuk peramalan sisa umur transformator RA 1218 tipe pendingin ONAN dengan kapasitas 100 KVA dan tahun pemasangan 2020 dapat dilihat pada gambar 5 yang menunjukkan bahwa penurunan umur transformator dari tahun 2023 sampai 2032 dipengaruhi oleh pertumbuhan beban setiap periodenya mengalami peningkatan dan suhu lingkungan dengan suhu harian rata rata disurabaya mencapai 29 °C – 30 °C. Transformator yang beroperasi pada tahun 2020 beban siang 32,96 % dan malam 41,7 % mengalami kenaikan pada tahun 2022 beban siang sebesar 6,47 % dan malam 4,15 % . Dengan hasil perhitungan peramalan menggunakan metode trend eksponensial pada tahun 2032 periode 2 mempunyai sisa umur 10,81 tahun.



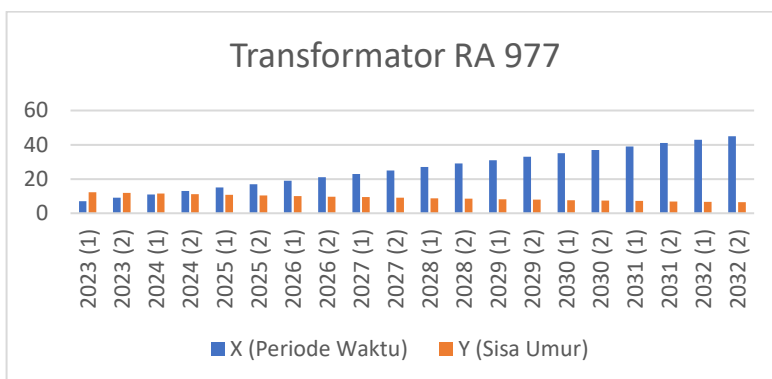
Gambar 6. Grafik Peramalan Umur Transformator Distribusi RB 1503

Pada gambar 6 peramalan sisa umur transformator RB 1503 tipe pendingin ONAN dengan kapasitas 160 KVA dan tahun pemasangan 2020 dapat dilihat pada gambar 6 yang menunjukkan bahwa penurunan umur transformator dari tahun 2023 sampai 2032 dipengaruhi oleh pertumbuhan beban setiap periodenya mengalami peningkatan dan suhu lingkungan dengan suhu harian rata rata disurabaya mencapai 29 °C – 30 °C. Transformator yang beroperasi pada tahun 2020 47,07 % beban siang dan malam 52,51 % dari kapasitas transformatornya mengalami kenaikan pada tahun 2022 sebesar 5,93 % beban siang dan beban malam 6,55 %. Dengan hasil perhitungan peramalan menggunakan metode trend eksponensial pada tahun 2032 periode 2 mempunyai sisa umur 10,52 tahun.



Gambar 7. Grafik Peramalan Umur Transformator Distribusi RA 1220

Pada gambar 7 pada peramalan sisa umur transformator RA 1220 tipe pendingin ONAN dengan kapasitas 160 KVA dan tahun pemasangan 2020 yang menunjukkan bahwa penurunan umur transformator dari tahun 2023 sampai 2032 dipengaruhi suhu lingkungan dengan suhu harian rata rata disurabaya mencapai 29 °C – 30 °C dan pertumbuhan beban setiap periodenya mengalami peningkatan. Transformator beroperasi pada tahun 2020 – 2022 mengalami kenaikan sebesar beban siang 4,78 % dan malam 4,13 %. Dengan hasil perhitungan peramalan menggunakan metode trend eksponensial pada tahun 2032 periode 2 mempunyai sisa umur 10,95 tahun. Semakin besar nilai pembebanannya semakin besar juga suhu hot spot nya sehingga mengakibatkan susutnya umur transformator tersebut.



Gambar 8. Grafik Peramalan Umur Transformator Distribusi RA 977

Pada gambar 8 RA 977 yang sudah didapat untuk peramalan sisa umur transformator RA 977 tipe pendingin ONAN dengan kapasitas 160 KVA dan tahun pemasangan 2015 yang menunjukkan bahwa penurunan umur transformator dari tahun 2023 sampai 2032 dipengaruhi oleh pertumbuhan beban setiap periodenya mengalami peningkatan dan suhu lingkungan dengan suhu harian rata rata disurabaya mencapai 29 °C – 30 °C. Transformator yang beroperasi pada tahun 2020 sampai 2022 mengalami kenaikan beban siang sebesar 7,27 % dan malam 6,02 % dari kapasitas transformatornya. Dengan hasil perhitungan peramalan menggunakan metode trend eksponensial pada tahun 2032 periode 2 mempunyai sisa umur 6,46 tahun. Semakin besar nilai pembebanannya semakin besar juga suhu *hot spot* nya sehingga mengakibatkan susutnya umur transformator tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa yang sudah dilakukan pada 5 transformator distribusi di PT.PLN UP3 Surabaya Barat dengan menggunakan metode trend linear dan trend eksponensial dapat diperoleh bebrapa kesimpulan bahwa :

1. Hasil peramalan sisa umur transformator di PT PLN UP3 Surabaya Barat dipengaruhi oleh pembebanan dari tahun 2020 – 2022 semakin meningkat per periodenya dan dengan suhu harian rata rata disurabaya mencapai 29 °C – 30 °C. Pada gardu RA 1208 dibebani pada siang hari 56,92 % dan malam hari sebesar 65,8 % mengalami kenaikan sebesar 9,7 % beban siang dan malam 8,33 % Dengan nilai pembebanan semakin meningkat maka suhu hotspot semakin meningkat juga dan menyebabkan susut nya umur transformator dari tahun 2020 nilai sisa umur sebesar 18,39 tahun sampai tahun 2022 sebesar 15,73 tahun. Gardu RA 1218 mengalami kenaikan dari 2020 sampai 2022 dengan beban siang 6,47 % dan malam sebesar 4,15 % nilai sisa umur dari tahun 2020 sebesar 19,90 dan 2022 sebesar 17,86 tahun. Gardu RB 1503 beban siang sebesar 5,93 % dan beban malam sebesar 6,55 % dengan nilai sisa umur tahun 2020 sebesar 19,75 tahun dan 17,62 tahun. Gardu RA 1220 beban siang 4,78 % dan malam 4,13 % sisa umur pada tahun 2020 sebesar 19,95 tahun dan tahun 2022 sebesar 17,94 tahun. Gardu 977 dengan beban siang sebesar 7,27 % dan malam 6,02 % beroperasi tahun 2020 dengan sisa umur 14,90 tahun dan beroperasi 2022 dengan sisa umur 12,85 tahun.
2. Yang paling akurat adalah metode trend eksponensial dengan menggunakan fungsi logaritma pada nilai variabel *Y* sehingga membuat *percentage error* kecil serta mempunya kelebihan dan kekurangan dari kedua metode tersebut yaitu trend eksponensial lebih akurat nilai

peramalannya dibanding trend linear dan kekurangannya adalah perhitungan nilainya lebih rumit dibanding trend linear serta sangat cocok digunakan peramalan jangka panjang. Hasil peramalan umur transformator menggunakan trend eksponensial pada tahun 2032 periode 2 pada gardu 1208 memiliki sisa umur 7,92 tahun dengan nilai MAPE 1,2597 % selisih 0,0668% dari trendlinear , transformator gardu 1218 memiliki sisa umur 10,81 tahun dengan nilai MAPE 1,2361 % selisih 0,0012 % , transformator gardu RB 1503 memiliki sisa umur 10,52 tahun dengan nilai MAPE 1,1048 % selisih 0,002 % ,transformator RA 1220 memiliki sisa umur 10,95 tahun dengan nilai MAPE 1,2057 % selisih 0,0013 % dan transformator RA 977 memiliki sisa umur 6,46 tahun dengan nilai MAPE sebesar 1,6338% selisih 0,0035 % .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Suyanto, R. Setyowibowo, and P. E. Pambudi, “Evaluasi Kemampuan Transformator Daya Pada Gardu Induk 150 Kv Wates,” *J. Teknol. Technoscience*, vol. 10, no. 2, pp. 202–208, 2018.
- [2] Y. Y. Rizki and E. Ervianto, “Perkiraan umur transformator berdasarkan pengaruh pembebanan dan temperatur lingkungan menggunakan metode trend linear,” *Jom Fteknik*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [3] H. L. Latupeirissa, “Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 KV,” *J. Simetrik*, vol. 8, no. 2, pp. 139–144, 2018.
- [4] Zulkarnaini and H. Riandi, “Analisa Peramalan Beban Listrik Di RSUP Dr . M . Djamil Padang Sampai Tahun 2029,” *MENARA Ilmu*, vol. XIV, no. 01, pp. 134–145, 2020.
- [5] F. Azhar, Y. Rahmawati, and I. Fadlika, “Estimasi Umur Transformator Distribusi Berdasarkan Pertumbuhan Beban dan Temperatur Lingkungan di Penyulang Bolo PLN Rayon Woha Kabupaten Bima,” *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.*, pp. 43–49, 2019.
- [6] P. G.-J. T. E. U. Tanjungpura and undefined 2017, “Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 KV Akibat Pembebanan Lebih di PT. PLN (Persero) Kota Pontianak,” *jurnal.untan.ac.id*, Accessed: Jan. 27, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/21155>.