

STUDI PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIPE VOLTRA 100 kVA

Fatmawati Azis¹, Naomi Lembang²,

¹Program Studi Teknik Listrik Politeknik Bosowa

²Program Studi Teknik Listrik Politeknik Fakfak

¹Jl. Kapasa Raya No. 23, Makassar

²Jl. (TPA) Imam Bonjol Atas Kab. Fakfak, Provinsi Papua Barat

¹Email: fatmawati.azis90@politeknikbosowa.ac.id

²Email: Naomi_lembang@ymail.com

DOI:

Abstrak

Penyeimbangan sistem pembebanan merupakan suatu rutinitas yang dilakukan oleh PLN dalam rangka manajemen sebuah trafo distribusi. Selama ini, penyeimbangan pembebanan dilakukan pada Waktu Beban Puncak (WBP) saja. Sehingga kegiatan penyeimbangan beban pada suatu trafo belum menjamin tercapainya keseimbangan beban di titik Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Penyeimbangan juga dilakukan dengan trial and error. Tentunya hal ini tidak efektif dan efisien baik dari segi hasil yang diinginkan dan waktu yang digunakan. Berkaca dari hal tersebut, perlu dilakukan penyeimbangan beban WBP dan LWBP disertai besaran beban terukur sebagai dasar penyeimbangan. Dengan menggunakan simulasi terlebih dahulu, dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari kegiatan penyeimbangan beban ini. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran awal beban dan data beban pada sebuah trafo distribusi yang akan diseimbangkan sebagai input software simulasi. Penyeimbangan dilakukan merujuk pada hasil simulasi, berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai persentase trafo kurang dari 40%. diketahui bahwa pada jalur 1 nilai presentase sebesar 16 %, sedangkan dijalur 2 nilai presentase trafo 20%. Kemudian beban antar fasa pada gardu ini tidak seimbang, dilihat pada nilai beban puncak fasa R 42,6, S47,1 dan fasa T 90,1.

Kata Kunci: pembebanan, transformator distribusi

Abstract

Balancing the loading system is a routine carried out by PLN in the context of managing a distribution transformer. So far, load balancing is only done at Peak Load Time (PLT). So that the load balancing on a transformer does not guarantee that a load balance is achieved at the out of PLT point. Balancing is also done by trial and error. Ensuring this is not effective and efficient both in terms of desired results and time spent. Reflecting on this, it is necessary to balance the PLT and out of PLT along with the magnitude of the load as the basis for balancing. By using it first, it can increase the effectiveness and efficiency of this load balancing activity. For this reason, it is necessary to measure the initial load and data load on a distribution transformer which will be balanced as an input software simulation. Balancing is done Referring to the simulation results. Based on the results of the study obtained the percentage value of the transformer is less than 40%. It is known that in line 1 the percentage value is 16%, while in line 2 the percentage value of the transformer is 20%. Then the load between the phases at this substation is not balanced, seen from the peak load values for the R 42.6, S47.1 and T 90.1 phases.

Key words: load, distribussion transformer

1. Pendahuluan (Times New Roman 12, bold left)

Energi listrik merupakan kebutuhan yang strategis dari aspek ekonomi yang dibuktikan dengan penggunaannya di masyarakat maupun industri [1]. Penyaluran Energi listrik ini umumnya berada pada sekitar GI penurun tegangan. GI penurun tegangan ditempatkan pada pusat beban yang disalurkan melalui distribusi primer, daya disalurkan dengan

tegangan yang lebih rendah daripada tegangan masuk [2].

Pasokan listrik di Indonesia hingga saat ini masih menggunakan jasa layanan PT PLN (Persero) pada pendistribusiannya [3]. Pendistribusian ini perlu dikaji pembebanannya karena jika terjadi ketidakseimbangan beban yang signifikan, maka akan berdampak pada membesarnya arus netral yang berimbas pada rugi-rugi daya (losses) yang besar [4].

Studi pembebanan Pada beberapa Rayon di PLN (Persero) telah banyak diinvestigasi pada [2] [3] [4] [5] [6] [7]. Hasil investigasi [2] memaparkan pembebanan maksimal transformator sebaiknya di 80 %. Penelitian tersebut berdasarkan data PLN Rayon Lubuk Basung. Penelitian [3] menginvestigasi metode uprating untuk transformator sebagai upaya peningkatan kapasitas daya transformator di PT PLN Persero UP3 Pondok Gede. Penelitian pada [4] menggunakan metode peninjauan langsung ke lapangan dengan menggunakan fluke 41 B pada penyulang Cemara, dengan hasil terjadi ketidakseimbangan arus netral pada penyulang tersebut. Paper [5] memaparkan efek pembebanan terhadap usia pakai dan efisiensi pada transformator IV di gardu induk Sukamerindu Bengkulu yang berstandar IEC 60076-7. Penelitian [6] memperlihatkan data pengaruh pembebanan berbasis *load curve* sebagai dasar maintenance scheduling di gardu induk Blimbing. Penelitian [7] fokus terhadap umur pemakaian transformator akibat factor suhu minyak, suhu belitan dan suhu sekitar (*ambient temperature*).

Penelitian ini fokus pada Studi Pembebanan Transformator Distribusi Tipe 100 Kva Voltra pada Jalan Mambruk Dalam. Tujuannya fokus menemukan faktor yang menyebabkan dilakukan pemadaman di wilayah pelayanan PT PLN (Persero) ULP Fakfak, Papua Barat, dengan memilih salah satu trafo distribusi pada penyulang Wagom, salah satu gardu pada jalan mambruk sebagai tempa studi kasus.

2. Metode

Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum Ampere dan faraday [8]. Pembebanan tranformator digolongkan menjadi pembebanan stabil dan tidak stabil [7]. Rasio pembebanan transformator dan persentase pembebanan (%) masing-masing dapat dilihat pada persamaan (1) dan (2) [7].

$$K = \frac{S}{R} \quad (1)$$

$$\text{Persent pembebanan } (\%) = \frac{\text{Daya}_{\text{terpakai}}}{\text{Daya}_{\text{terpasang}}} \quad (2)$$



Gambar 1. Gardu distribusi Tipe Voltar Jalan Mambruk Dalam.

Tabel 1. Spesifikasi Gardu Induk Voltra

Tipe	Voltra
Nomor Seri	11103129
Daya	100 kVA
Tegangan primer	20 kV
Tegangan sekunder	400 kV
Pembuatan	Indonesia
Tahun Buat	2007
Berat	670 kg
Volume Minyak	179 liter
Jenis Pendingin	Onan
Frekuensi	50 Hz
Vektor Grup	Yzn5
Arus Primer	1,44 A
Arus sekunder	72,25 A

Tabel 1. menjelaskan spesifikasi gardu transformator distribusi yang beralamat pada jalan mambruk dalam ini, memiliki tipe Voltra 2011 – 100 H dengan nomor seri 11103129 yang di produksi di dalam negeri (Indonesia) pada tahun 2007 dengan bobot berat 670 Kg, dan memiliki jenis pendingin yang biasanya di sebut pendingin Onam. Begitu juga dengan trafo ini mempunyai frekuensi 50 Hz. Adapun daya yang dihasilkan pada trafo tersebut adalah 100 kVA, jenis trafo ini memiliki tegangan primer dan tegangan sekunder. 20 kv untuk tegangan primer, dan 400 kv untuk tegangan sekunder. Begitu juga dengan arus primer dan arus sekunder yang mana

arus primer 1,44 v dan arus sekunder 72,25 v. tanpa adanya pembatas kolom atau pembatas vertikal.

Penelitian ini dimulai dari variabel yang diamati yaitu mencakup kondisi keadaan trafo, menentukan kondisi beban pada tiap-tiap fasa, dan bagaimana cara menyeimbangkan beban pada tiap-tiap fasa tersebut.

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa Observasi/pengamatan langsung. Selanjutnya pengambilan data dengan metode observasi (pengamatan langsung) dilakukan dengan cara mencari data teknis secara langsung ke lapangan. Data tersebut berupa data longsheet sistem transformator distribusi 2011-100 H dan laporan harian tiap waktu beban puncak pada transformator distribusi jalan mambruk dalam.

Pengambilan data terkait studi kasus keseimbangan beban pada transformator distribusi Dari data yang telah terkumpul, maka dilakukan pengelompokan data melalui microsoft excel sesuai identifikasi permasalahannya sehingga diperoleh analisa. Kemudian data ini dikelompokkan dalam bentuk tabel beban puncak dan ditampilkan dalam bentuk diagram batang guna menghitung beban rata- rata pada tiap-tiap beban puncak.

3. Hasil dan Pembahasan

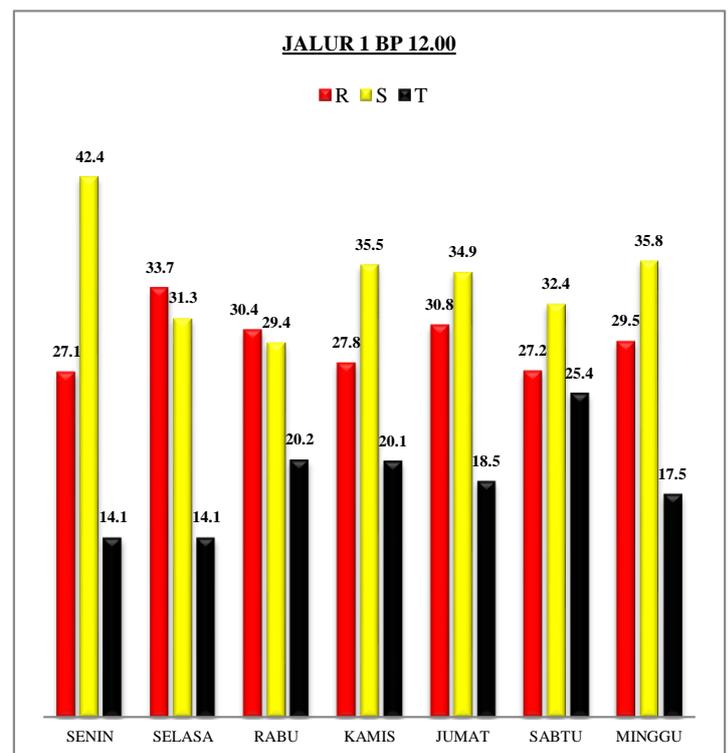
3.1 Hasil

Tabel 2. Beban Puncak Jalur 1

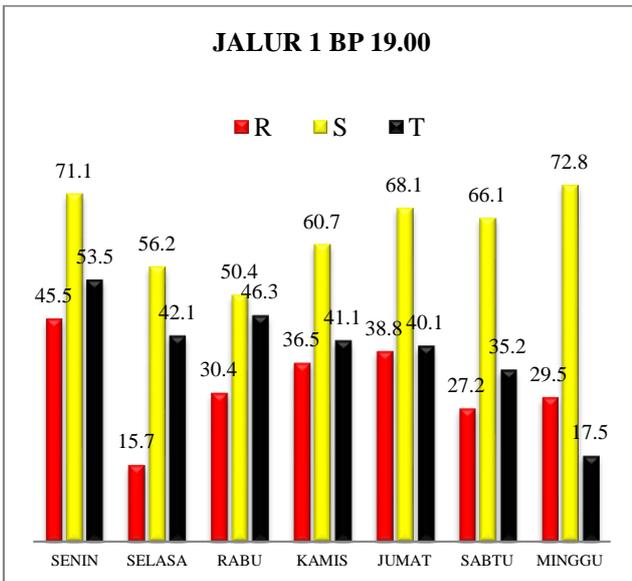
Hari	Beban (A)		
	Fasa	Pukul 12.00	Pukul 19.00
Senin	R	27.1	45.5
	S	42.5	71.1
	T	14.1	53.5
Selasa	R	33.7	56.2
	S	31.3	56.2
	T	14.1	42.1
Rabu	R	30.4	39.3
	S	29.4	50.4
	T	20.2	46.3
Kamis	R	27.7	36.5
	S	35.5	60.7
	T	20.1	41.1
Jumat	R	30.8	38.8
	S	34.9	68.1
	T	17.5	44.8

Sabtu	T	18.5	40.1
	R	27.2	44.5
	S	32.4	66.1
Minggu	T	25.4	35.2
	R	29.5	27.1
	S	35.8	33.1
	T	17.5	44.8

Tabel 2. memperlihatkan hasil beban tertinggi pada saat pengukuran dari fasa R, S dan T salah satu fasa yang terbebani oleh beban yang melebihi dari fasa R dan T pada beban puncak siang pukul 12.00 yaitu fasa S 42,5 ampere.*terjadinya Dan pada beban puncak malam pukul 19.00 yaitu fasa S 71,1 ampere terbebani lebih dari fasa R dan T. Gambar 2 dan 3 memperlihatkan bahwa pemakaian beban terbanyak dari tiap-tiap fasa pada jalur 1 untuk beban puncak siang dan malam terletak pada fasa S. Beban puncak siang 42.5 ampere dan malam 71,1. Adapun rata-rata beban yang terpakain pada tiap fasa pada satu minggu pengukuran beban puncak siang dan malam dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Grafik dari Tabel 2., dapat diliht pada Gambar 2 untuk beban puncak siang hari dan Gambar 3. Untuk beban puncak malam hari.



Gambar 2. Diagram Beban Puncak (Ampere) Pukul 12.00 Pada Jalur 1



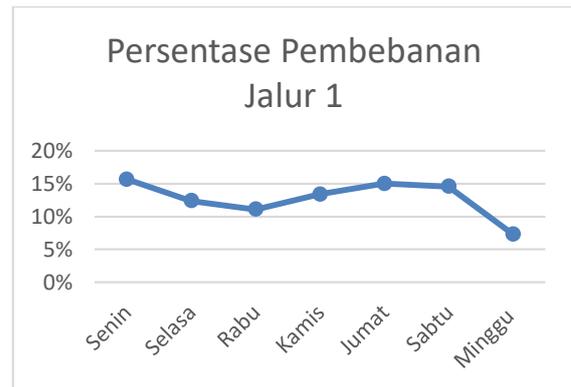
Gambar 3. Diagram Beban Puncak (Ampere) Pukul 19.00 Pada Jalur 1

Beban puncak jalur 1 dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut memperlihatkan arus beban puncak saat siang dan malam. Pembebanan transformator dalam parameter persentase dapat dilihat pada Tabel 3. dan Gambar 3. Persentase pembebanan yang tertinggi terjadi pada hari senin di Fasa S dan terendah pada hari minggu.

Tabel 3. Persentase Pembebanan Transformator

Hari	Persentase pembebanan
Senin	16%
Selasa	12%
Rabu	11%
Kamis	13%
Jumat	15%
Sabtu	15%
Minggu	7%

Persente pembebanan yang ada pada Tabel 3. dan Gambar 4. Merupakan hasil perbandingan daya terpakai dengan daya terpasang

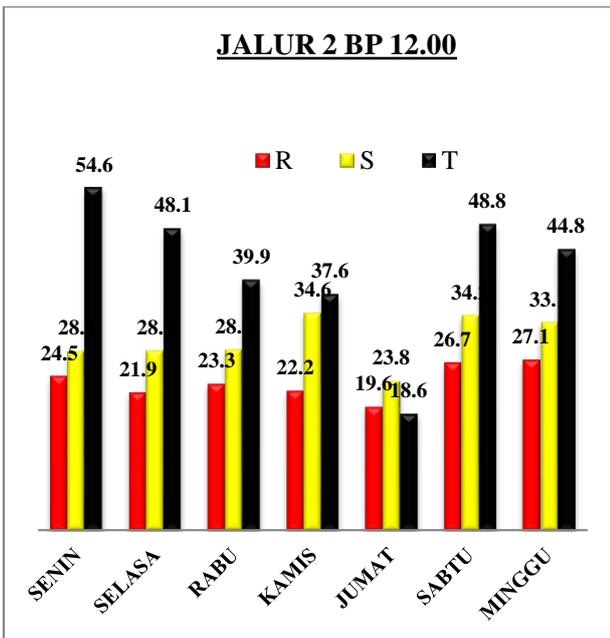


Gambar 4. Grafik persentase pembebanan

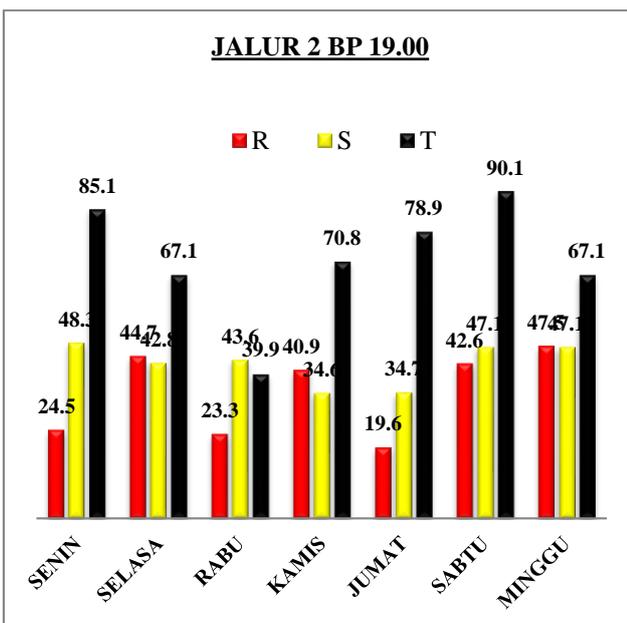
Tabel 4. Beban puncak jalur 2

Hari	Arus	Waktu	
		12.00	19.00
Senin	R	27.1	44.9
	S	42.5	48.3
	T	14.1	85.1
Selasa	R	33.7	44.7
	S	31.3	56.2
	T	48.1	67.1
Rabu	R	23.3	32.4
	S	28.8	43.6
	T	39.9	66.4
Kamis	R	22.2	40.9
	S	34.6	34.6
	T	37.6	70.8
Jumat	R	19.6	44.2
	S	23.8	34.7
	T	18.6	78.9
Sabtu	R	26.7	42.6
	S	34.2	47.1
	T	48.8	90.1
Minggu	R	29.5	47.5
	S	33.1	44.8
	T	44.8	67.1

Sampel data beban puncak selama satu minggu pada Tabel 4. Memperlihatkan arus beban puncak siang dan malam. Nilai arus beban tertinggi pada saat pengukuran dari fasa R, S dan T adalah T, dimana pukul 12.00 yaitu fasa T 48,8 A. Arus beban puncak malam pukul 19.00 yaitu fasa S 90,1 ampere terbebani lebih dari fasa R dan T. Gambar 5 dan 6 menampilkan grafik beban puncak yang disajikan pada Tabel 4.



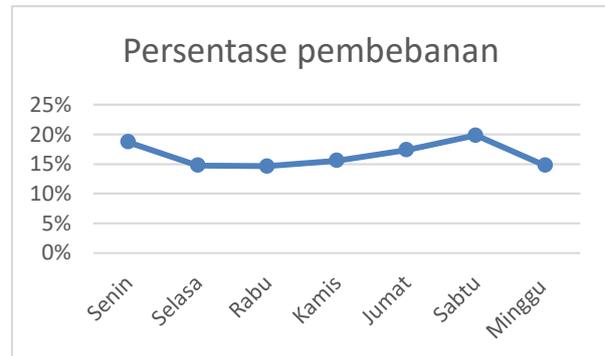
Gambar 5. Data beban setiap fasa siang hari jalur 2.



Gambar 6. Data beban setiap fasa malam hari jalur 2.

Tabel 5. Persentase Pembebanan pada Jalur 2

Hari	Persentase pembebanan
Senin	19%
Selasa	15%
Rabu	15%
Kamis	16%
Jumat	17%
Sabtu	20%
Minggu	15%



Gambar 5. Diagram Beban Puncak (Ampere) Pukul 19.00 Pada Jalur 1

Persentase beban puncak jalur 2 fasa T saat malam hari dapat dilihat pada Tabel 5. dan Gambar 5. Persentase terbesar pada hari sabtu di 20 % fasa T.

Tabel 6. Arus Beban Puncak Total saat siang dan malam

Hari	Arus Beban Puncak (A)	
	BP. 12.00	BP. 19.00
Senin	27,9 A	59,43 A
Selasa	37,7A	56 A
Rabu	30,66 A	47,46 A
Kamis	31,46 A	48,76 A
Jumat	20,66 A	52,6 A
Sabtu	36,56A	59,93 A
Minggu	35,8 A	53,13 A

Ketidakeimbangan beban yang terjadi pada trafo distribusi jalan mambruk dalam, tidak beraturan pada pemasangan sambungan rumah pada tiap-tiap fasa pada saluran udara tegangan menengah mengakibatkan beban transformator distribusi tipe voltra menjadi tidak seimbang. hal ini dikarenakan adanya penumpukan beban pada salah satu fasa sehingga beban tidak seimbang. diawali dengan pengukuran setiap fasayang didapatkan di lapangan fasa T yang paling besar di antara fasa R dan S. Akibat dari perbedaan yang besar antar fasa menimbulkan arus losses pada fasa netral. Maka diperlukan analisis perbaikan di lapangan untuk

mengurangi beban pada fasa T yang terjadi maka dilakukan pemerataan dengan cara perbaikan sambungan konduktor dan pemindahan disetiap fasa pada beban berupa sambungan rumah (SR) dan beban lainnya lampu penerangan jalan, dari jaringan fasa yang besar ke penghantar fasa yang lebih kecil. Pembeban trafo

3 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan penelitian ini yaitu:

1. Hasil beban tertinggi pada saat pengukuran dari fasa R, S dan T salah satu fasa yang terbebani oleh beban yang melebihi dari fasa R dan T pada beban puncak siang pukul 12.00 yaitu fasa S 42,5 ampere.
2. Pembebanan transformator jalur 1 saat malam hari yang tertinggi terjadi pada hari senin di Fasa S dan terendah pada hari minggu masing-masing diangka 16 % dan 7 %.
3. Sampel data beban puncak selama satu minggu pada Tabel 4. Memperlihatkan arus beban puncak siang dan malam. Nilai arus beban tertinggi pada saat pengukuran dari fasa R, S dan T adalah T, dimana pukul 12.00 yaitu fasa T 48,8 A. Arus beban puncak malam pukul 19.00 yaitu fasa S 90,1 ampere terbebani lebih dari fasa R dan S.
4. Pembebanan transformator jalur 2 saat malam hari yang tertinggi terjadi pada hari Sabtu di Fasa T yaitu sebesar 20%.

Saran peneliti berdasarkan kondisi gardu distribusi tipe voltra yang berada pada jalan mambruk ini masih banyak memerlukan pengecekan rutin, guna mengantisipasi terjadinya beban lebih atau losess yang semakin besar pada penghantar N. Perlu juga dilakukan perkiraan untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu. Dalam perkiraan beban jangka pendek terdapat batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan oleh perkiraan karena hal yang dialami pada saat pengambilan data masih di temukan dari

4 Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada para pihak terkait yang telah memberikan sumbansi dalam penelitian ini.

Terima kasih kepada pihak PLN yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan data penelitian ini.

Referensi

- [1] M. S. and T. , "ANALISIS LOSSES JARINGAN] DAN ALTERNATIF PERBAIKAN PADA PENYULANG JATIWANGI RAYON MAJALENGKA," *Jurnal Teknik Mesin dan Elektro (Maestro)*, vol. 1, no. 2, pp. 1-6, 2019.
- [2] A. R. T. and N. , "ANALISIS SUSUT UMUR] TRANSFORMATOR AKIBAT BEBAN LEBIH DENGAN PENAMBAHAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI SISIPAN," *Sinusoida*, vol. XX, no. 1, pp. 24-33, 2018.
- [3] S. and B. H. , "Studi Analisis Dampak Overload] Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN(Persero) Up3 Pondok Gede," *KILAT*, vol. 9, no. 1, pp. 136-142, 2020.
- [4] E. Julianto, "STUDI PENGARUH] KETIDAKSEIMBANGAN PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV PT PLN (PERSERO) CABANG PONTIANAK," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [5] S. and A. H.,] "<https://jurnal.untagcirebon.ac.id/index.php/mestro/article/view>," *Amplifier*, vol. 5, no. 2, pp. 76-81, 2015.
- [6] S. I. Hidayat, F. B. S. A. H. and R. S. , "tudi Pengaruh] Pembebanan sebagai Dasar Scheduling Maintenance untuk Meminimalisir Susut Umur Transformator 1 GI Blimbing," *ELPOSYS JURNAL SISTEM KELISTRIKAN*, vol. 7, no. 3, pp. 123-128, 2020.
- [7] P. Utomo, "STUDI ANALISIS KUALITAS] TRANSFORMATOR DAYA GARDU INDUK 150 KV SIANTAN," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TANJUNG PURA*, vol. 1, no. 1, pp. 1-11, 2019.
- [8] A. A. C. E. R. and H. N. , "PENGEMBANGAN SET] PRAKTIKUM FARADAY PADA MATERI INDUKSI ELEKTROMAGNETIK," *Journal UNJ*, vol. 4, pp. 93-96, 2015.
- [9] A. R. T. and N. , "STUDI SUSUT UMUR] TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV AKIBAT PEMBEBANAN LEBIH DI PT. PLN (PERSERO) KOTA PONTIANAK," *Sinusoida*, vol. XX, no. 1, pp. 24-33, 2018.