

## **Pengaruh Ketepatan 5 Unit Transformator Di PT. Charoen Pokphand Indonesia Tbk**

**Muhammad Fahri**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan  
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

*muhammadfahri0105@gmail.com*

### **Abstrak**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nominal pembebanan terhadap efisiensi transformator dan mengetahui hubungan dengan impedansi dan kVA trafo yang sama. Analisis efisiensi dan hubungan paralel transformator distribusi dilakukan dengan menggunakan metode wawancara dan riset atau pengambilan data. Subjek dari penelitian ini adalah 5 unit transformator di PT. Charoen Pokphand Indonesia. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi operasi paralel lima transformator yang memiliki kapasitas 1600 kVA. Dan memiliki nilai X/R (rasio) 6,4 %, di mana transformator memiliki nilai impedansi yang sama 6%, dari hasil penelitian bahwa beban yang disuplai dari hasil memparalelkan ke 5 transformator 6236 kVA. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi trafo di atas maka dapat kita simpulkan bahwa efisiensi trafo terendah terdapat pada trafo 3 yaitu sebesar 94.87%, dan efisiensi trafo tertinggi terdapat pada trafo 1 dengan efisiensi sebesar 95.71%. Sedangkan hasil perhitungan 5 unit transformator yang dihubungkan secara paralel dengan parameter impedansi, ratio, dan kVA yang sama maka masing-masing trafo akan mendapat beban yang sama.*

**Kata Kunci** : *Transformator, Efisiensi, Impedansi Transformator, Paralel.*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring semakin berkembangnya zaman, maka tenaga listrik pada saat ini menjadi salah satu kebutuhan pokok manusia. Semakin berkembangnya teknologi yang menggunakan tenaga listrik, maka secara tidak langsung manusia tergantung terhadap tenaga listrik baik untuk kebutuhan sehari hari maupun untuk industri. Dalam sistem tenaga listrik, aliran daya dari suatu Pembangkit Tenaga Listrik akan bergerak menuju saluran transmisi tegangan tinggi dan pada akhirnya didistribusikan menuju para konsumen.

Suatu device atau peralatan yang memegang peranan yang sangat penting dalam kelancaran sistem tersebut adalah transformator. Transformator berfungsi untuk meningkatkan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit dan mengalirkannya melalui saluran transmisi dan nantinya tegangan ini akan diturunkan untuk selanjutnya didistribusikan ke pelanggan yang ada. Sebagai penghubung antara pembangkit dan saluran transmisi digunakan transformator pembangkit. Penghubung antara saluran transmisi dengan konsumen digunakan transformator distribusi.

Dalam industri tentunya sangat bergantung pada kehandalan efisiensi sistem kelistrikan tersebut. Salah satu persyaratan kehandalan sistem penyaluran tenaga listrik yang harus dipenuhi untuk penyaluran tenaga listrik untuk pelayanan kepada konsumen adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil, karena meskipun kelangsungan catu daya dapat diandalkan.

PT CHAROEN POKPHAND INDONESIA TBK menggunakan 5 unit transformator UNINDO 1600 kVA, digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. transformator merupakan komponen paling utama dalam dunia kelistrikan untuk menghantarkan listrik dari pembangkit PLN yang besaran dayanya bisa mencapai ratusan kilo volt untuk mencapai ratusan kilo volt untuk kemudian disalurkan ke tower-tower yang ada dan selanjutnya disalurkan kembali melalui trafo yang akan diperlukan di setiap industri.

Peralatan elektronik mempunyai batasan umur tertentu tak terkecuali transformator. Apabila transformator mengalami kegagalan maka akan mengganggu kelangsungan sistem tenaga listrik. Untuk mencegah hal ini perlu dilakukan pengawasan terhadap kondisi trafo dengan cara melakukan pemeliharaan secara teratur. Untuk mendeteksi kondisi isolasi dan mengidentifikasi penyebab kegagalan pada isolasi maka perlu dilakukan preventive maintenance. PT. CHAROEN POKPHAND INDONESIA TBK menggunakan 5 unit transformator dengan kapasitas yang sama dimana 5 transformator tersebut telah disinkronisasikan, sinkronisasi adalah suatu cara untuk menghubungkan dua sumber atau beban arus bolak-balik (AC). Sumber AC tersebut antara lain generator (PLN) dan beban adalah transformator yang akan digunakan atau diparalel dengan tujuan untuk meningkatkan kehandalan dan kapasitas sistem tenaga listrik.

Syarat memparalel Transformator (Trafo) dua buah atau lebih trafo dapat dilakukan apabila parameter rasio trafo, % impedansi dan rasio perbandingan X/R pada trafo-trafo tersebut sama. Memparalel trafo pada salah satu parameter di atas tidak terpenuhi dapat menimbulkan arus sirkulasi antara trafo dan pembagian pembebanan tidak sesuai dengan keinginan sehingga situasi tersebut akan menyebabkan turunnya efisiensi trafo serta menurunkan kemampuan trafo serta menurunkan kemampuan trafo dalam melayani beban.

Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.

Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan pada kedua kumparan itu. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dibelit seputar “ kaki “ inti transformator. Secara umum dapat dibedakan dua jenis transformator menurut konstruksinya, yaitu tipe inti, dan tipe cangkang. Pada tipe inti terdapat dua kaki, dan masing – masing kaki dibelit oleh satu kumparan. Sedangkan tipe cangkang mempunyai tiga buah kaki, dan hanya kaki yang di tengah – tengah dibelit oleh kedua kumparan. Lihat gambar 2.1 kedua kumparan saling tergabung secara magnetik melalui inti. Kumparan – kumparan itu tidak tergabung secara elektrik. Bagian datar dari inti dinamakan pemikul.

Penggunaan transformator yang sangat sederhana dan andal itu merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak – balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik terjadi kerugian energi sebesar  $I^2R$  wattdetik. Kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikan. Dengan demikian maka saluran – saluran transmisi tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan yang tinggi. Tegangan transmisi yang tertinggi di indonesia pada saat ini adalah 500 kv, atau kilovolt, yaitu sama dengan 500.000 volt. Hal ini dilakukan terutama untuk mengurangi kerugian energi yang terjadi. Dan menaikkan tegangan listrik di pusat listrik dari tegangan generator yang biasanya berkisar antara 6 kv sampai 20 kv pada awal saluran transmisi, kemudian menurunkannya lagi pada ujung akhir saluran ke tegangan yang lebih rendah, yang dilakukan dengan transformator.

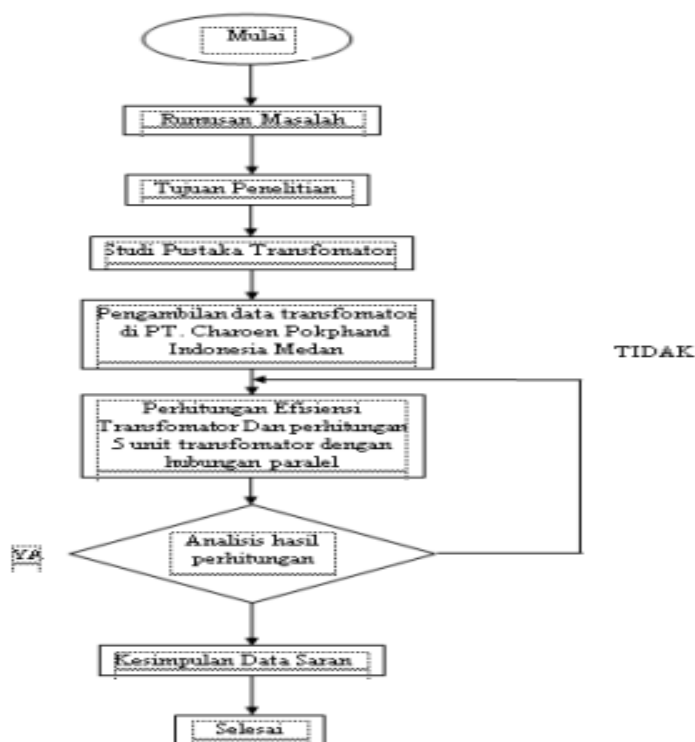
Oleh karena itu transformator adalah komponen yang sangat penting dan mengingat kerja keras dari suatu transformator maka diusahakan agar peralatan ini berusia panjang dan dapat lebih lama dipergunakan, maka transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem pembebanan serta peralatan yang benar, baik dan tepat dan kinerjanya juga harus selalu di perhatikan agar penggunaannya tetap efisien. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kondisi transformator yaitu temperatur dan pembebanan. Untuk mengetahui bagaimana kinerja transformator sebelum dipasang biasanya dilakukan pengujian menggunakan beban nominal, supaya dapat mengetahui transformator dalam keadaan baik atau tidak, sehingga kinerja transformator saat digunakan dapat optimal.

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan ini adalah Untuk mengetahui beban nominal pembebanan terhadap efisiensi transformator. Serta Untuk mengetahui sinkronisasi dengan impedansi, ratio X/R dan kVA trafo yang sama.

## **2. METODE PENELITIAN**

Metode yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah metode pengumpulan data dan pengolahan data. Metode pengumpulan data dilakukan di PT. CHAROEN POKPHAND INDONESIA TBK, JL.P.Sumbawa No. 5, Mabar, Medan Deli, Sumatra Utara 20242, mulai dari tanggal 03 february 2020 sampai dengan 28 february 2020. Data yang di kumpulkan adalah data transformator distribusi di PT. CHAROEN POKPHAND INDONESIA TBK. Metode pengolahan data dilakukan secara perhitungan manual.

Dalam melakukan pengujian / percobaan ini digunakan peralatan -peralatan yang tersedia di PT. CHAROEN POKPHAND INDONESIA TBK Peralatan-peralatan tersebut merupakan Multitester, Tang Amper dan Kwh Meter. Adapun diagram alir dalam penelitian ini dapat dilihat dari flowchart penelitian berikut:

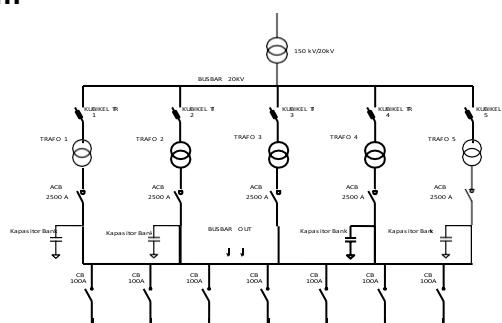


Gambar 1. Alur Penelitian

### 3. HASIL

PT. Charoen Pokphand Indonesia medan, mendapatkan suplai dari PLN dengan kapasitas daya listrik 6236 kVA yang terdiri dari 5 buah trafo 1600 kVA. Faktor daya jaringan listrik PLN saat ini 0,86 lag dan akan dilakukan analisa untuk mengoptimalkan nilai  $\cos \vartheta$ .

#### One Line Diagram



Gambar 2. One line diagram sistem tenaga di PT. Charoen Pokphand Indonesia TBK medan

#### Data Transformator

Data dari penelitian yang akan dianalisa adalah dari single line diagram area PT. Charoen Pokphand Indonesia TBK Medan, diawali dengan perhitungan beban maksimum, menghitung besar efisiensi transformator dengan keadaan transformator berbeban. PT. Charoen Pokphand Indonesia TBK Medan mendapatkan suplai dari PLN dengan kapasitas daya listrik 6236 KVA yang terdiri dari 5 unit transformator 1600 KVA.

Data transformator daya yang digunakan di PT.Charoen Pokphand Indonesia TBK Medan :

- Transformator Daya Merk : UNINDO, STANDARD IEC 76/SPLN-50
- Rated Capacity : 1600 KVA - Phase : 3 Phasa
- Frequency : 50 Hz
- Impedance Voltage : 6%
- Nominal Current (A) :
- Primary = 46,2 Ampere
- Secondary = 2309,4 A
- Nominal Voltage (V) :
- Primary = 20000 Volt
- Secondary = 400 Volt
- Cooling System : ONAN
- Type Of Oil : Mineral – Oil
- Temperature Rise (°C) : - Oil = 60°C
- Winding = 65°C
- Insulation Level : 125 kV
- Rugi Inti : 3300 W
- Rugi Tembaga : 18100 W

**Tabel 1. Data Pada Transformator di PT. Charoen Pochand Indonesia**

Nama	Volt	Arus Rata-rata /I (Ampere)	Daya Total (KW)	Cos	Rasio (X/R)
Transformator 1	390	1441	827.385	0.85	6,4
Transformator 2	390	1323	759.633	0.85	6,4
Transformator 3	388	1200	693.540	0.85	6,4
Transformator 4	388	1253	732.592	0.87	6,4
Transformator 5	392	1173	720.611	0.88	6,4

### Analisis Efisiensi Transformator

Berdasarkan data transformator dan data pada tabel 1, maka dapat di analisis nilai efisiensi pada transformator tersebut sebagai berikut :

1. Analisis efisiensi pada trafo 1

Daya Aktif

$$\begin{aligned}
 P_{out} &= V \times I \times \cos \phi \\
 &= 390 \times 1441 \times 0,85 \\
 &= 477.691,5 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Rugi Total

$$\begin{aligned}
 &\text{Rugi Inti} + \text{Rugi Tembaga} \\
 &= 3300 + 18.100 \\
 &= 21.400 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{P}{P + P_r} \times 100\% \\
 &= \frac{438.574,5}{438.574,5 + 21.400} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{438.574,5}{459.974,5} \times 100\% \\ &= 95,35 \% \end{aligned}$$

2. Analisis efisiensi pada trafo 2

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 390 \times 1323 \times 0,85 \\ &= 438.574,5 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rugi Total} &= \text{Rugi Inti} + \text{Rugi Tembaga} \\ &= 3300 + 18.100 \\ &= 21.400 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{P}{P + Pr} \times 100\% \\ &= \frac{438.574,5}{438.574,5 + 21.400} \times 100\% \\ &= \frac{438.574,5}{459.974,5} \times 100\% \\ &= 95,35 \% \end{aligned}$$

3. Analisis efisiensi pada trafo 3

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 388 \times 1200 \times 0,85 \\ &= 395.760 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rugi Total} &= \text{Rugi Inti} + \text{Rugi Tembaga} \\ &= 3300 + 18.100 \\ &= 21.400 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{P}{P + Pr} \times 100\% \\ &= \frac{395.760}{395.760 + 21.400} \times 100\% \\ &= \frac{395.760}{417.160} \times 100\% \\ &= 94,87 \% \end{aligned}$$

4. Analisis efisiensi pada trafo 4

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 388 \times 1253 \times 0,87 \\ &= 422.962,68 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rugi Total} &= \text{Rugi Inti} + \text{Rugi Tembaga} \\ &= 3300 + 18.100 \end{aligned}$$

$$= 21.400 \text{ Watt}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{P}{P + Pr} \times 100\% \\ &= \frac{422.962,68}{422.962,68 + 21.400} \times 100\% \\ &= \frac{395.760}{417.160} \times 100\% \\ &= 94,87 \% \end{aligned}$$

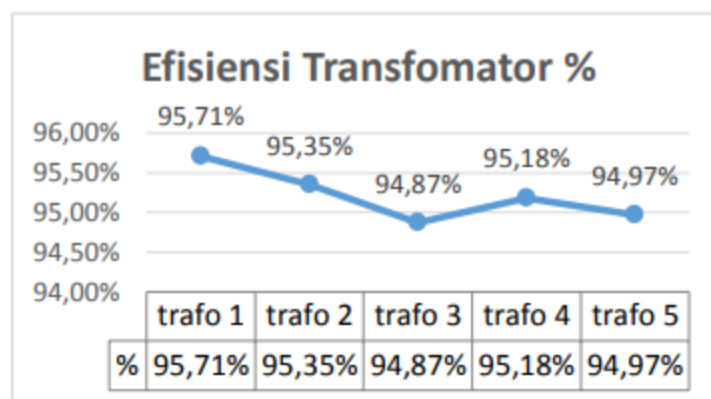
#### 5. Analisis efisiensi pada trafo 5

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 392 \times 1173 \times 0,88 \\ &= 404.638,08 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rugi Total} &= \text{Rugi Inti} + \text{Rugi Tembaga} \\ &= 3300 + 18.100 \\ &= 21.400 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{P}{P + Pr} \times 100\% \\ &= \frac{404.638,08}{404.638,08 + 21.400} \times 100\% \\ &= \frac{404.638,08}{426.038,08} \times 100\% \\ &= 94,97 \% \end{aligned}$$

#### Grafik Penelitian Efisiensi 5 Unit Transformator



4.4.1 Gambar Grafik Efisiensi 5 Unit Transformator

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi trafo di atas maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi trafo terendah terdapat pada trafo 3 yaitu sebesar 94,87%, dan efisiensi trafo tertinggi terdapat pada trafo 1 dengan efisiensi sebesar 95,71%.

#### 4. PEMBAHASAN

Perusahaan PT. Charoen Pokphand Indonesia TBK Medan menggunakan 5 Unit Transformator dengan kapasitas yang sama 1600 kVA, mendapatkan suplai dari PLN dengan kapasitas daya listrik 6236 kVA. Dan memiliki nilai impedansi yang sama sebesar 6%.

Berdasarkan data di atas dapat dianalisis paralel transformator dengan rasio trafo yang sama, impedansi yang sama dan kVA yang sama, sehingga dapat diketahui hasil memparalelkan ke lima unit transformator di PT Charoen Pokphand Indonesia TBK Medan :

$$\begin{aligned}kVA 1 &= kVA \text{ Beban} \times \left( \frac{kVATf 1}{\% Z 1} \right) \\&: \left( \frac{kVATf 1}{\% Z 1} + \frac{kVATf 2}{\% Z 2} + \frac{kVATf 3}{\% Z 3} + \frac{kVATf 4}{\% Z 4} + \frac{kVATf 5}{\% Z 5} \right) \\&= 6236 \times \left( \frac{1600}{6} \right) \\&: \left( \frac{1600}{6} + \frac{1600}{6} + \frac{1600}{6} + \frac{1600}{6} + \frac{1600}{6} \right) \\&= 6236 \times 266,66 \\&: (266,66 + 266,66 + 266,66 + 266,66 + 266,66) \\&= 1247,17 \text{ kVA}\end{aligned}$$

Dari hasil di atas menunjukkan bahwa Trafo 1 akan dibebani 1247,17 kVA jika diparalel dengan trafo yang memiliki parameter paralel yang sama pada beban 6236 kVA. Dikarenakan parameter yang sama, maka trafo yang lain (trafo 2,3,4 dan 5) akan terbebani sebesar 1247,17 kVA juga.

#### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab IV (empat) maka dapat diambil kesimpulan bahwa Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi trafo di atas maka dapat kita simpulkan bahwa beban nominal pembebanan terhadap efisiensi transformator terendah terdapat pada trafo 3 yaitu sebesar 94,87%, dan efisiensi transformator tertinggi terdapat pada trafo 1 dengan efisiensi sebesar 95.71%.

Berdasarkan hasil perhitungan 5 unit transformator yang dihubungkan secara paralel dengan parameter impedansi, ratio, dan kVA yang sama maka, trafo 1 akan dibebani 1247,17 kVA jika diparalel dengan trafo yang memiliki parameter paralel yang sama pada beban 6236 kVA. Dikarenakan parameter yang sama, maka trafo yang lain (trafo 2,3,4 dan 5) akan terbebani sebesar 1247,17 kVA juga, maka dapat disimpulkan suplai kebutuhan power listrik (beban) tersebut akan dibagi rata ke masing-masing trafo.

#### REFERENSI

- Adam, M. (2020). Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal Low Pass Filter, Pam Multiplexing Pada Rangkaian Percobaan Pulse Code Modulation (PCM) Aplikasi pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 51-57.
- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.



- Anugrah, Y. dan E. Warman. 2014. Studi penggunaan sistem pendingin udara tekanan untuk meningkatkan efisiensi transformator pada beban lebih. Volume 9 no.1 : 7 – 12.
- Damanik, W. S., Pasaribu, F. I., Lubis, S., & Siregar, C. A. (2021). Pengujian Modul Solar Charger Control (SCC) Pada Teknologi Pembuangan Sampah Pintar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 89-93.
- Direktori listrik. Paralel transformator dengan ratio trafo sama, impedansi sama dan KVA sama. October 2012.
- Hafidzah, N. A., Azis, Z., & Irvan, I. (2021). The Effect of Open Ended Approach on Problem Solving Ability and Learning Independence in Students' Mathematics Lessons. *IJEMS: Indonesian Journal of Education and Mathematical Science*, 2(1), 44-50.
- Harahap, M., Nugraha, Y. T., Adam, M., & Nasution, M. S. (2021). Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 71-76.
- Harahap, P., Nofri, I., Arifin, F., & Nasution, M. Z. (2019, October). Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-242).
- Jhonson siburian. Jurnal teknologi energy uda, Volume VIII, Nomor 1, Maret 2019. Kadir, A. 2010. Transformator. Jakarta: penerbit universitas Indonesia (UI-Press).
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 229-237.
- Nasution, E. S. (2019). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV RANTAUPRAPAT-PADANG SIDEMPUAN. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 5(2).
- P.T. PLN (Persero). 2014. Buku pedoman pemeliharaan transformator tenaga. Jakarta : P.T PLN (Persero).
- Pasaribu, F. I., Roza, I., Siregar, C. A., & Sitompul, F. A. (2021). Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 18-26.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Bintang Asih. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62-70.
- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.
- Roza, I., Pasaribu, F. I., Yanie, A., Almi, A., & Sinaga, T. S. (2021). Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 27-34.
- Sulistiyono, Haris Nur Azis, Analisis pengaruh masa operasional terhadap penurunan kapasitas transformator distribusi PT PLN (PERSERO) (1 Januari 2017)
- Wijaya, M. 2001. Dasar – dasar mesin listrik. Jakarta : Djambatan.
- Zuhail. 1988. Dasar teknik tenaga listrik dan elektronika daya. Jakarta : Gramedia pustaka umum