

ANALISA KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA GARDU 1A POLITEKNIK PENERBANGAN INDONESIA CURUG

HENDRO WIDIARTO¹, ASEP SAMANHUDI²

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

e-mail: ¹hendro.widiarto@ppicurug.ac.id, ²asep.samanhudi@ppicurug.ac.id

ABSTRAK

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berupa jaringan penghantar yang menghubungkan antara gardu induk pusat beban ke pelanggan. Jaringan distribusi berfungsi mendistribusikan energi listrik ke pelanggan sesuai kebutuhan. Jaringan distribusi dalam operasinya tidak bisa dipisahkan dengan gardu induk distribusi dan transformator distribusi. Oleh karenanya gardu listrik dan transformator distribusi merupakan suatu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Gardu 1A merupakan salah satu gardu listrik yang berada di Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Untuk menunjang kinerja transformator agar dapat bekerja dengan baik perlu diperhatikan kondisi transformatornya, serta perlu seberapa besar persentase ketidakseimbangan bebannya. Akan dilakukan penelitian mengenai seberapa besar persentase ketidakseimbangan beban pada transformator A dan B di gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Dalam penelitian akan dilakukan pengukuran nilai arus fasa R, S, dan T pada transformator yang berada pada gardu 1A. Setelah pengukuran data akan diolah, kemudian hasil olah data akan dianalisis dengan metode analisa deskriptif, yang pada akhirnya akan disajikan bahwa persentase ketidakseimbangan beban pada transformator di gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug berada pada kriteria apa sesuai dengan aturan PLN (SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014). Dari hasil pengukuran dan pengolahan data maka dilakukan analisis data dengan hasil analisis bahwa persentase ketidakseimbangan beban transformator A pada pengukuran tanggal 05 juli 2021 sampai dengan 11 juli 2021 sebesar 25.17 %, berada pada kriteria kurang. Transformator B pada pengukuran tanggal 28 juni 2021 sampai dengan 04 juli 2021 sebesar 25.73%, beradapada kriteria buruk. Transformator B pada pengukuran tanggal 04 september 2021 sampai dengan 10 juli 2021 sebesar 40.87 %, berada pada kriteria buruk.

Kata Kunci : Ketidakseimbangan beban, Pengaruh ketidakseimbangan, Persentase Beban

ABSTRACT

The distribution network is part of the electric power system in the form of a delivery network that connects the load center substation to the customer. The distribution network functions to distribute electrical energy to customers as needed. The distribution network in its operation cannot be separated from distribution substations and distribution transformers. Therefore, electrical substations and distribution transformers are an inseparable unit. Substation 1A is one of the electrical substations at the Curug Indonesian Aviation Polytechnic. To support the performance of the transformer so that it can work properly, it is necessary to pay attention to the condition of the transformer, as well as how large the percentage of the load imbalance is. A research will be conducted on the percentage of load imbalance on transformers A and B at Substation 1A of the Indonesian Aviation Polytechnic Curug. In this study, measurements of the value of the R, S, and T phase currents will be carried out in the transformer located at the 1A substation. After the measurement data will be processed, then the results of the data processing will be analyzed using descriptive analysis methods, which in the end will be presented that the percentage of load imbalance on the transformer at the 1A Indonesian Aviation Polytechnic Curug substation is on what criteria according to PLN rules (SK ED PLN No. 0017 .E/DIR/2014). From the results of measurements and data processing, data analysis was carried out with the results of the analysis that the percentage of transformer A load imbalance on the measurement on 5 July 2021 to 11 July 2021 was 25.17%, which was in the less criteria. Transformer B on the measurement on June 28, 2021 to July 4, 2021 is 25.73%,

which is in the bad criteria. Transformer B on the measurement on 04 September 2021 to 10 July 2021 is 40.87%, is in the bad criteria.

Keywords : Unbalance load, Effect of imbalance, Percentage of Load

PENDAHULUAN

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug menggunakan saluran distribusi tegangan menengah dan mendistribusikan tenaga listrik melalui tujuh buah gardu listrik. Gardu 1A merupakan salah satu gardu yang beradadi Polietknik Penerbangan Indonesia Curug, gardu ini mendistribusikan tenaga listrik menuju laboratorium *airfield ground lighting*, laboratorium *building automation system*, laboratorium *marshalling*, laboratorium *x-ray*, jurusan manajemen penerbangan, gedung pendidikan teknik penerbangan dan perpustakaan. Menurut Gamma Ayu K.S. dalam skripsinya bahwa listrik dikategorikan baik bila penyediaan tenaga listriknya dilakukan dengan baik juga seimbang. Tenaga listrik dikatakan seimbang apabila beban pada tiap-tiap fasa yang disalurkan (fasa R, fasa S, dan fasa T) besarnya sama. Bila salah satu fasa terdapat keadaan atau nilai beban yang berbeda dengan fasa yang lain, maka jalur distribusi tersebut mengalami ketidakseimbangan beban. Namun, dalam sistem distribusi permintaan daya oleh konsumen terus bertambah.

Besarnya daya yang diminta pun tidak selalu sama, hal ini disebabkan karena ketidakserempakan waktu pemakaian atau penyalaan beban-beban yang ada pada setiap gedung. Sehingga menyebabkan terjadinya pembagian beban yang tidak merata. Ketidakserempakan waktu penyalaan beban-beban dapat berdampak terhadap ketidakseimbangan beban pada setiap fasa. Hal ini menyebabkan distribusi beban masing-masing fasa harus dijaga agar seimbang. Namun pada kenyataannya pembebanan masing-masing fasa tidaklah selalu seimbang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Julius S.S., dkk bahwa Berdasarkan analisa data bahwa pada siang hari ketidakseimbangan beban pada trafo tiang semakin besar karena penggunaan beban listrik tidak merata.

Menurut Edy Julianto dalam jurnalnya Akibat dari ketidakseimbangan beban tersebut adalah munculnya arus di netral transformator. Arus yang mengalir di netral transformator ini menyebabkan terjadinya losses (rugi-rugi), yaitu losses akibat adanya arus netral pada penghantar netral transformator dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah. Imam Malik dan M. Hedar M. menuliskan dalam skripsinya bahwa Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem tenaga listrik selalu terjadi. Beban yang tidak seimbang di setiap fasa (fasa R, fasa S, fasa T) akan mengakibatkan arus mengalir pada netral trafo (IN) yang besarnya bergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya. Arus yang mengalir pada penghantar netral transformator ini akan menyebabkan terjadinya rugi-rugi (losses) daya disepanjang penghantar tersebut. Agar terjadi kestabilan dan konyuitas penyuplaian tenaga listrik kekonsumen.

Ketidakseimbangan beban antar fasa akan berpengaruh pada kinerja trafo, dapat menyebabkan panas berlebih pada fasa beban lebih, arus mengalir pada kawat netral, drop tegangan ujung pada jaringan fasa yang berlebih. Selain itu juga dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian diantaranya kerusakan pada Peralatan Hubung Bagi-Tegangan Rendah (PHB-TR), Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR), Saluran Rumah (SR) serta kualitas tegangan rendah yang diterima buruk, sehingga energi listrik yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik dan dapat memperpendek usia peralatan listrik. Berdasarkan PLN (SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014) Ketidakseimbangan beban memiliki beberapa kriteria dimana nilai $< 10\%$ dalam kriteria baik, pada nilai $10\% - < 20\%$ dalam kriteria cukup, $20\% - < 25\%$ dalam kriteria kurang dan $\geq 25\%$ dalam kriteria buruk.

Dalam jurnalnya Egy Suryadi dkk menyatakan analisis ketidakseimbangan beban pada trafo perlu dilakukan agar dapat diketahui apa yang terjadi dengan ketidaksetimbangan beban tersebut pada trafo, mengetahui berapa besar rugi-rugi yang terjadi dan diharapkan agar dapat mengantisipasi supaya ketidaksetimbangan beban tersebut bisa diminimalisir.

Berdasarkan uraian diatas sesuai dengan PLN (SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014) mengenai nilai ketidak seimbangan beban, maka diperlukan analisa sistem tenaga listrik untuk

mengetahui berapaketidakseimbangan beban pada transformator distribusi yang berada pada gardu 1A. Maka dari itu penulis berkeinginan untuk menyusun tugas akhir dengan judul “Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Pada Gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug”

METODE PENELITIAN

Pada penelitian penulis mengangkat masalah dengan judul “Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator Diatribusi Pada Gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug” peneliti memberikan batas pada subjek penelitian , yaitu pada perhitungan nilai arus rata-rata, nilai ketidakseimbangan beban dan persentase ketidakseimbangan beban yang kemudian dibandingkan dengan standar PLN (SKEDPLN No.0017.E/DIR/2014). Lokasi penelitian ini dilakukan di Gardu 1A pada transformator A dan transformator B mulai tanggal 5 Juli 2021 sampai dengan tanggal 11 Juli 2021.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif. Alasan penulis memilih metode ini adalah karena metode ini berguna untuk mendapatkan data yang nyata terjadi dilapangan pada saat melakukan penelitian sehingga setelahmendapatkan data kemudian dilakukan analisa. Selain itu juga penelitian deskriptif digunakan dalam penelitian ini karena dipandang sangat tepat sehingga penulis dapat mendeskripsikan berbagai sumber data dan informasi baik itu dari berbagai pendapat ahli dan berdasarkan observasi hasil wawancara yang dapat dijadikan sebagai suatu data yang dapat membantu dalam penelitian ini.

Dalam hal ini penulis menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

1. Wawancara

Teknik pengambilan data ini dipilih karena tidak adanya dokumentasi yang valid. Sehingga dilakukan wawancara dengan penanggung jawab teknisi untuk mendapatkan informasi dan data yang lebih akurat.

2. Observasi

Data yang penulis butuhkan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir ini diantaranya adalah single line diagram, data beban yang terpasang.

3. Melakukan Pengukuran

Metode pengukuran yang digunakan yaitu metode pengukuran *real time*. Dalam pengukuran ini penulis membutuhkan data yaitu arus antar fasa R,S,T. Pengukuran dilakukan pada transformator A dan B pada gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Berikut ini merupakan denah gardu listrik 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug :



Gambar 1. Denah Gardu Listrik 1A
(Sumber : Google Maps)

4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentuk lembar pengamatan (*Observation Sheet*). Alat Ukur yang digunakan dalam pengambilan data adalah *Power Quality Analyzer (PQA) 435*. Pada penelitian ini, parameter yang diukur menggunakan peralatan ini adalah besaran listrik dasar, yaitu arus pada setiap fasa transformator pada gardu 1A.

Setelah memperoleh data dari hasil pengukuran, maka penulis akan membuat tabel yang digunakan untuk mencatat data pengukuran, yaitu tabel yang terdiri dari judul yang berisi nama

transformator, kolom tanggal pengambilan data, kolom waktu pengambilan data, kolom nilai arussekunder (R, S, T).

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data- data yang diinginkan yaitu :

1. Nilai arus rata-rata
2. Ketidakseimbangan beban
3. Persentase ketidakseimbanganbeban

Setelah mendapatkan hasil olah data yang telah dihitung oleh penulis, kemudian dibandingkan dengan standar PLN (SK ED PLN No.0017.E/DIR/2014). Apabila hasil dari variabel memenuhi persyaratan maka transformator masih layak digunakan dan masih dapat ditambah lagi bebannya. Namun apabila datavariabelnya tidak memenuhi syarat maka akan dijadikan petunjuk bagi parateknisi untuk melakukan perawatan pada transformator tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Rio Afrianda,dkk dalam jurnalnya menyatakan bahwa rugi – rugi terjadi akibat adanya arus yang mengalir pada netral, yang mana rugi – rugi terjadi paling tinggi pada waktu malam hari yaitu pada waktu beban puncak, waktu beban puncak adalah waktu dimana pemakaian energi listrik yang meningkat dari waktu siang hari, oleh karena itu pada waktu malam hari nilai ketidakseimbangan beban, rugi – rugi pun ikut meningkat dan nilai efisiensi transformator menurun. Sedangkan menurut hasil perhitungan ketidak seimbangan beban dalm penelitian Julius Sentosa S., dkk diperoleh hasil bahwa baik pada siang hari maupun malam hari, ketidakseimbangan beban cukup tinggi ($> 25\%$), hal ini disebabkan karena penggunaan beban yang tidak merata di antara konsumen.

Ketidakseimbangan beban terjadi karena pembagian beban yang tidak merata antar fasa transformator akibat adanya ketidaksamaan waktu penggunaan beban dan kapasitas beban. Dengan demikian diperlukan pemerataan beban terutama pada trafo 1 WBP menurut Muhammad Abdul L. dan Dian Budhi S. dalam jurnal penelitiannya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh J. Ohoiwutun, dkk. pada penelitian terkait ini, bertujuan untuk mengetahui pembebanan sebuah Transformator distribusi, kemudian dilakukan pemeratan beban dengan memindahkan fasa beban berat ke fasas yang lebih ringan. Menurut Muhammad Nazar P. dkk. Dalam penelitiannya bahwa esarnya ketidakseimbangan pada transformator dapat diperoleh dengan mengetahui arus sekunder trafo, dengan demikian dapat ditentukan nilai arus tiap-tiap fasa.

Pada bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan dari data yang telah diambil oleh penulis pada transformator yang terpasang di gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Proses pengambilan data dilakukan mulai tanggal 28 Juli 2021 sampai dengan tanggal 17 September 2021. Dimana transformator A Gardu 1A dilakukan pengambilan data sebanyak dua kali, yaitu pada tanggal 5 Juli 2021 sampai 11 Juli 2021 dan tanggal 11 September 2021 sampai 17 September 2021. Untuk transformator B Gardu 1A juga dilakukan pengambilan data sebanyak dua kali, yaitu pada tanggal 28 Juni 2022 sampai 4 Juli 2021 dan tanggal 4 September 2021 sampai tanggal 10 September. Dalam proses pengambilan data penulis menggunakan instrumen yaitu Power Quality Analyzer (PQA) 435.

Berikut ini adalah contoh data hasil pengukuran nilai arus pada tanggal 05 Juli 2021 sampai dengan 11 Juli 2021 transformator A yang terletak pada gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug :

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai Arus Pada Tanggal 05 Juli 2021 sampai dengan 11 Juli 2021 Transformator A

Date	Time	R MI N	R AV G	R MA X	S MI N	S AV G	S MA X	T MI N	T AV G	T MAX	N MI N	N AV G	N MA X
07/05/2021	12:57:02 AM.972	89.1	97.5	107.2	57.4	60.7	67.6	85.6	94.7	108.2	9.4	9.5	9.7

07/05/2021	1:57:02 AM.972	85.7	94	107.7	57.3	60.6	68	85.8	92.8	106.7	9.4	9.5	9.6
07/05/2021	2:57:02 AM.972	82.9	91.2	103.9	54.8	60.9	70.8	81.5	92.6	106.4	9.3	9.5	9.6
07/05/2021	3:57:02 AM.972	84.1	89.7	101.4	57.3	61.4	71.5	82	90.2	106	9.3	9.5	9.6
07/05/2021	4:57:02 AM.972	82.2	88.6	98.9	56.1	60.5	69.3	81.6	89.1	102.1	9.4	9.5	9.6
07/05/2021	12:57:02 AM.972	89.1	97.5	107.2	57.4	60.7	67.6	85.6	94.7	108.2	9.4	9.5	9.7

Data hasil pengukuran selanjutnya akan diolah dengan mengolah nilai maksimum setiap fasa transformator pada pengukuran yang telah dilakukan pada transformator A dan transformator B di gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Kemudian melakukan perhitungan standar nilai persentase ketidakseimbangan beban.

Dibawah ini akan dibahas perhitungan persentase ketidakseimbangan menggunakan nilai maksimum setiap fasa pada pengukuran transformator A dan B mulai tanggal 28 Juli sampai dengan tanggal 17 September

1. Transformator A Tanggal 5 Juli sampai 11 Juli

Dibawah ini merupakan nilai arus maksimum pada tanggal 05 Juli 2021 sampai dengan 11 Juli 2021.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai Arus Maksimal Pada Tanggal 05 Juli 2021 sampai dengan 11 Juli 2021 Transformator A

Date	Time	Fasa		
		R Max	S Max	T Max
07/05/2021	12:57:02 AM.972	107.2	67.6	108.2
07/05/2021	1:57:02 AM.972	107.7	68	106.7
07/05/2021	2:57:02 AM.972	103.9	70.8	106.4
07/05/2021	3:57:02 AM.972	101.4	71.5	106
07/05/2021	4:57:02 AM.972	98.9	69.3	102.1

Berikut ini akan dilakukan perhitungan nilai arus rata-rata menggunakan nilai arus maksimum pada tabel IV. 4.

a. Jam 12.57 WIB

$$\begin{aligned}
 I_{rata-rata} &= \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \\
 &= \frac{107.2 + 67.6 + 108.2}{3} \\
 &= 94.33
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan diatas makadidapatkan hasil nilai arus rata-rata sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Arus Rata-rata Pada Tanggal 05 Juli 2021 sampai dengan 11 Juli 2021 Transformator A

NILAI ARUS RATA-RATA							
JAM	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUM'AT	SABTU	MINGGU
12:57:02 AM.972	94.33	94.77	143.47	96.40	99.33	98.27	92.90
1:57:02 AM.972	94.13	95.67	131.77	102.87	96.40	96.90	93.00
2:57:02 AM.972	93.70	94.50	138.37	96.10	94.10	98.27	92.53
3:57:02 AM.972	92.97	94.97	138.80	97.00	95.37	95.93	94.37
4:57:02 AM.972	90.10	93.00	134.53	96.93	95.07	98.13	91.77
5:57:02 AM.972	91.43	92.00	133.10	94.23	93.70	94.00	87.07
6:57:02 AM.972	83.13	82.07	128.83	87.43	84.77	83.93	79.57
7:57:02 AM.972	84.53	80.83	123.30	83.97	88.83	82.00	82.63
8:57:02 AM.972	83.13	94.73	131.47	89.07	99.17	82.37	81.40
9:57:02 AM.972	98.87	105.93	114.43	96.03	97.77	89.00	88.40
10:57:02 AM.972	126.10	147.50	111.63	104.27	108.27	94.20	92.93

Setelah nilai arus rata-rata diperoleh maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai persentase ketidakseimbangan beban menggunakan rumus dibawah ini.

a. Jam 12.57 WIB

$$a = \frac{I_R}{I_{Rata-rata}}$$

$$a = \frac{94.33}{107.2}$$

$$a = 1.14$$

$$b = \frac{I_S}{I_{Rata-rata}}$$

$$b = \frac{94.33}{67.6}$$

$$b = 0.72$$

$$c = \frac{I_T}{I_{Rata-rata}}$$

$$c = \frac{94.33}{108}$$

$$c = 1.15$$

$$\% \text{ Ketidakseimbangan beban} = \frac{(|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|)}{3} \times 100\%$$

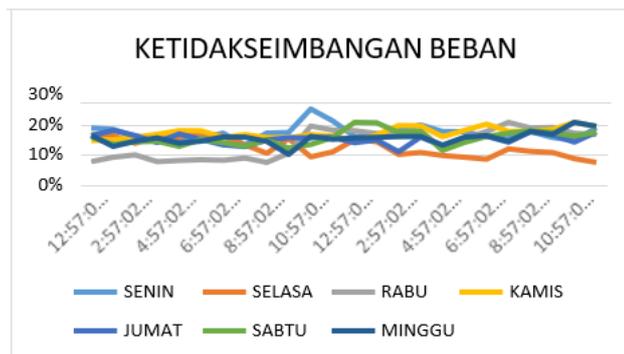
$$= \frac{(|1.14 - 1| + |0.72 - 1| + |1.15 - 1|)}{3} \times 100\% = \frac{(|0.14| + |0.28| + |0.15|)}{3} \times 100\%$$

$$= 18.89\%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan diatas maka didapatkan hasil nilai persentase ketidakseimbangan beban sebagai berikut

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Persentase Ketidakseimbangan Beban Pada Tanggal 05 Juli 2021 sampai dengan 11 Juli 2021 Transformator A

KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN (%)							
JAM	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUM'AT	SABTU	MINGGU
12:57:02 AM.972	18.89%	16.44%	7.79%	14.66%	16.47%	15.92%	16.36%
1:57:02 AM.972	18.51%	16.28%	9.24%	14.88%	18.12%	13.28%	12.62%
2:57:02 AM.972	16.29%	13.76%	10.01%	15.75%	16.44%	14.22%	14.36%
3:57:02 AM.972	15.39%	16.12%	7.78%	16.70%	14.24%	14.41%	15.45%
4:57:02 AM.972	15.39%	15.84%	8.14%	17.90%	16.95%	12.66%	13.71%
5:57:02 AM.972	15.34%	17.03%	8.41%	17.85%	15.15%	15.04%	14.37%
6:57:02 AM.972	17.27%	15.98%	8.21%	15.66%	13.42%	13.93%	15.81%
7:57:02 AM.972	13.28%	13.22%	8.98%	16.57%	12.86%	12.76%	15.76%
8:57:02 AM.972	17.27%	10.51%	7.54%	15.62%	14.97%	14.70%	14.25%
9:57:02 AM.972	17.37%	15.25%	10.51%	15.50%	15.73%	12.06%	9.95%
10:57:02 AM.972	25.17%	9.36%	19.43%	16.60%	15.74%	13.31%	15.95%
11:57:02 AM.972	21.26%	10.95%	18.17%	16.13%	15.87%	15.64%	14.98%
12:57:02 PM.972	16.11%	14.91%	17.96%	14.48%	14.14%	20.68%	15.49%



Gambar II. Grafik Ketidakseimbangan Beban Transformator A Pada Tanggal 05 Juli 2021 Sampai 11 Juli 2021

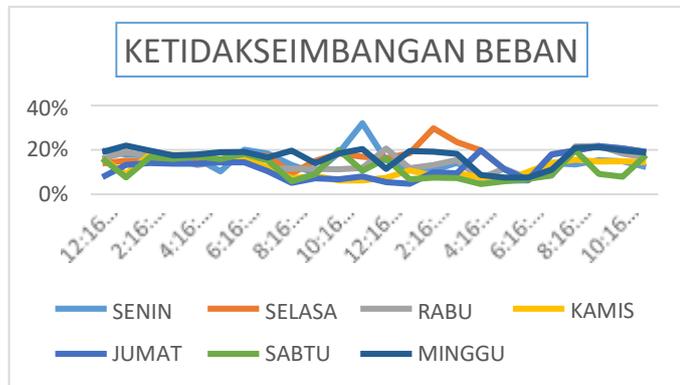
2. Transformator A Tanggal 11 September sampai 17 September

Pengolahan data dibawah ini menggunakan nilai maksimum setiap fasa pada pengukuran tanggal 11 September 2021 sampai dengan 17 September 2021. Dibawah ini merupakan nilai arus maksimum pada tanggal 11 September 2021 sampai dengan 17. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran H.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Nilai Arus Maksimal Pada Tanggal 11 september 2021 sampai dengan 17 september 2021 Transformator A.

Date	Time	Fasa		
		R Max	S Max	T Max
09/11/2021	12:16:24 AM.240	92.6	65	99.5
09/11/2021	1:16:24 AM.240	149.1	124.7	148
09/11/2021	2:16:24 AM.240	97.2	66.6	102.3
09/11/2021	3:16:24 AM.240	99.7	68.2	100.4
09/11/2021	4:16:24 AM.240	100.3	67.1	103.2

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan table IV.6 maka dapat diperoleh hasil nilai arus rata-rata sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Ketidakseimbangan Beban Transformator A Pada Tanggal 11 September 2021 sampai dengan 17 September 2021.

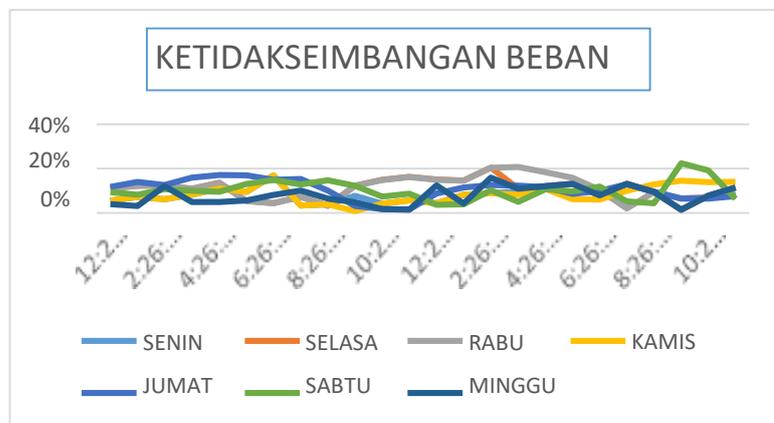
3. Transformator B Tanggal 28 Juni Sampai 4 Juli

Pengolahan data dibawah ini menggunakan nilai maksimum setiap fasa pada pengukuran pada tanggal 28 juni 2021 sampai dengan 04 juli 2021. Dibawah ini merupakan nilai arus maksimum pada tanggal 28 juni 2021 sampai dengan 04 juli 2021. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran I.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Nilai Arus Maksimal Pada Tanggal 28 Juni

Date	Time	Fasa		
		R Max	S Max	T Max
07/05/2021	12:57:02 AM.972	107.2	67.6	108.2
07/05/2021	1:57:02 AM.972	107.7	68	106.7
07/05/2021	2:57:02 AM.972	103.9	70.8	106.4
07/05/2021	3:57:02 AM.972	101.4	71.5	106
07/05/2021	4:57:02 AM.972	98.9	69.3	102.1

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan tabel IV.6 maka dapat diperoleh hasil nilai arus rata-rata sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Ketidakseimbangan Beban Transformator B Pada Tanggal 28 Juni 2021 sampai dengan 04 Juli 2021

4. Transformator B Tanggal 4 September Sampai 10 September

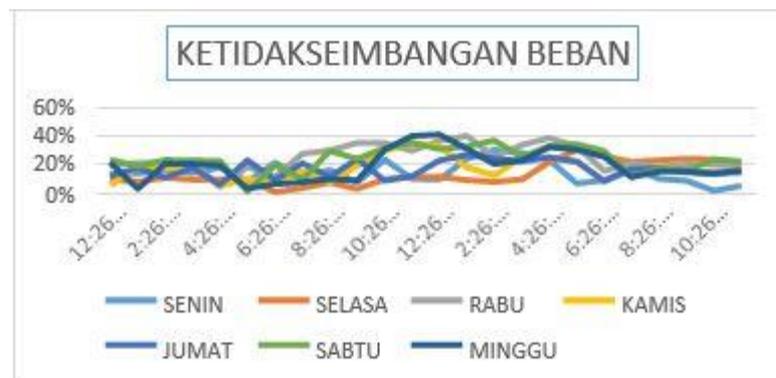
Pengolahan data dibawah ini menggunakan nilai maksimum setiap fasa pada pengukuran pada tanggal 04 September 2021 sampai dengan 10 September 2021. Dibawah ini merupakan

nilai arus maksimum pada tanggal 04 september 2021 sampai dengan 10 september 2021.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Nilai Arus Maksimal Pada Tanggal 04 September 2021 sampai dengan 10 September 2021 Transformator B

Date	Time	Fasa		
		R Max	S Max	T Max
07/04/2021	12:19:02 AM.135	61	33.6	63.4
07/04/2021	1:19:02 AM.135	54.2	36.1	62.4
07/04/2021	2:19:02 AM.135	60.3	33.1	60.9
07/04/2021	3:19:02 AM.135	60.4	33.7	61.9
07/04/2021	4:19:02 AM.135	55,4	31.8	59.2

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dengan cara tabel IV.6 maka dapat diperoleh hasil nilai arus rata-rata sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik Ketidakseimbangan Beban Transformator B Pada Tanggal 04 September 2021 sampai dengan 10 September 2021.

Hasil Analisis

Berdasarkan hasil olah data yang telah dilakukan oleh penulis pada Transformator di gardu 1A Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, maka mendapatkan hasil bahwa :

1. Trrasformator A 05 juli 2021 sampai dengan 11 juli 2021
 - a. Nilai persentase ketidakseimbangan bebanselama 24 jam memiliki perbedaan disetiap jamnya.
 - b. Terdapat perbedaan nilai persentase ketidakseimbangan beban pada hari senin sampai dengan hari minggu.
 - c. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi berada pada tanggal 05 juli 2021 dengan nilai 25.17 %.
2. Transformator A 11 september 2021 sampai dengan 17 september 2021
 - a. Nilai persentase ketidakseimbangan beban selama 24 jam memiliki perbedaan disetiap jamnya.
 - b. Terdapat perbedaan nilai persentase ketidakseimbangan beban pada hari senin sampai dengan hari minggu.
 - c. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi berada pada tanggal 13 September 2021 dengan nilai 31.96 %.
3. Transformator B 28 juni 2021 sampai dengan 04 juli 2021
 - a. Nilai persentase ketidakseimbangan beban selama 24 jam memiliki perbedaan disetiap jamnya.
 - b. Terdapat perbedaan nilai persentase ketidakseimbangan beban pada hari senin sampai

- dengan jumat dengan hari minggu.
- c. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi berada pada tanggal 29 juni 2021 dengan nilai 25.73 %.
4. Transformator B 04 September 2021 sampai dengan 10 juli 2021
 - a. Nilai persentase ketidakseimbangan beban selama 24 jam memiliki perbedaan disetiap jamnya.
 - b. Terdapat perbedaan nilai persentase ketidakseimbangan beban pada hari senin sampai dengan jumat dengan hari minggu.
 - c. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi berada pada tanggal 08 september 2021 dengan nilai 40.87 %.

KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pengambilan data, pengolahan data, serta analisis data pada bab sebelumnya, maka selanjutnya pada hasil penelitian ini akan disampaikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa pada bab sebelumnya, terlihat bahwa nilai persentase ketidakseimbangan beban selama 24 jam pada gardu 1A memiliki perbedaan disetiap jamnya.
2. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi transformator A pada pengukuran tanggal 05 juli 2021 sampai dengan 11 juli 2021 sebesar 25.17 %. Sesuai dengan SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014, nilai persentase ketidakseimbangan beban berada pada kriteria kurang. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi transformator A pada pengukuran tanggal 11 september 2021 sampai dengan 17 September 2021 sebesar 31.96%. Sesuai dengan SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014, nilai persentase ketidakseimbangan beban berada pada kriteria buruk. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi transformator B pada pengukuran tanggal 28 juni 2021 sampai dengan 04 Juli 2021 sebesar 25.73%. Sesuai dengan SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014, nilai persentase ketidakseimbangan beban berada pada kriteria buruk. Nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi transformator B pada pengukuran tanggal 04 September 2021 sampai dengan 10 Juli 2021 sebesar 40.87 %. Sesuai dengan SK ED PLN No. 0017.E/DIR/2014, nilai persentase ketidakseimbangan beban berada pada kriteria buruk.
3. Pada hari kerja yaitu senin sampai dengan jumat, nilai persentase ketidakseimbangan beban tertinggi berada pada tanggal 08 September 2021 yaitu sebesar 40.87%. Dan untuk hari libur persentase ketidakseimbangan beban terendah berada pada tanggal 04 Juli 2021 yaitu sebesar 1.38%.

DAFTAR PUSTAKA

- E. Energy, 2021 "Gardu Distribusi." <https://Ezkhelenergy.Blogspot.Com/2013/10/GarduDistribusi.Html>
- E. Julianto. 2016. *Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) Cabang Pontianak*. Jurusan Tekeknik Elektro Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat.
- G. A. K. Sari, 2018. "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi Studi Kasus Pada PT. PLN (Persero) Rayon Blora," Jawa Tengah.
- Hidayat, S. Legino, And N. F. Mulyanti. 2018. *Penyeimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Distribusi Cd 33 Penyulang Sawah Di PT PLN (Persero) Area Bintaro*. J. Ilm. Sutet, Vol. 8, No. 1, Art. No. 1, Doi:10.33322/Sutet
- J. S. Setiadji, T. Machmudsyah, Y. Isnanto, dan J. Siwalankerto. 2006. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi*," vol. 6, no. 1, pp. 68–73.

- Julius S.S., Tabrani M. dan Yanuar I. 2006. *Pengaruh Ketidakseimbangan Bebban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi*. 1 Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra Surabaya. Jawa Timur.
- Kadir. 2000. *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- M. Abdul L., Dian Budhi S., 2022. *Analisis Ketidakseimbangan Transformator Untuk Identifikasi Bebban Lebih Gardu E308*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang. Jawa Barat.
- M. Nazar P., Maimun, Zamzami, 2019. *Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Transformator Distribusi MA 01 Pada Penyulang LQ 6 Gardu Induk Bayu*. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh.
- M. S. Egi Suyandi, Safriyudin, 2017. *Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Area Rayon Yogyakarta Kota Di PT . PLN (Persero) APJ Gedong Kuning Yogyakarta 2*. Yogyakarta.
- Malik dan M. H. Mulyawan, 2021. *Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi ULP Panakkukang*. Makassar, Sulawesi Selatan.
- PLN (Sk Ed Pln No. 0017.Edir.2014. *‘Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset’*).
- Rio A., Afifah A.N.H. dan Samsurizal. 2020. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi Studi Gardu PT PLN (Persero Area Bekasi)*. Teknik Elektro Institut Teknologi PLN. Jakarta.
- Slamet Suropto. 2017. *Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Z. Syaroni And T. Rijanto. 2019. *Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 Kv Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah*. Jurusan Teknik Elektro, Vol. 8, No. 1, Art. No. 1,
- Z. Tharo, A. D. Tarigan dan R. Pulungan. *Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik*. Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panc abudi, Indonesia.