

# Transformer Capacity Analysis of The SN Feeder

Analisa Kemampuan Kapasitas Transformator Daya Terhadap Penyulang SN

Rivel R. Lewan, Lily S. Patras, Glanny M. Ch. Mangindaan

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mail: : [rivellean@gmail.com](mailto:rivellean@gmail.com), [lilyspatras@unsrat.ac.id](mailto:lilyspatras@unsrat.ac.id), [glannym@unsrat.ac.id](mailto:glannym@unsrat.ac.id)

Received: 5 January 2025; revised: 25 February 2025; accepted: 1 April 2025

**Abstract** — Power transformers are critical components in electrical distribution systems, serving to transmit electrical energy from substations to end-users. This study aims to analyze the load-handling capability of Power Transformer Unit 1 at the Paniki Substation in accommodating loads from feeders SN1 through SN5. The method involves collecting current and voltage data from the five feeders during February 2024, followed by load calculations compared against the transformer's rated capacity of 30 MVA. The results show that the total load reached 28.693 MVA, equivalent to approximately 95.7% of the transformer's capacity, which exceeds the optimal loading threshold of 80%. This indicates that the transformer is operating near its maximum capacity, potentially affecting system reliability. It is recommended to optimize the tap changer settings or consider upgrading the transformer capacity to maintain efficient and stable power distribution.

**Key words** — Efficiency Transformer, Power Transformer, Load Analysis, Transformer Capacity.

**Abstrak** — Transformator daya merupakan alat yang penting dalam sistem distribusi tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi dari gardu induk ke pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan kapasitas transformator daya unit 1 di Gardu Induk Paniki dalam menangani beban dari penyulang SN1 hingga SN5, yang berlokasi di Paniki Atas, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data arus dan tegangan dari kelima penyulang selama bulan Februari 2024, kemudian dilakukan perhitungan beban dan dibandingkan dengan kapasitas nominal transformator sebesar 30 MVA. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pembebanan total mencapai 28,693 MVA atau sekitar 95,7% dari kapasitas trafo, yang melebihi batas optimal pembebanan sebesar 80%. Kondisi ini menunjukkan bahwa transformator berada dalam kondisi hampir jenuh, yang dapat berdampak terhadap keandalan sistem distribusi. Disarankan untuk melakukan pengaturan tap changer atau mempertimbangkan peningkatan kapasitas transformator guna menjaga kualitas penyaluran daya listrik secara berkelanjutan.

**Kata kunci** — Analisis Beban, Efisiensi Transformator, Transformator daya, kapasitas trafo

## I. PENDAHULUAN

Jaringan tenaga listrik adalah suatu sistem penyedia energi yang melibatkan sejumlah pembangkit listrik atau pusat tenaga, yang saling terhubung melalui saluran transmisi menuju pusat beban atau jaringan distribusi. Sistem ini terbagi menjadi tiga

komponen utama, yaitu pembangkit listrik, jaringan transmisi, dan sistem distribusi. Fungsi dari sistem distribusi adalah menyalurkan energi listrik dari gardu induk hingga mencapai konsumen atau titik beban. Gardu Induk Paniki adalah salah satu Gardu Induk yang berada di Kota Manado, Sulawesi Utara. Gardu Induk Paniki melayani beberapa wilayah di sekitarnya. Termasuk Penyulang SN 1, SN 2 sampai SN 5 yang mencakup area Paniki.

Bertambahnya pertumbuhan penduduk maka pengguna atau pelanggan energi listrik juga bertambah sehingga dapat berdampak terhadap pembebanan pada setiap Transformator, begitu juga yang terjadi pada Transformator Daya Unit 1 Gardu Induk Paniki yang bertambahnya penduduk di area Paniki. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mendalam tentang Kemampuan Kapasitas Trafo unit 1 Gardu Induk Paniki untuk mengetahui apakah sudah mencukupi kebutuhan konsumen secara efisien dan efektif.

### A. Transformator

Transformator adalah salah satu peralatan yang ada system tenaga listrik yang berfungsi mengubah tegangan atau arus listrik AC dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. Pada penggunaan system tenaga listrik, Transformator digunakan untuk menyalurkan tegangan atau daya dari tegangan tinggi ketegangan rendah maupun sebaliknya (MentransformasikanTegangan). Transformator terdiri dari dua atau lebih kumparan yang membungkus inti besi feromagnetik

Kumparan-kumparan tersebut biasanya satu sama lain tidak hubungkan dengan sumber listrik AC (kumparan primer) dan kumparan yang lain mensuplai listrik ke beban (kumparan sekunder). Kumparan primer mengalirkan arus listrik masukan sedangkan kumparan sekunder mengalirkan arus listrik keluar.

### B. Prinsip Kerja Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip hukum induksi Faraday dan hukum Lorentz dalam proses penyaluran daya. Ketika arus bolak-balik mengalir melalui kumparan yang melingkari inti besi, inti tersebut akan berubah menjadi medan magnet. Jika medan magnet ini dikelilingi oleh lilitan kawat, maka akan timbul tegangan listrik atau beda potensial pada kedua ujung lilitan tersebut.

### C. Karakteristik Transformator

Transformator merupakan perangkat listrik yang bersifat statis dan berfungsi untuk mengubah tingkat tegangan arus bolak-balik (AC) dari satu nilai ke nilai lainnya menggunakan mekanisme induksi elektromagnetik, tanpa memengaruhi frekuensinya. Prinsip kerja ini menjadikan transformator sebagai komponen vital dalam sistem tenaga listrik, khususnya dalam tahap transmisi dan distribusi energi.

#### 1) Bekerja dengan Arus Bolak-Balik (AC)

Transformator hanya dapat berfungsi pada arus bolak-balik (AC) karena prinsip kerjanya bergantung pada perubahan fluks magnetik yang menginduksi tegangan pada kumparan sekunder. Dalam arus searah (DC), fluks magnetik bersifat konstan sehingga tidak terjadi induksi. Oleh karena itu, transformator tidak dapat digunakan dalam rangkaian DC (Suganda, 2016).

#### 2) Transfer Energi melalui Induksi Elektromagnetik

Energi listrik pada transformator dipindahkan dari kumparan primer ke kumparan sekunder tanpa sambungan langsung, melainkan melalui medan magnet yang berubah-ubah pada inti besi. Medan magnet ini menyebabkan terjadinya gaya gerak listrik (ggl) induksi di kumparan sekunder (Pabla, 2012).

#### 3) Perbandingan Tegangan dan Lilitan

Salah satu karakteristik penting transformator adalah bahwa tegangan output ditentukan oleh perbandingan jumlah lilitan antara kumparan primer dan sekunder. (Theraja & Theraja, 2011).

#### 4) Efisiensi Tinggi

Transformator dikenal memiliki efisiensi tinggi, umumnya antara 95% hingga 99%. Hal ini disebabkan tidak adanya bagian yang bergerak, sehingga kerugian mekanis sangat kecil. Kerugian yang tetap ada mencakup rugi tembaga (copper loss) akibat tahanan kawat, dan rugi inti (iron loss) yang mencakup rugi histeresis dan arus eddy (Bimbhra, 2015).

#### 5) Frekuensi Tetap

Frekuensi listrik tidak berubah setelah melewati transformator. Frekuensi keluaran sama dengan frekuensi masukan karena transformator tidak mempengaruhi siklus perubahan arus AC (Hambley, 2011). Di Indonesia, sistem kelistrikan umumnya menggunakan frekuensi standar 50 Hz.

#### 6) Tanggapann terhadap Beban (Voltage Regulation)

Tegangan sekunder dari transformator dapat mengalami penurunan (drop) ketika beban meningkat. Karakteristik ini dikenal dengan istilah regulasi tegangan, yang harus dijaga seminimal mungkin agar performa sistem tetap stabil dan andal (Suganda, 2016).

#### 7) Impedansi Internal

Setiap transformator memiliki impedansi internal yang berperan dalam membatasi arus hubung singkat serta menahan lonjakan arus awal. Nilai impedansi ini penting dalam desain sistem proteksi, terutama pada transformator daya besar (Pabla, 2012)

#### 8) Sistem Pendinginan

Karena transformator menghasilkan panas selama operasi, dibutuhkan sistem pendingin seperti pendinginan udara (air cooling) atau pendinginan minyak (oil-immersed cooling), tergantung pada kapasitas dan lokasi pemasangan. Pendinginan

ini penting untuk menjaga suhu operasi tetap stabil dan memperpanjang umur isolasi trafo (Theraja & Theraja, 2011).

#### 9) Kapasitas Daya dalam VA/kVA/MVA

Transformator dinilai berdasarkan daya semu (apparent power) dalam satuan VA, kVA, atau MVA. Daya semu digunakan karena transformator mentransfer baik daya aktif (Watt) maupun daya reaktif (VAR), terutama dalam sistem AC tiga fasa (Bimbhra, 2015)

### D. Komponen-Komponen Pada Transformator

#### 1) Inti Besi

Komponen pertama ini berperan penting dalam memfasilitasi jalur bagi fluks magnetik yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui kumparan. Inti besi biasanya dibuat dari lapisan-lapisan tipis baja yang disusun secara berlapis untuk membatasi arus eddy dan mengurangi pemanasan berlebih. Struktur berlapis ini sekaligus bertindak sebagai isolator termal guna meningkatkan efisiensi kerja trafo.

#### 2) Kumparan Transformator

Kumparan pada transformator merupakan lilitan kawat konduktor yang dilengkapi dengan bahan isolasi. Kumparan ini dibedakan menjadi kumparan primer dan kumparan sekunder. Dalam penerapannya, setiap lilitan diisolasi secara menyeluruh baik dari inti besi maupun antar kumparan, menggunakan bahan padat seperti karton isolasi, pertinaks, atau bahan isolator lainnya untuk memastikan keamanan dan mencegah terjadinya hubung singkat.

#### 3) Minyak Transformator

Minyak transformator adalah salah satu elemen penting yang perlu perhatian khusus. Minyak ini berfungsi ganda, yaitu sebagai media pendingin dan sebagai bahan isolator cair. Kemampuannya dalam menghantarkan panas dan menahan tegangan tinggi membuatnya sangat penting, terutama dalam transformator daya berkapasitas besar. Dalam penggunaannya, kumparan dan inti besi trafo biasanya terendam seluruhnya dalam minyak untuk mencegah kerusakan akibat suhu berlebih.

#### 4) Bushing

Bushing merupakan penghubung antara bagian dalam trafo khususnya kumparan dengan sistem kelistrikan eksternal. Selain berfungsi sebagai jalur konduktif, bertindak sebagai pemisah antar konduktor listrik dan tangki trafo. Dengan dilapisi isolator khusus, bushing membantu mencegah terjadinya hubungan singkat antara kawat bertegangan dan badan tangki transformator, sekaligus menjaga integritas isolasi sistem.

#### 5) Tangki Konservator

Tangki konservator berfungsi sebagai ruang cadangan untuk menampung minyak transformator dan uap yang timbul akibat pemanasan selama proses kerja. Di antara tangki konservator dan badan utama trafo biasanya dipasang alat yang disebut Buchholz relay. Alat ini berguna untuk mendeteksi gas yang dihasilkan dari degradasi minyak, yang bisa menjadi indikator awal adanya kerusakan internal pada trafo.

#### 6) Tap Changer

Tap changer merupakan perangkat yang digunakan untuk menyesuaikan posisi tap atau titik sadapan pada kumparan trafo. Tujuannya adalah untuk mempertahankan kestabilan

tegangan keluaran meskipun terjadi variasi beban pada sistem. Umumnya, tap changer dipasang pada sisi tegangan tinggi dari trafo dan dapat dioperasikan dalam kondisi berbeban (on-load) maupun tanpa beban (off-load), tergantung pada jenis tap changer yang digunakan.

7) *Dehydrating Breather*

Untuk menjaga kualitas minyak trafo, interaksi langsung dengan udara luar harus dihindari sebisa mungkin. Hal ini karena udara mengandung uap air yang bisa merusak sifat isolatif minyak secara perlahan. Oleh karena itu, dehydrating breather digunakan pada bagian konservator untuk menyaring udara yang masuk, dengan cara menyerap kelembapan agar minyak tetap terlindungi dari kontaminasi

8) *Indikator*

Agar kinerja transformator dapat dipantau selama beroperasi, diperlukan adanya sejumlah indikator yang terpasang pada perangkat tersebut. Beberapa indikator penting tersebut meliputi:

- indikator suhu minyak
- indikator permukaan minyak
- indikator sistem pendingin
- indikator kedudukan tap.

9) *Pendingin*

Suhu pada transformator selama beroperasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kualitas tegangan dari jaringan, rugi-rugi daya (losses) pada transformator itu sendiri, serta kondisi suhu lingkungan sekitar. Jika suhu operasional meningkat secara berlebihan, isolasi berbahan kertas di dalam transformator dapat mengalami kerusakan. Oleh sebab itu, sistem pendinginan yang optimal sangat dibutuhkan. Minyak isolasi dalam transformator tidak hanya berperan sebagai bahan isolator, tetapi juga berfungsi sebagai media pendingin untuk menjaga kestabilan suhu.

10) *Peralatan Proteksi*

Proteksi pada trafo daya sangat penting untuk menjaga keamanan dan keandalan operasi sistem tenaga listrik. Proteksi ini bertujuan untuk mendeteksi gangguan atau kondisi

abnormal dan mengambil tindakan (seperti pemutusan) sebelum terjadi kerusakan serius.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Wilayah paniki lebih tepat Gardu Induk Paniki. Sistem Minahasa memiliki diagram satu garis, dimana gambar dari sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 1. Gardu Induk Paniki melayani beberapa Penyulang yang ada di wilayah paniki dan tergolong Gardu Induk konvensional. Transformator daya yang di Gardu Induk ini terdiri dari 2 buah unit yang melayani beberapa penyulang. Dan yang menjadi objek dari penelitian ini adalah Transformator daya unit 1 30 MVA GI Paniki, dan name plate daritrafo ini dapat dilihat pada gambar 2.

A. *Data Pemeliharaan Trafo*

Data yang di ambil merupakan data Arus dan Tegangan listrik pada penyulang SN1 sampai SN5 yang di GI paniki pada bulan Februari tahun 2024 yang dapat di lihat pada Tabel I.

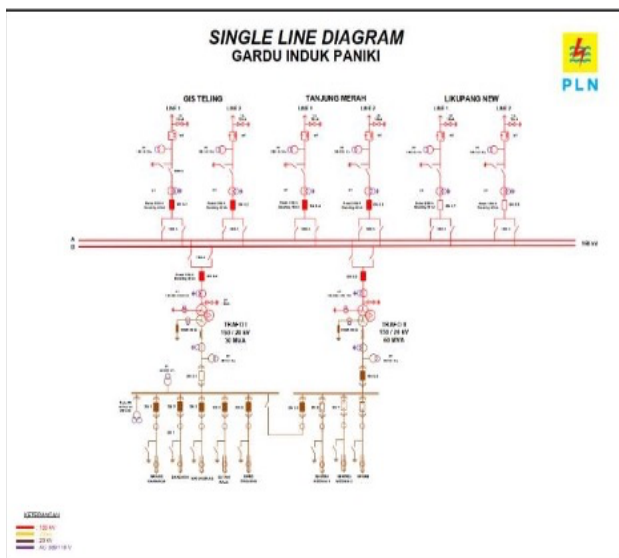
B. *Perhitungan-perhitungan*

Untuk dapat menghitung beban dengan menggunakan persamaan:

$$p = \sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot I \tag{1}$$

TABEL I  
SPESIFIKASI NAMA/PLATE TRAFU DAYA UNIT

Nomor Seri	33173810001
Tahun Produksi	2012
Fasa	3
Frekuensi	50 Hz
Daya Nominal	30 MVA
Pendingin	ONAN /ONAF
Tipe luar ruangan	Layanan Berkelanjutan



Gambar 1. Single Line Diagram GI Paniki



Gambar 2. Nameplate Trafo Daya Unit 1 GI Paniki

Diketahui:

- $p$  : Daya Trafo (KV)
- $V_{L-L}$  : Tegangan antar fase (KV)
- $I$  : Arus (A)

maka dapat dihitung :

SN 1

- Dik :  $R_s$  : 20,8       $IR$  : 196,5
- $ST$  : 20,8       $IS$  : 196,5
- $TR$  : 20,8       $IT$  : 196,5

$$V_{L-L} = \frac{20,8 + 20,8 + 20,8}{3} = \frac{62,4}{3} = 20,8$$

$$I = \frac{196,5 + 196,5 + 196,5}{3} = \frac{589,5}{3} = 196,5$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 20,8 \cdot 196,5 = 7,079 \text{ MVA}$$

SN 2

- Dik :  $R_s$  : 20,8       $IR$  : 196,5
- $ST$  : 20,8       $IS$  : 196,5
- $TR$  : 20,8       $IT$  : 196,5

$$V_{L-L} = \frac{20,8 + 20,8 + 20,8}{3} = \frac{62,4}{3} = 20,8$$

$$I = \frac{174 + 174 + 174}{3} = \frac{522}{3} = 174$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 20,8 \cdot 174 = 6,628 \text{ MVA}$$

SN 3

- Dik :  $R_s$  : 20,8       $IR$  : 127,5
- $ST$  : 20,8       $IS$  : 127,5
- $TR$  : 20,8       $IT$  : 127,5

$$V_{L-L} = \frac{20,8 + 20,8 + 20,8}{3} = \frac{62,4}{3} = 20,8$$

TABEL II  
ARUS PADA PENYULANG SN1-SN5 BULAN FEBRUARI

FEBRUARI														
SN 1			SN2			SN 3			SN 4			SN 5		
AMP			AMP			AMP			AMP			AMP		
R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T
200	200	200	229	229	229	125	125	125	115	115	115	154	154	154
202	202	202	264	264	264	218	218	218	236	236	236	161	161	161
198	198	198	260	260	260	116	116	116	114	114	114	152	152	152
205	205	205	247	247	247	107	107	107	106	106	106	139	139	139
176	176	176	201	201	201	90	90	90	95	95	95	92	92	92
201	201	201	198	198	198	104	104	104	109	109	109	128	128	128
198	198	198	171	171	171	170	170	170	125	125	125	156	156	156
193	193	193	194	194	194	164	164	164	111	111	111	144	144	144
205	205	205	244	244	244	134	134	134	116	116	116	158	158	158
199	199	199	229	229	229	127	127	127	111	111	111	146	146	146
179	179	179	208	208	208	114	114	114	95	95	95	136	136	136
186	186	186	208	208	208	105	105	105	104	104	104	143	143	143
175	175	175	210	210	210	96	96	96	103	103	103	141	141	141
179	179	179	217	217	217	90	90	90	98	98	98	113	113	113
198	198	198	260	260	260	178	178	178	118	118	118	145	145	145
191	191	191	229	229	229	99	99	99	114	114	114	152	152	152
195	195	195	252	252	252	98	98	98	112	112	112	161	161	161
193	193	193	234	234	234	104	104	104	102	102	102	114	114	114
193	193	193	255	255	255	120	120	120	115	115	115	156	156	156
189	189	189	221	221	221	119	119	119	110	110	110	141	141	141
205	205	205	133	133	133	168	168	168	120	120	120	225	225	225
205	205	205	128	128	128	161	161	161	115	115	115	229	229	229
203	203	203	215	215	215	124	124	124	122	122	122	212	212	212
210	210	210	224	224	224	132	132	132	115	115	115	222	222	222
200	200	200	210	210	210	129	129	129	122	122	122	208	208	208
218	218	218	243	243	243	135	135	135	119	119	119	225	225	225
201	201	201	220	220	220	128	128	128	119	119	119	218	218	218
209	209	209	239	239	239	130	130	130	125	125	125	213	213	213
201	201	201	236	236	236	115	115	115	230	230	230	207	207	207
218	218	218	264	264	264	218	218	218	236	236	236	229	229	229

TABEL III  
TEGANGAN PADA BULAN FEBRUARI

FEBRUARI		
KV		
RS	ST	TR
20.7	20.7	20.7
21	21	21
20.9	20.9	20.9
21	21	21
21	21	21
21	21	21
21	21	21
20.6	20.6	20.6
20.7	20.7	20.7
20.8	20.8	20.8
20.8	20.8	20.8
20.9	20.9	20.9
21	21	21
21	21	21
20.8	20.8	20.8
20.9	20.9	20.9
20.9	20.9	20.9
20.8	20.8	20.8
20.8	20.8	20.8
20.8	20.8	20.8
20.8	20.8	20.8
20.8	20.8	20.8
20.9	20.9	20.9
21	21	21
21	21	21
21	21	21
20.8	20.8	20.8
21.0	21.0	21.0

$$I = \frac{127,5 + 127,5 + 127,5}{3} = \frac{382,5}{3} = 127,5$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 20,8 \cdot 127,5 = 4,593 \text{ MVA}$$

SN 4

Dik :  $R_s : 20,8$        $IR : 120,5$   
 $ST : 20,8$        $IS : 120,5$   
 $TR : 20,8$        $IT : 120,5$

$$V_{L-L} = \frac{20,8 + 20,8 + 20,8}{3} = \frac{62,4}{3} = 20,8$$

$$I = \frac{120,5 + 120,5 + 120,5}{3} = \frac{361,5}{3} = 120,5$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 20,8 \cdot 120,5 = 4,341 \text{ MVA}$$

SN 5

Dik :  $R_s : 20,8$        $IR : 165,5$   
 $ST : 20,8$        $IS : 165,5$   
 $TR : 20,8$        $IT : 165,5$

$$V_{L-L} = \frac{20,8 + 20,8 + 20,8}{3} = \frac{62,4}{3} = 20,8$$

$$I = \frac{165,5 + 165,5 + 165,5}{3} = \frac{496,5}{3} = 165,5$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 20,8 \cdot 165,5 = 5,962 \text{ MVA}$$

Persamaan (2) digunakan untuk mengetahui persentase kemampuan transformator tersebut.

TABEL IV  
 BEBAN PENYULANG

Beban Penyulang				
SN1	SN2	SN3	SN4	SN5
7,079 MVA	6,628 MVA	4,593 MVA	4,341 MVA	5,962 MVA

$$s = \frac{P}{MVA_{base}} 100\% \tag{2}$$

Diketahui:

$s$  : persentase Kapasitas Trafo (%)  
 $P$  : Total Beban (MVA)  
 $MVA_{base}$  : kapasitas maksimal Trafo

Dari name Plate kapasitas transformator daya sebesar 30 MVA. Berdasarkan dari jumlah perhitungan beban yang ada maka dapat di hitung:

$$7,079 + 6,628 + 4,593 + 4,431 + 5,962 = 28,693$$

$$\frac{28,693}{30} \cdot 100\% = 0,95 \cdot 100\% = 95,33 \%$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan beban berdasarkan data yang ada mulai dari tgl 1 sampai 29 dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan Hasil perhitungan Kapasitas Transformator berdasarkan data yang ada dapat di lihat pada Tabel 5.

Dari hasil yang diperoleh, pembebanan pada Trafo Daya unit 1 Gardu Induk Paniki sudah mencapai 28,693 MVA dan untuk Total Persentasenya 95,7% yang sudah menunjukkan batas atas dari beban yang harus tanggung oleh sebuahTrafo yaitu 80%.

Untuk itu diperlukan penanganan sebagai berikut :

- Apabila Trasformator yang menjadi objek penelitian ini menggunakan Tap Changer maka dilakukan perubahan Tapping ke tap yang lebih tinggi sehingga diperoleh penyaluran yang sesuai dengan standart
- Cara kedua yaitu dengan mengupgrade kemampuan atau kapasitas Transformator untuk transformator yang tidak menggunakan tap changer.

### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Karena apabila transformator ini terus digunakan menanggung beban akan menuju pada kegagalan total karena pada beban nmencaipai 80% lebih akan mengalami pemanasan lebih dan berdampak pada kertas isolasi

Berdasarkan analisis pembebanan pada trafo daya unit 1, untuk sementara trafo masih mampu menangani beban, namun sudah melewati batas kapsitas optimalnya. Penting untuk melakukan pemantauan beban secara berkala dan mengoptimalkan tap changer guna menjaga stabilitas tegangan. Sangat di rekomendasikan memepertimbangkan atau mengupgrade Trafo jika proyeksi kenaikan beban berkelanjutan..

TABEL V  
 PERSENTASE BEBAN YANG DI TANGGUNG

Presentase Kapasita Trafoterrhadap Beban		
Total Beban	Kapasitas Maksimu Beban	Total Persentase Bebam Yang Di Tanggung
28,603 MVA	30 MVA	95,3%

## KUTIPAN

- [1] M. Solossa and H. Tasmono, “ANALISA EFISIENSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI GARDU INDUK BABADAN SIDOARJO,” *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 1330–1338, 2023, doi: 10.46306/tgc.v3i2.
- [2] A. Monica Putri, P. Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Ji Medan-Banda Aceh Km, and B. Mangat, “STUDI PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR 66 MVA DI PLTMG SUMBAGUT 2 PEAKER 250 MW,” *J. TEKTR*, vol. 4, no. 2, p. 118, 2020.
- [3] H. Setijasa, dan Triyono, J. Teknik Elektro, and P. Negeri Semarang Ji Sudarto, “PERHITUNGAN EFISIENSI TRANSFORMATOR,” 2023.
- [4] M. Avif, A. H. Andriawan, and G. Dimas Prenata, “ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DAYA 300 KVA DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PT. SIER,” 2022
- [5] S. Bahri, R. Gianto, M. Iqbal Arsyad, P. Studi Teknik Elektro, and J. Teknik Elektro, “Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak.”
- [6] R. Dwijayanti and T. Elektro, “PREDIKSI PEMBEBANAN PENYULANG TRANSFORMATOR DISTRIBUSI GARDU INDUK PETROKIMIA DENGAN METODE NONLINEAR AUTOREGRESSIVE NEURAL NETWORK (NARNN) Subuh Isnur Haryudo.”
- [7] R. Mahendra, A. Hiendro, P. Studi Teknik Elektro, and J. Teknik Elektro, “ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI DAN UMUR TRANSFORMATOR PADA PLTU BENGKAYANG  $2 \times 50$  MW PT. PLN (PERSERO) UPK SINGKAWANG.” Accessed: May 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/transformator/>
- [8] C. Bayu Pamungkas and I. Gatut Budiono, “ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500 KVA PT. POS INDONESIA SPP SURABAYA.”
- [9] H. Arif and E. B. Wahyono, “PENGARUH BEBAN PUNCAK TERHADAP EFISIENSI TRAFU DAYA”.
- [10] M. R. Hidayat and I. Fadilah, “Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi Di PT. PLN (Persero) UP3 Garut,” *SUTET*, vol. 13, no. 1, pp. 1–12, Jul. 2023, doi: 10.33322/sutet.v13i1.1799.
- [11] M. R. Firmansyah, G. Budiono, and R. S. Widagdo, “Pengaruh Beban Puncak Terhadap Efisiensi Transformator 60 MVA di GIS 150/20 kV Simpang,” 2024.
- [12] S. Pamungkas, “ANALISIS PENGARUH BEBAN PUNCAK TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR 60 MVA
- [13] T. M. Asyadi and F. Moesnadi, “Volume 4 Nomor 2 Juli 2022”. 150/20KV UNIT 1 DAN 2 DI GARDU INDUK KALIWUNGU.”
- [14] C. S. M. 'Ahmad Nurhakim, “Transformator: Pengertian, Prinsip Kerja, Karakteristik, Hingga Contoh Soal,” Quipper Blog. Accessed: May 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/transformator/>
- [15] Risma Saputri, “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Transformator,” KAPITAREK. Accessed: May 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.kapitareka.com/artikel/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-efisiensi-transformator/>

**Rivel Rian Lewan** adalah anak tunggal yang lahir di Kotamobagu pada 1 November 2000. Pendidikan dasar penulis dimulai di SD GMIM TUMPENGAN pada tahun 2006- 2012. Kemudian dilanjutkan ke SMPN 8 Manado pada tahun 2012-2015 dan SMKN 1 Manado pada tahun 2015-2018.



Pada tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikannya di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado. Pada tahun 2020, penulis memilih konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik. Selama masa kuliah, penulis aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Elektro Unsrat. Selain itu, penulis juga melaksanakan kegiatan magang Di Bandara Sam Ratulangi. Pada tahun 2022, penulis menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado dengan penelitian berjudul "Analisa Kemampuan Transformator Daya Unit 1 Terhadap Penyulang SN1-SN5 Gardu Induk paniki.