

SKRIPSI
IDENTIFIKASI KONDISI OPERASI TRANSFORMATOR
DAYA SEBAGAI UPAYA DETEKSI DINI SEBELUM
TERJADINYA *OVERLOAD* PADA GARDU INDUK 150 KV



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program
Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

Rahmad Zikri

132022066

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026

SKRIPSI
IDENTIFIKASI KONDISI OPERASI TRANSFORMATOR DAYA
SEBAGAI UPAYA DETEKSI DINI SEBELUM TERJADINYA
OVERLOAD PADA GARDU INDUK 150 KV



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
24 Agustus 2026

Di persiapkan dan Disusun Oleh
RAHMAD ZIKRI

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Sofiah, S.T., M.T.
NIDN. 0209047302

Penguji 1

Muhammad Hurairah, S.T., M.T.
NIDN. 0228098702

Pembimbing 2

Fadnah, S.T., M.T.
NIDN. 0215089003

Penguji 2

Asri Indah Lestari, S.T., M.T.
NIDN. 0230129701



H. A. Juwandi, M.T.
NIDN. 0202026502



Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs.
NIDN. 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 10 Juni 2026

A handwritten signature in black ink is written over a yellow rectangular revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem on the right and the text "METERAI TEMPEL" and "C9AOX159487458" on the left.

METERAI
TEMPEL
C9AOX159487458

Rahmad Zikri

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

PERSEMBAHAN

1. Segala puji dan syukur kupersembahkan kepada Allah SWT, Tuhan yang telah menguatkan langkah ketika kaki hampir berhenti, menerangi jalan ketika arah terasa samar, dan menghadirkan kemudahan di balik setiap kesulitan. Atas izin, rahmat, dan pertolongan-Nya, perjalanan panjang ini akhirnya sampai pada sebuah titik yang dahulu hanya berani kubayangkan dalam doa.
2. Karya sederhana ini kupersembahkan kepada kedua orang tuaku tercinta, rumah pertama dan tempat pulang yang tak pernah meminta apa-apa selain melihatku bahagia. Terima kasih atas doa yang diam-diam dilangitkan, pengorbanan yang tak pernah diperhitungkan, serta cinta yang tak pernah mengenal batas. Jika hari ini aku sampai di sini, maka ada doa kalian yang lebih dahulu mengetuk pintu langit.
3. Kepada kakakku tercinta, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidupku dan menjadi salah satu alasan untuk terus tumbuh menjadi pribadi yang lebih baik. Semoga pencapaian kecil ini menjadi kebahagiaan sederhana yang dapat kita rayakan bersama.
4. Kepada *Grup Ingpo*, Farhan Zaldi, Fathiah Dwi Zalsa, dan ayuk Riska Okta Amelia, terima kasih telah menjadi bagian dari cerita yang mungkin sederhana, tetapi selalu memiliki tempat di ingatan. Terima kasih untuk setiap kabar, percakapan, candaan, dan kebersamaan yang hadir di sela-sela perjalanan. Ada orang-orang yang tidak selalu berjalan di samping kita, tetapi kehadirannya tetap membuat perjalanan terasa lebih berarti. Kalian adalah salah satu bagian kecil yang membuat perjalanan ini memiliki lebih banyak warna.
5. Kepada keluarga *Info Loker*, Mujibburrahman, Baizuhrah Putih Balqis, Berliansyah Putra, Miftah Nazhiroh, Bunga Anggun Pratiwi, Muliyah Hidayah, dan Monika Putri Anggraini, terima kasih telah menjadi bagian indah dari masa SMA yang tidak akan terulang. Kita mungkin telah tumbuh menuju jalan masing-masing, tetapi tawa, cerita, dan kebersamaan yang pernah kita miliki akan selalu menjadi bagian dari perjalanan hidup yang layak dikenang.

6. Kepada teman seperjuangan, terkhusus Sugeng Saputra dan Moh Fajar Assidiqi, terima kasih telah berjalan bersama melewati lelah, tawa, kebingungan, dan berbagai perjuangan selama masa perkuliahan. Kelak ketika semuanya telah menjadi kenangan, semoga kita selalu mengingat bahwa pernah ada masa ketika kita berjuang bersama untuk sampai pada hari ini.
7. Kepada almamater tercinta, terima kasih telah menjadi tempat di mana aku belajar, bertumbuh, jatuh, bangkit, dan menemukan arti dari sebuah perjuangan. Di tempat inilah sebagian masa mudaku kutitipkan, bersama mimpi-mimpi yang perlahan mulai menemukan jalannya.
8. Dan terakhir, kepada diriku sendiri, sang ultraman yang Bernama Rahmad zikri terima kasih karena telah bertahan. Terima kasih telah tetap melangkah ketika lelah, tetap mencoba ketika ragu, dan tetap percaya ketika semuanya terasa sulit. Hari ini mungkin bukan akhir dari perjalanan, tetapi sebuah bukti bahwa aku pernah hampir menyerah, namun memilih untuk tetap berjalan hingga akhirnya sampai.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Kondisi Operasi Transformator Daya Sebagai Upaya Deteksi Dini Sebelum Terjadinya *Overload* pada Gardu Induk 150 kV” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Elektro.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi penulisan maupun isi pembahasan. Namun berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Sofiah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
2. Ibu Fadilah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan saran dalam penyusunan skripsi ini. Ibu Sofiah, S.T, M.T dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi.

Serta penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

7. Kedua orang tua tercinta serta keluarga besar yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, dan kasih sayang yang tiada henti kepada penulis
Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan bagi pembaca, khususnya dalam bidang sistem tenaga listrik dan transformator daya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan penulisan di masa yang akan datang.

Palembang, 10 Juni 2026

Rahmad Zikri
(132022066)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi operasi Transformator Daya I sebagai upaya deteksi dini sebelum terjadinya *overload* pada Gardu Induk 150 kV Keramasan. Transformator yang menjadi objek penelitian memiliki kapasitas 100 MVA dengan tegangan 150/70 kV. Data yang digunakan merupakan data operasional selama periode pengamatan dengan waktu pencatatan pukul 18.00 WIB. Parameter yang dianalisis meliputi daya aktif, daya reaktif, persentase pembebanan, arus, tegangan, dan temperatur minyak transformator. Persentase pembebanan dihitung berdasarkan daya semu yang diperoleh dari hubungan daya aktif dan daya reaktif, kemudian dibandingkan dengan kapasitas nominal transformator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase pembebanan berada pada rentang 32,57%–45,49%, dengan nilai rata-rata 38,37%. Arus sisi 150 kV memiliki nilai rata-rata 71,06 A, sedangkan temperatur minyak berada pada kisaran 52–61°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Transformator Daya masih berada dalam kondisi operasi normal dan belum menunjukkan indikasi *overload*. Pemantauan parameter operasi secara berkala dapat digunakan sebagai upaya deteksi dini untuk mengetahui perubahan kondisi transformator sebelum mencapai kapasitas nominal.

Kata kunci: Transformator Daya, Pembebanan, *Overload*, Daya Semu, Deteksi Dini.

ABSTRACT

This study aims to identify the operating condition of Power Transformer I as an early detection effort before the occurrence of overload at the 150 kV Keramasan Substation. The transformer under study has a capacity of 100 MVA with a voltage ratio of 150/70 kV. The data used in this study consist of operational data recorded at 18:00 WIB during the observation period. The analyzed parameters include active power, reactive power, loading percentage, current, voltage, and transformer oil temperature. The loading percentage was calculated based on apparent power obtained from the relationship between active and reactive power and then compared with the nominal transformer capacity. The results showed that the transformer loading percentage ranged from 32.57% to 45.49%, with an average value of 38.37%. The average current on the 150 kV side was 71.06 A, while the transformer oil temperature ranged from 52–61°C. These results indicate that Power Transformer remained in a normal operating condition and showed no indication of overload. Periodic monitoring of operating parameters can be used as an early detection effort to identify changes in transformer conditions before reaching its nominal capacity.

Keywords: Power Transformer, Loading, Overload, Apparent Power, Early Detection.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Pembahasan	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Transformator Daya	5
2.1.1. Konstruksi Daya Transformator.....	6
2.2. Gardu Induk 150 kV	13
2.3. Prinsip Kerja Transformator	13
2.4. Rangkaian Ekuivalen Transformator	14
2.5. Bentuk Lilitan Transformator	16
2.6. Pembebanan Transformator	17
2.6.1. Beban Normal	20
2.6.2. <i>Overload</i> Transformator	21
2.6.3. Ketidakseimbangan Beban Transformator.....	23
2.7. Kondisi Operasi Transformator	24
2.7.1. Kondisi Operasi Normal	26
2.7.2. Kondisi Operasi Waspada	26
2.7.3. Kondisi Operasi Mendekati <i>Overload</i>	27
2.8. Parameter Identifikasi Kondisi Operasi Transformator.....	28
2.8.1. Arus Beban.....	30
2.8.2. Persentase Pembebanan	30
2.8.3. Temperatur Minyak Transformator	31
2.9. Deteksi Dini <i>Overload</i> Transformator	32
2.9.1. Tujuan Deteksi Dini <i>Overload</i>	33
2.9.2. Indikator Deteksi Dini <i>Overload</i>	34
2.9.3. Tindakan Preventif Berdasarkan Hasil Identifikasi	34
2.10. Sistem Pendingin Transformator	34
2.11. Standar IEEE dan IEC	35
2.11.1. Standar IEEE C57.91-2021	36
2.11.2. Standar IEC 60076-7.....	36

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	37
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	38
3.3. Data dan Sumber data penelitian.....	39
3.4. Variabel Penelitian.....	40
3.4.1. Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	41
3.4.2. Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	42
3.4.3. Hubungan Antar Variabel.....	42
3.5. Metode Analisis Data	43
BAB 4 PERHITUNGAN, HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Data Penelitian	44
4.1.1. Deskripsi Transformator Daya Gardu Induk 150 kV.....	44
4.1.2. Data Operasional Transformator.....	47
4.2. Perhitungan Penelitian.....	48
4.2.1. Perhitungan Persentase Pembebanan.....	48
4.2.2. Analisis Nilai Rata-rata Pembebanan Transformator.....	50
4.2.3. Analisis Nilai Pembebanan Maksimum dan Minimum Transformator.....	51
4.2.4. Analisis Tren Perubahan Pembebanan Transformator	52
4.3. Analisa Arus Beban Transformator	54
4.4. Identifikasi Kondisi Operasi Transformator.....	56
4.5. Upaya Deteksi Dini Sebelum Terjadinya <i>Overload</i>	58
4.6. Analisis dan Pembahasan Kondisi Operasi Transformator	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Transformator Daya.....	5
Gambar 2. 2 Inti Besi	7
Gambar 2. 3 Lilitan Primer	8
Gambar 2. 4 Lilitan Sekuder	9
Gambar 2. 5 Minyak Transformator	10
Gambar 2. 6 Tangki Transformator	10
Gambar 2. 7 Bushing	11
Gambar 2. 8 Konsektor	12
Gambar 2. 9 Rangkaian Ekuivalen Trafo Daya	15
Gambar 2.10 Lilitan Transformator	17
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian	37
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Transformator Objek Penelitian	45
Gambar 4.2 Single line diagram Transformator 150/70 kV 100 MVA.....	46
Gambar 4.3 Persentase Pembebanan Transformator.....	53
Gambar 4.4 Diagram Arus Beban Sisi 150 kV	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Transformator Daya 150 kV Bulan Mei (18.00 WIB).....	47
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan Transformator.	49
Tabel 4.3 Hasil Analisis Persentase Pembebanan Transformator.....	50
Tabel 4.4 Hasil Analisis Pembebanan Maksimum dan Minimum Transformator.	51
Tabel 4.5 Data Arus Beban Sisi 150 kV Transformator Daya	54
Tabel 4.6 Hasil Analisis Arus Beban Transformator.	55
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Identifikasi Kondisi Operasi Transformator.	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Transformator daya merupakan salah satu peralatan utama dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari satu tingkat tegangan ke tingkat tegangan lainnya melalui prinsip induksi elektromagnetik. Pada sistem tenaga listrik, transformator memiliki peranan penting dalam proses transmisi dan distribusi energi listrik agar penyaluran daya dapat dilakukan secara efisien dengan rugi-rugi daya yang kecil. Oleh karena itu, keandalan transformator daya sangat mempengaruhi kontinuitas dan kualitas penyaluran energi listrik kepada konsumen (Suganda & Muis Abdul, 2022)

Gardu Induk 150 kV, transformator daya untuk menurunkan tegangan dari sistem transmisi menuju sistem distribusi sesuai kebutuhan jaringan tenaga listrik. Transformator daya bekerja secara terus-menerus mengikuti perubahan kebutuhan beban listrik. Seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik pada sektor industri, perkantoran, dan rumah tangga, pembebanan transformator juga mengalami peningkatan. Kondisi tersebut menyebabkan transformator sering bekerja mendekati kapasitas nominal bahkan mengalami *overload* pada saat beban puncak (IEEE, 2021).

Dalam praktik pengoperasian gardu induk, kondisi *overload* umumnya tidak terjadi secara tiba-tiba, tetapi diawali oleh peningkatan pembebanan yang berlangsung secara bertahap. Perubahan tersebut dapat diketahui melalui beberapa parameter operasi transformator, seperti persentase pembebanan, arus beban, temperatur minyak, temperatur lilitan, dan temperatur titik panas (*hot-spot temperature*). Parameter-parameter tersebut dapat dimanfaatkan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi operasi transformator sehingga potensi *overload* dapat dideteksi lebih awal sebelum mencapai kondisi yang membahayakan.

Deteksi dini terhadap kondisi operasi transformator menjadi salah satu langkah penting dalam upaya pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*). Melalui identifikasi kondisi operasi secara berkala, operator gardu

induk dapat mengetahui apakah transformator masih berada pada kondisi normal, mendekati batas operasi, atau telah memasuki kondisi yang memerlukan tindakan pengamanan. Dengan demikian, tindakan preventif seperti redistribusi beban, pengaturan operasi sistem, maupun penjadwalan pemeliharaan dapat dilakukan sebelum terjadi *overload* yang berpotensi menyebabkan gangguan pada transformator.

Gardu Induk 150 kV Keramasan merupakan salah satu gardu induk yang memiliki peranan penting dalam sistem penyaluran tenaga listrik di wilayah Sumatera Selatan. Sebagai pusat penyaluran energi listrik menuju berbagai pusat beban, transformator daya di gardu induk tersebut dituntut mampu beroperasi secara kontinu dengan tingkat keandalan yang tinggi. Oleh karena itu, pemantauan terhadap kondisi operasi transformator menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa transformator tetap bekerja dalam batas operasi yang aman sesuai standar yang berlaku.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi operasi transformator daya sebagai upaya deteksi dini terhadap potensi *overload* pada Gardu Induk 150 kV. Identifikasi dilakukan melalui analisis parameter operasi transformator, meliputi tingkat pembebanan dan temperatur operasi, kemudian dibandingkan dengan batas operasi yang direkomendasikan dalam standar IEEE C57.91-2021 dan IEC 60076-7. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi operasi transformator serta menjadi dasar dalam pelaksanaan tindakan preventif guna menjaga keandalan transformator dan kontinuitas penyaluran tenaga listrik.

1.2. Tujuan Pembahasan

Pembahasan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi operasi transformator daya pada Gardu Induk 150 kV berdasarkan pembebanan dan temperatur. Analisis dilakukan untuk mengetahui tingkat pembebanan, mengidentifikasi potensi *overload*, serta menentukan langkah deteksi dini agar kondisi transformator tetap aman dan andal.

1. Bagaimana kondisi operasi transformator daya pada Gardu Induk 150 kV berdasarkan parameter pembebanan dan temperatur operasi?

2. Bagaimana tingkat pembebanan transformator daya dibandingkan dengan kapasitas nominalnya berdasarkan standar IEEE C57.91-2021 dan IEC 60076-7?
3. Apakah kondisi operasi transformator daya menunjukkan indikasi yang berpotensi menyebabkan *overload*?
4. Bagaimana hasil identifikasi kondisi operasi transformator dapat digunakan sebagai upaya deteksi dini sebelum terjadinya *overload* pada transformator daya?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi operasi transformator daya pada Gardu Induk 150 kV melalui analisis pembebanan dan temperatur. Tujuan penelitian ini meliputi:

1. Mengidentifikasi kondisi operasi transformator daya pada Gardu Induk 150 kV berdasarkan parameter pembebanan dan temperatur operasi.
2. Menganalisis tingkat pembebanan transformator daya terhadap kapasitas nominal berdasarkan standar IEEE C57.91-2021 dan IEC 60076-7.
3. Menentukan potensi terjadinya *overload* berdasarkan hasil identifikasi kondisi operasi transformator daya.
4. Memberikan rekomendasi sebagai upaya deteksi dini untuk mencegah terjadinya *overload* sehingga keandalan operasi transformator daya tetap terjaga.

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi dari setiap bab sehingga memudahkan pembaca dalam memahami pembahasan penelitian. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Pada bab ini dijelaskan alasan dilaksanakannya penelitian mengenai identifikasi kondisi operasi transformator

daya sebagai upaya deteksi dini sebelum terjadinya *overload* pada Gardu Induk 150 kV.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian, meliputi pengertian transformator daya, prinsip kerja transformator, konstruksi transformator, sistem pendingin, karakteristik pembebanan transformator, parameter kondisi operasi, *overload* pada transformator, deteksi dini kondisi operasi, serta standar IEEE C57.91-2021 dan IEC 60076-7 yang digunakan sebagai acuan dalam analisis. Selain itu, bab ini juga memuat penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian, sumber dan teknik pengumpulan data, variabel penelitian, prosedur penelitian, diagram alir penelitian (*flowchart*), serta metode analisis data yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi operasi transformator daya berdasarkan parameter pembebanan dan temperatur operasi.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari data operasi transformator daya di Gardu Induk 150 kV Keramasan. Analisis dilakukan terhadap tingkat pembebanan dan temperatur operasi transformator, kemudian dibandingkan dengan batas operasi yang ditetapkan dalam standar IEEE C57.91-2021 dan IEC 60076-7 untuk mengidentifikasi kondisi operasi transformator serta mendeteksi potensi terjadinya *overload*. Hasil analisis selanjutnya dibahas untuk memberikan gambaran mengenai kondisi operasi transformator dan rekomendasi sebagai upaya deteksi dini sebelum terjadinya *overload*.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai masukan bagi pengelola sistem tenaga listrik maupun peneliti selanjutnya dalam mengembangkan penelitian mengenai identifikasi kondisi operasi transformator daya dan deteksi dini potensi *overload*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alice. (2005). *Energy Management Association of the Philippines University of the Philippines Alliance to Save Energy*. Alliance to Save Energy / Energy Management Association of the Philippines. www.enmap.org.ph
- Chapman Stephen J. (2021). *Electric Machinery Fundamentals* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Fitzgerald Et Al. (2020). *Analysis Effect Loading Of Power Transformers At The Sawangan Substation*.
- Fofana, & Hadjadj. (2018). *Power Transformer Diagnostics, Monitoring And Design Features: 11(12)*. Energies. [Www.Mdpi.Com/Journal/Energies](http://www.mdpi.com/Journal/Energies)
- Hutauruk. (2020). Analisa Kualitas Tahanan Isolasi Transformator Daya.
- J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, & Thomas J. Overbye. (2012). *Power System Analysis And Design. In Cengage Learning (Si Edition). Cengage Learning*.
- Jeckson. (2022). Analisis Dampak *Overload* Transformator Terhadap Kualitas Daya Gardu K622 Penyulang Pelangi Pt. Pln (Persero) Ulp Karang. In Jurnal Ilmiah Teknik Elektro (Vol. 4).
- Lesniewska, E. (2024). *Problems During The Design And Testing Of Instrument, Special And Power Transformers: 17(2)*. Energies.
- Mutiar. (2023). *Analisa Efisiensi Transformator Penyulang Yang Dipengaruhi Oleh Ketidakseimbangan Beban Menggunakan Aplikasi Etap 12.6.0*.
- Rusliadi, Yualianto La Elo, Husnah, N., Lembang, N., & Hr, H. (2026). Evaluasi Kinerja Transformator Distribusi: Ketidakseimbangan Beban Pada Siang Dan Malam Hari. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (Elkom)*, 8(1). <https://doi.org/10.32528/Elkom.V8i1.3956>
- S. V. Kulkarni, & S. A. Khaparde. (2012). *Transformer Engineering: Design, Technology, And Diagnosticssecond Edition*. Crc Press.
- Sirima Bily, Ph.D, M. C. M. G., & Mt, S. P. S. L. (2022). *Analisa Transformator Di Gardu Induk Sawangan Terhadap Pengaruh Pembebanan*.
- Suganda, & Muis Abdul. (2022). *Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Masa Pakai Transformator Di Pt. Pjb Ubj O&M Pltmg Arun*.

- Surya Darma. (2022). *Analisis Ketidak Seimbangan Beban Transformator Daya 30 Mva 70/20 Kv Pt.Pln (Persero) Ultg Lahat Surya Darma*.
- Wayan Sugara Yasa. (2023). *Mengatasi Overload Pada Transformator Gardu Distribusi Dengan Metode Uprating*. 8(2).
- Yansuri, D. S., Putra, D. E., & Firdaus, M. (2022). *Jurnal Teknik Elektro Pemasangan Relai Over Load Sheeding (Ols) Pada Transformator Daya 30 Mva*.
- IEC. (2017). *Power Transformers – Part 7: Loading Guide For Oil-Immersed Power Transformers*. IEC 60076-7. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- IEEE. (2021). *IEEE Guide For Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers And Step-Voltage Regulators*. IEEE Standard C57.91-2021.