

**ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN
TERHADAP KINERJA TRANSFORMATOR DAYA
PADA PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK GANDUS 150 kV**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh :

RAFFLY AFREDO

1702230046

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

**ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN
TERHADAP KINERJA TRANSFORMATOR DAYA
PADA PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK GANDUS 150 kV**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh :



RAFFLY AFREDO

1702230046

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Raffly Afredo
NIM : 1702230046
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Kinerja
Transformator Daya Pada PT. PLN (Persero) Gardu
Induk Gandus 150 kV.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama, maka hal tersebut dijadikan referensi dan masukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan dan menerima sanksi berdasarkan Undang - undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, April 2022
Penulis,

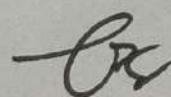


LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Raffly Alfredo
NIM : 1702230046
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Pembebatan Terhadap Kinerja
Transformator Daya Pada PT. PLN (Persero) Gardu
Induk Gandus 150 kV.

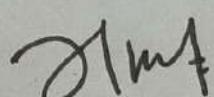
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Ir. H. Herman, MT.

Pembimbing II,

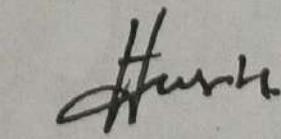


Dina Fitria, ST., MT.

Mengetahui :

Program Studi

Ketua,



M. Husni Syahbani, ST., MT.



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- *Janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati, sebab kamu orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang yang beriman. – (QS Ali Imran : 139)*
- *Kunci sukses hidup ini, terlalu banyak tidur dan bermalas - malasan bukanlah solusi, teruslah berjuang tanpa kenal lelah dan letih, buktikan pada dirimu sendiri, jangan pernah berharap untuk bisa dipuji, ingatlah hidup hanya satu kali, jangan menua tanpa arti. - Afredoran*

Kepersembahan untuk :

- Allah SWT dan Agamaku (Islam)
- Kedua Orang Tuaku (Tercinta)
- Saudara Kandungku
- Pasangan Hidup (Kekasihku)
- Orang yang mendoakanku
- Almamaterku

ABSTRAK

Penelitian transformator daya perlu diketahui agar besar beban yang terpasang tidak melewati kapasitasnya, karena akan berpengaruh pada kinerja dan kehandalan dalam penyaluran energi listrik. Oleh karena itu perhitungan terhadap kinerja transformator daya 60 MVA pada GI Gandus harus diperhatikan. Dengan menganalisa perhitungan Efisiensi, Arus Beban Nol, Rugi – rugi Beban Penuh pada Transformator. Nilai yang di dapat sesuai dengan SPLN sebagai acuannya. Dari hasil perhitungan di dapat Arus Beban Nol 0,04%, Rugi Beban Penuh 13,32 kW, Efisiensi Transformator 99,7% masih dalam keadaan standar PLN. Sedangkan Perhitungan Beban dengan Metode Analisis Regresi Linier pada Transformator, berdasarkan data beban puncak pada tahun 2019 – 2021 Prediksi beban dari tahun 2022 – 2026. Hasil perhitungan di dapat persentase beban pada tahun 2022 sebesar 35,3 MVA atau 58,8%. Pada tahun 2026 beban sebesar 51,1 MVA atau 85,1% beban tersebut termasuk beban berat, dan sudah melewati standar PLN. Berdasarkan hasil perhitungan hingga tahun 2026 nilai kinerja Transformator menurut efisiensi sebesar 98,9%. ternyata pertumbuhan beban sangat berpengaruh pada kemampuan kinerja transformator yang akan datang dengan kenaikan persentasi sebesar 7,5% pertahun.

Kata Kunci : *Transformator Daya, Kinerja, Pembebanan.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya Sehingga penyusunan skripsi ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak sehingga semua kendala tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP Selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak M.Husni Syahbani, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang.
4. Bapak Ir. H. Herman, MT. Selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Ibu Dina Fitria, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Seluruh Dosen/Staff Tata Usaha Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik Elektro serta Civitas Akademika Universitas Tridinanti Palembang yang telah memberi bimbingan selama masa studi.
7. PT. PLN (Persero) P3B Sumatera, Unit Pelayanan Transmisi (UPT) Palembang di Gardu Induk Gandus 150 kV sebagai Tempat pengambilan data dan seluruh pihak PT. PLN (Persero) yang terkait dalam pembuatan skripsi ini.

8. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Zulyadin dan Ibu Umi Kalsum yang sangat saya cintai yang tidak pernah lelah mendoakan dan mendukung saya dalam segala hal termasuk penyusunan skripsi ini.
9. Saudara kandung saya Alm M.Romadhon dan Heru Anggara yang telah membantu saya menyelesaikan skripsi ini.
10. Pasangan saya Wiwin Nadhiroh, sebagai support sistem yang telah mendukung dan menemani selama proses penyelesaian skripsi ini.
11. Kerabat saya Rahmat hidayatullah dan teman khususnya Teknik Elektro Angkatan 2017.
12. Berbagai Pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu namun berkontribusi membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan walaupun penulis telah berusaha dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan penyusunan dan penulisan skripsi ini. Harapan penulis, informasi dari skripsi ini mampu memberikan manfaat untuk penulis dan pembaca.

Palembang, April 2022
Penulis

Raffly Alfredo

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMPAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TRANSFORMATOR DAN PEMBEBANAN	4
2.1 Transformator	4
2.1.1 Prinsip Kerja Transformator	5
2.2 Jenis-jenis Transformator	7
2.2.1 Transformator Pasangan Kumparan.....	7
2.2.2 Transformator Berdasarkan Fungsi.....	7
2.3 Bagian-bagian Utama Transformator Daya	9
2.3.1 Peralatan Bantu Transformator Daya.....	10
2.4 Transformator Tanpa Beban	12
2.4.1 Transformator Dalam Keadaan Berbeban.....	13
2.5 Rugi-rugi Pada Transformator	15
2.5.1 Rugi Tembaga (Pcu)	15

2.5.2 Rugi Besi atau Rugi Inti	15
2.5.3 Rugi Arus EDDY (Pe)	16
2.5.4 Rugi Beban Penuh.....	16
2.5.5 Efisiensi Transformator.....	16
2.6 Persamaan Regresi Linier Sederhana	18
2.6.1 Nilai Rating Kapasitas Trafo Daya	19
 BAB III TRANSFORMATOR DAYA GI GANDUS.....	20
3.1 Data Transformator Daya	20
3.2 Single Line Diagram	21
3.3 Karakteristik Transformator Daya 1	22
3.4 Data Pembelahan Transformator Daya 1	23
3.5 Data SPLN	24
 BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA.....	25
4.1 Perhitungan Arus Beban Nol	25
4.2 Perhitungan Rugi Beban Penuh	27
4.3 Perhitungan Efisiensi Transformator	30
4.4 Perhitungan Regresi Linier Trafo	33
4.4.1 Perhitungan Efisiensi Trafo Fungsi Regresi Linier.....	33
4.5 Analisa Perhitungan	37
4.5.1 Analisa Perhitungan Arus Beban Nol	37
4.5.2 Analisa Perhitungan Rugi Beban Penuh	37
4.5.3 Analisa Perhitungan Efisiensi Transformator	38
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
 DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai rating trafo daya	19
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator 60 MVA.....	22
Tabel 3.2 Data Nameplate Transformator 60 MVA	22
Tabel 3.3 Data Logsheet Trafo 28 Sept 2021	23
Tabel 3.4. Data Hasil Rugi Tembaga dan Inti Trafo.....	23
Tabel 3.5. Spesifikasi Trafo SPLN	24
Tabel 3.6. Konstanta Sisi Sekunder Jenis Trafo	24
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan Transformator.....	32
Tabel 4.2 Perhitungan Variabel X Y.....	33
Tabel 4.3 Hasil Prediksi Pembebanan.....	35

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Prinsip Hukum Elektromagnetik	4
Gambar 2.2 Elektromagnetik pada trafo	5
Gambar 2.3 Type inti (Core inti).....	9
Gambar 2.4 Type cangkang (Shell type).....	10
Gambar 2.5 Keadaan transformator tanpa beban	12
Gambar 2.6 Keadaan transformator berbeban	13
Gambar 2.7 Ilustrasi Garis Regresi Linier	18
Gambar 3.1 Single Line Diagram Trafo Daya GI Gandus	21

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 SPLN 61 : 1997
- Lampiran 2 Tabel Spesifikasi Transformator SPLN
- Lampiran 3 Transformator Daya 60 MVA dan Nameplate
- Lampiran 4 Single Line Diagram GI Gandus
- Lampiran 5 Data Pembebanan (Logsheets) Tanggal 24 – 30 Sep 2021
- Lampiran 6 SK Judul,Surat Pengantar Fakultas
- Lampiran 7 Surat Izin Pengambilan Data PT. PLN
- Lampiran 8 Kartu Bimbingan Skripsi
- Laampiran 9 Saran-saran Hasil seminar Pra Skripsi dan Sidang Sarjana

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator daya merupakan suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, lalu kemudian di salurkan ke gardu induk sebab itu transformator daya memegang peranan penting untuk penyaluran energi listrik.

Gardu induk gandus memiliki kapasitas *transformator daya* $2 \times 60 \text{ MVA}$, kapasitas tersebut untuk menyalurkan energi listrik yang sangat dibutuhkan pada masyarakat sekitar. Untuk menunjang permintaan energi listrik yang terus meningkat harus diimbangi dengan peningkatan kualitas dari energi listrik yang di salurkan, persoalan yang menjadi perhatian yaitu *transformator daya*.

Berdasarkan data yang dimiliki gardu induk gandus mulai beroperasi sejak 30 November 2016, pada saat beroperasi ternyata pertumbuhan beban menunjukkan terjadi kenaikan beban yang terus meningkat setiap tahunnya sampai tahun 2021. Memperhatikan kondisi tersebut, untuk mengatasi pertumbuhan beban yang terus meningkat maka di perlukan analisis pertumbuhan beban karena di khawatirkan akan terjadi penurunan terhadap kinerja transformator daya di masa yang akan datang. Dari permasalahan di atas penulis mengambil judul skripsi berikut “**Analisis Pengaruh Pembebaan Terhadap Kinerja Transformator Daya Pada PT. PLN (Persero) Gardu Induk Gandus 150kV.**

1.2 Rumusan Masalah

Dari beberapa permasalahan yang terjadi penulis merumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan kinerja dari transformator daya 60 MVA pada saat beban terus meningkat, dilihat dari efisiensi transformator, arus beban nol transformator, rugi beban penuh serta rugi tembaga dan inti pada transformator daya ?
2. Bagaimana perkiraan pertumbuhan beban pada tahun 2022 - 2026 berdasarkan data beban dengan menggunakan analisis regresi linier terhadap kapasitas dan kemampuan transformator daya ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, penulis membatasi permasalahan yang ada agar penulisannya tidak terlalu luas dan ruang lingkup menjadi jelas, pembahasan di fokuskan pada beberapa masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan hanya difokuskan pada 1 trafo yaitu *transformator daya 1* dengan kapasitas 60 MVA pada sisi 150/20 kV di Gardu Induk Gandus.
2. Perhitungan kinerja transformator daya meliputi pada arus beban nol, rugi-rugi beban penuh, rugi-rugi tembaga serta rugi-rugi inti transformator daya dan efisiensi transformator daya.
3. Perhitungan perkiraan pertumbuhan beban dari tahun 2022 sampai 2026, dengan menggunakan metode analisis regresi linier terhadap kinerja efisiensi transformator daya.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui apakah *kinerja transformator daya 1* 60 MVA masih dalam keadaan sesuai standar yang ditentukan atau harus dilakukan pemeliharaan lebih lanjut dan juga untuk mengetahui mengetahui *perkiraan beban* serta kemampuan kinerja transformator daya hingga tahun 2026 dengan metode analisis regresi linier.

1.5 Manfaat Penelitian

Faedah yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis

Penulis diharapkan bisa mendapatkan pengetahuan dari penulisan ini dan menambah wawasan mengenai analisis kemampuan pada transformator daya di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Gandus 150 kV.

2. Bagi PT. PLN (Persero)

PLN Diharapkan bisa menggunakan data tersebut untuk memberi masukan dan penjelasan terhadap pihak terkait, mengenai kemampuan kinerja transformator daya pada Gardu Induk 150 kV di wilayah Gandus berdasarkan data pertumbuhan beban yang terjadi dan untuk mengetahui kemampuan transformator daya 1 kapasitas 60 MVA di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Tobing, Bonggas L. (2003). *Gambar dan pengertian GI, Jenis GI, Gambar dan Fungsi Peralatan GI*. Jakarta. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Rojaq, Muhammad. (2017). *Macam macam Komponen Gardu Induk*. Surabaya. Jurnal Ilmiah Politeknik Elektronika Negeri.
- Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga PT.PLN (Persero). (2014). *Gambar dan pengertian trafo, jenis trafo berdasarkan fungsi*. Jakarta.
- Linsley, Trevor. (2004). *Instalasi Listrik Dasar Tingkat Lanjut, Edisi Ketiga*. Bahasan Konstruksi Trafo. Terbitan Erlangga.
- Warsito, Djoko, Ir. (1986). *Prinsip Kerja Transformator*. Jakarta. CV. Baru.
- Arismunandar, A, Dr. Dkk. (2004). Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik, Jilid II, Saluran Transmisi,Cetakan Ke 7. Jakarta. PT. Pradnya Paramitha.
- Putra, Jimmy, Trio. Dkk. (2021). *Peramalan Beban Pada Gardu Induk Mantingan Dalam Penentuan Kapasitas Transformator Dengan Metode Regresi Linier*. Yogyakarta. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro. Univ Gadjah Mada.
- Standar PLN (SPLN). (61 : 1997). *Spesifikasi Transformator Tenaga Tegangan Tinggi*. Jakarta.