

SKRIPSI

**PERHITUNGAN NILAI HARMONIK PADA TRANSFORMATOR
20kV DI GARDU INDUK GANDUS**



**Diajukan Sebagai Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Diprogram Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh

VICKY PURNOMO

132016043

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2021

SKRIPSI
PERHITUNGAN NILAI HARMONIK PADA TRANSFORMATOR
20kV DI GARDU INDUK GANDUS



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
20 Agustus 2021

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

VICKY PURNOMO

132016043

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Wiwin A. Oktaviani, ST., M.Sc

NIDN. 0002107302

Pembimbing 2

Taufik Barlian, ST., M.Eng

NIDN. 0218017202

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. K. S. Ahmad/Roni, M.T., IPM

NIDN. 0227077004

Penguji 1

Eliza Yuniarti, ST., M.Eng

NIDN. 0209026201

Penguji 2

Sofiah, ST., MT

NIDN. 0209047302

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Taufik Barlian, S.T., M.Eng

NIDN. 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu 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 didalam daftar pustaka.

Palembang, 19 Agustus 2021



Vicky Purnomo
Vicky Purnomo

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Jadilah seperti karang di lautan yang kuat dihantam ombak dan kerjakanlah hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, karena hidup hanyalah sekali. Ingat hanya pada Allah apapun dan di manapun kita berada dan kepada Dia-lah tempat meminta dan memohon”.

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung,

Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak”.

“Berangkat dengan penuh keyakinan,

Berjalanlah dengan penuh keikhlasan”.

“Yakin... Ikhlas... dan Istiqomah”.

Ku Persembahkan untuk:

- ❖ Allah S.W.T
- ❖ Nabi Muhammad S.A.W
- ❖ Kedua orang tuaku (Bapak Suwandi dan Ibu Sriyanti)
- ❖ Kakak perempuanku yang pertama (Novilia S.Pd.i)
- ❖ Kakak perempuanku yang kedua (Eli Ermawati S.Kom)
- ❖ Adikku (Satia Femas Akbar)
- ❖ Dan yang tersayang Puji Rahayu., S.E

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini guna memenuhi syarat gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Adapun judul skripsi ini adalah “**PERHITUNGAN HARMONIK PADA TRANSFORMATOR 20kV DI GARDU INDUK GANDUS**”. Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang tidak ternilai harganya.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc, Selaku Dosen pembimbing I
- Bapak Taufik Barlian, S.T.,M. Eng, Selaku Dosen Pembimbing II

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. ALLAH SWT atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis penelitian ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. Selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Bapak dan Ibu Staf Dosen Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

7. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Kepada Kedua Orang Tua serta semua keluarga, terima kasih yang tak terhingga atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 21 Agustus 2021

Penulis,

Vicky Purnomo

ABSTRAK

Harmonisa merupakan salah satu gangguan yang disebabkan oleh adanya penggunaan beban nonlinear pada sistem tenaga listrik yang menimbulkan distorsi pada bentuk gelombang sinus. Tingkat harmonisa yang melewati standart dapat menyebabkan gangguan dan kerusakan pada transformator. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui hasil perhitungan nilai harmonik pada transformator 20kV. Berdasarkan IEEE 591-1992 bahwa THDi yang diijinkan apabila memiliki hasil di bawah 5%. Hasil simulasi dari penelitian ini dengan melakukan pengolahan data harmonisa pada jaringan 20kV di *software* ETAP 12.6 dengan hasil yang diperoleh adalah THDi 1,5% dan THDv 2,5%. Artinya hasil yang diperoleh tidak melebihi dari standart IEEE 591-1992, yang artinya pengaruh harmonisa pada transformator 20kv di gardu induk Gandus masih dalam tahap stabil.

Kata Kunci : Harmonisa, *Total Harmonic Distortion* (THD), Transformator.

ABSTRACT

Harmonics is one of the disturbance caused by the use of nonlinear loads in the electric power system that cause distortion in the sine wave form. Harmonics level that exceed the standart can cause interference and damage to the transformer. The purpose of the study was to determine the results of the calculation of the harmonic values on a 20kV transformer. Based on IEEE 591-1992 that the allowable THDi if it has a result below 5%. The simulation results from this research by processing harmonic data on a 20kV network in ETAP 12,6 software with the results obtained are 1,5% THDi and 2,5% THDv. This means that the results obtained do not exceed the IEEE 591-1992 standard, which means that the effect of harmonics on the 20kV transformer at the Gandus substation is still in a stable stage.

Keywords: *Harmonics, Total Harmonic Distortion (THD), Transformer*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Harmonisa	5
2.1.1 Jenis-jenis Harmonisa	8
2.1.2 Urutan Fasa Harmonisa	8
2.1.3 Sumber Terjadinya Harmonisa.....	10
2.1.4 Dampak Harmonisa.....	11
2.1.5 Standarisasi Harmonisa	13
2.1.6 <i>Total Harmonic Distortion</i> (THD).....	14
2.1.7 Deret <i>Fourier</i>	15
2.1.8 Identifikasi Harmonik	16
2.1.9 Usaha-usaha untuk Mengurangi Harmonisa.....	17
2.2 Transformator	18
2.2.1 Pengertian Transformator.....	18
2.2.2 Prinsip Kerja Transformator	19
2.2.3 Transformator Distribusi	20
2.2.4 Transformator Distribusi yang Banyak Digunakan pada Jaringan Distribusi.....	21
2.2.5 Bentuk dan Kontruksi Transformator	22
2.2.6 Perhitungan Arus Beban Penuh dan Pembebanan Tranformator.....	23

2.2.7	Rugi-rugi Pada Transformator.....	24
2.2.8	Efisiensi Transformator	24
BAB 3 METODE PENELITIAN		26
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2	Sumber Data dan Metode Pengumpulan Data.....	26
3.3	Rancangan Penelitian	27
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	27
BAB 4 HASIL ANALISIS		29
4.1	Data Sistem.....	29
4.2	Perencanaan Simulasi	30
4.3	Simulasi Aliran Daya (<i>Load Flow Analysis</i>).....	30
4.3	Analisis Pembahasan	38
BAB 5 KESIMPULAN & SARAN		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		43

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1	Bentuk gelombang tegangan dan arus sinus murni	5
GAMBAR 2.2	Bentuk gelombang fundamental, dan gelombang harmonisa.....	7
GAMBAR 2.3	Urutan fasa harmonisa	9
GAMBAR 2.4	Triplen harmonisa.....	9
GAMBAR 2.5	Gelombang terdistorsi akibat penjumlahan dari komponen.....	10
GAMBAR 2.6	Prinsip kerja transformator berbeban	19
GAMBAR 2.7	Transformator distribusi	20
GAMBAR 4.1	<i>Single line</i> diagram GI Gandus.....	29
GAMBAR 4.2	<i>Single line</i> diagram transformator 20kV GI Gandus	30
GAMBAR 4.3	<i>Single line</i> diagram transformator 20kV setelah di <i>running</i>	31
GAMBAR 4.4	<i>Power grid, power circuit</i>	31
GAMBAR 4.5	<i>Load flow report</i>	32
GAMBAR 4.6	<i>Cable input data</i>	33
GAMBAR 4.7	Gelombang dan grafik harmonik.....	33
GAMBAR 4.8	Penyesuaian THD dan IHD	35
GAMBAR 4.9	<i>System harmonisa bus information</i>	36

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 Urutan fase harmonisa.....	10
TABEL 2.2 Akibat dari polaritas komponen harmonik.....	12
TABEL 2.3 Batas harmonisa tegangan sesuai standar IEEE 519-1992	13
TABEL 2.4 Batas harmonisa arus sesuai standar IEEE 519-1992	14
TABEL 4.1 Orde dalam bentuk persen (%).....	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik dikenal dua beban yaitu beban linear dan non linier. Beban linier akan memberikan bentuk gelombang keluar yang linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan, sedangkan pada beban non linier akan memberikan bentuk gelombang keluaran yang tidak sebanding dengan tegangan setiap setengah siklus, sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukan disebabkan mengalami distorsi. Beban non linier banyak digunakan karena praktis dan mudah dalam hal pengontrolannya (Zulkarnaini, Andreas, 2012).

Harmonik merupakan gangguan yang terjadi pada sistem listrik akibat terjadinya distorsi arus dan tegangan. Pada dasarnya harmonik adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang sinusoidal dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Pertumbuhan beban non linier belakangan ini yang pesat dan meluas mengakibatkan bertambahnya masalah yang diakibatkan oleh harmonik (Elektro Indonesia, 1999).

Arus harmonik akan mengakibatkan distorsi bentuk gelombang tegangan sehingga tidak berbentuk sinusoidal murni lagi. Hal ini sangat mengganggu bagi peralatan listrik yang didesain beroperasi pada gelombang tegangan sinusoidal. Akibatnya banyak kerugian yang akan diderita, di antaranya peralatan listrik menjadi lebih cepat panas sehingga dapat terjadi kegagalan isolasi yang berujung pada kerusakan atau makin pendek umur dari peralatan. Kesalahan ukur pada kwh-meter jenis induksi, makin besarnya rugi daya pada mesin listrik, kegagalan

fungsi pada sistem elektronik, sistem komputer, sistem kendali dan sistem rele atau pengaman (Wagner dkk, 1993).

Pengaruh dampak harmonik pada sistem tenaga listrik sangat luas, salah satunya adalah multifungsi/kerusakan pada trafo. Trafo sangat berperan dalam penyaluran daya ke pusat beban dan merupakan peralatan yang paling merasakan adanya harmonik, karena letaknya yang lebih dekat terhadap beban non linier.

Semakin banyak peralatan elektronika yang digunakan seperti: tv, komputer, dan alat penghemat daya akan semakin menambah harmonisa pada arus listrik, sehingga THD yang dihasilkan akan semakin besar.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Janny F. Abidin menggunakan software ETAP 7,5 dengan judul penelitian “Evaluasi Nilai Total Harmonic Distortion (THD) Pada Transformator Di Jaringan Distribusi”, dari hasil penelitian ditemukan bahwa transformator perlu menggunakan tapis harmonik untuk mengurangi nilai THD_v dan THD_i pada sampel transformator yang diteliti.

Penelitian kedua dilakukan oleh Zulkarnain, dkk, 2017 dengan judul “Studi Analisa Distorsi Harmonik pada Unit Kiln Indarung II PT. Semen Padang. Penelitian ketiga dilakukan oleh Ojak Abdul Rozak menggunakan software ETAP 12.6 dengan judul penelitian “Simulasi Perbaikan THD pada Sistem Distribusi Listrik dengan Filter Harmonisa Berbasis Software ETAP 12.6”. Hasil simulasi setelah perbaikan (reduksi) diketahui bahwa harmonisa tegangan dan harmonisa arus mengalami penurunan hingga di bawah standar maksimum, yaitu 5%.

Dari uraian latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk mengambil tema penelitian tentang Perhitungan Nilai Harmonik Pada Transformator 20kV Di Gardu induk Gandus menggunakan ETAP 12.6.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil perhitungan nilai harmonik pada transformator yang diteliti berdasarkan hasil pengukuran nilai dasar dan pengaruh harmonik sebagai usaha untuk menyesuaikan rating kapasitas transformator (ratingsasi) dengan memperhitungkan nilai harmoniknya menggunakan ETAP 12.6.

1.3. Batasan masalah

Pada penelitian ini, masalah yang dibahas hanya menghitung nilai harmonik pada transformator 20kV agar rating trafo tersebut dapat sesuai dengan kapasitasnya, supaya dapat bekerja secara maksimal.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan penulis dari penelitian ini adalah:

1. Memeberikan tambahan pengetahuan pada bidang elektro khususnya tentang perhitungan nilai harmonik pada transformator 20kV.
2. Penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk para peneliti selanjutnya untuk mengetahui nilai harmonik pada transformator 20kV.
3. Menambah informasi tentang *Software ETAP Power Station* yang dapat digunakan untuk mensimulasikan sebuah sistem. misalnya untuk melakukan analisa harmonik pada satu sistem distribusi.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pembahasan masalah dan memahami isi skripsi ini secara keseluruhan, maka dalam hal ini dikemukakan sistem penulisan yang akan dibahas pada masing-masing bab.

Adapun bab-bab yang dimaksud tersebut adalah :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas telaah penelitian dan dasar teori yang berhubungan dengan perhitungan nilai harmonik pada transformator 20kV menggunakan *software* ETAP 12.6.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini membahas cara melakukan analisis dan perancangan, dimulai dari bahan dan perlengkapan pendukung yang harus disiapkan dan tahap yang harus dilakukan sampai akhir penelitian.

BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *software* ETAP 12.6.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi simpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang relevan terkait dengan penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayunda, S. (2016). Harmonics Propagation and Distortion Caused by Anonlinear Load In Balance Distribution Network. *International Scholars Journals (ISJ), African Journal of Physisc (AJP)*, 3(5), 110-118.
- Fauzan, M. R., dkk (2015). Analisa Harmonisa Akibat Pen garuh Penggunaan Converter pada Kereta Rel Listrik 1x25kV Yogyakarta-Solo. *ELEKTRICIAN-Rekayasa Jurnal dan Teknologi Elektro*, 9(3), 192-202.
- Hontong, N. J. (2015). Analisa Rugi-rugi Daya pada Jaringan Distribusi di PT. PLN Palu. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer (E-JTEK)* , 64-71.
- Nasru, F. (2015). Harmonics Impact a Rising Due to Loading and Solution ETAP Using the Distribution Substation Transformer 160 kVa at Education and Training Unit PT. PLN. *International Journal on Advanced Science Engginering Information Technology (IJASEIT)* , 469-474.
- Setiawan, A. (2007). Kajian Pengaruh Harmonisa Terhadap Sistem Tenaga Listrik. *Jurnal Eltek, Vol.05.no.02* , 22-31, Oktober 2007.
- Sujito, (2009). Perhitungan Life Time Transformation Jaringan Distribusi 20 kV di APJ Malang. *Jurnal Teknik Elektro, vol.11.1.2008* .
- Sumarno, S.S. (2016). Studi Analisa dan Mitigasi Harmonisa pada PT. Semen Indonesia Pabrik Aceh. *Jurnal Teknik, ITS, ISSN: 2337-3539* , 5(2), 456-461.

Zahran, M. M. (2016). Power Loss Minimization In Distribution System Using Static VAR Compasantor. *International Journal of Engginnering and Innovation Technology (IJEIT)* , 5(11), 60-65.

Zulkarnain, dkk. (2017). Studi Analisa Distorsi Harmonik pada Unit Kiln Indarug II PT. Semen Padang. *Jurnal Momentum*, ISSN: 1693-752X, DOI 10.21063, IPT Press , 19(1), 40-46.