

**PERHITUNGAN KENAIKAN RUGI-RUGI DAYA AKIBAT
HARMONISA PADA TRANSFORMATOR DI HANGGAR
LION BATAM AERO TEKNIK**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas
Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

Oleh :

FAUZAN AKHBAR
NPM : 1810017111031



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2023**

UNIVERSITAS BUNG HATTA

LEMBARAN PENGESAHAN
PERHITUNGAN KENAIKAN RUGI-RUGI DAYA AKIBAT HARMONISA PADA
TRANSFORMATOR DI HANGGAR LION BATAM AERO TEKNIK

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan pertahankan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

FAUZAN AKHIBAR
1810017111031

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc.
NIK : 201810683

Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T
NIK : 990500496

Jurusan Teknik Elektro

Jurusan,



Ir. Arzul., MT
NIK : 941100396

PERSETUJUAN PENGUJI
PERHITUNGAN KENAIKAN RUGI-RUGI DAYA AKIBAT HARMONISA PADA
TRANSFORMATOR DI HANGGAR LION BATAM AERO TEKNIK

SKRIPSI

FAUZAN AKHBAR

1810017111031

*Dipertahankan di depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang
Hari: Jumat, Tanggal: 25 Agustus 2023*

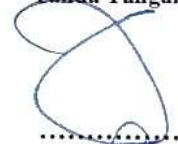
No Nama

1. Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc
(ketua sidang)

2. Ir. Yani Ridal, MT.
(Penguji)

3. Mirza Zoni, MT.
(Penguji)

Tanda Tangan



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **“Perhitungan Kenaikan Rugi-Rugi Daya Akibat Harmonisa Pada Transformator Di Hanger Lion Batam Aero Teknik”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 25 Agustus 2023


METERAI
TEMPEL
3DDC7AKX57992309B
Fauzan Akhbar
NPM : 1810017111031

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan judul *“Perhitungan Kenaikan Rugi-Rugi Daya Akibat Harmonisa Pada Transformator Di Hanggar Lion Batam Aero Teknik”*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kepada kedua Orang tua saya yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapan.
2. Bapak Dr. Ir. Indra Nisja.,M.Sc selaku pembimbing skripsi. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Ir. Eddy Soesilo., M.Eng selaku penasehat akademik.
4. Ibuk Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Ir. Arzul., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
6. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
7. Teman-teman angkatan 18 yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini.
8. Virda Septianingsih S.Si yang sudah berperan besar dalam penulisan skripsi ini.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, 01 Agustus 2023

Penulis

Abstrak

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Penurunan kinerja transformator dipengaruhi oleh munculnya harmonisa yang akan berpengaruh pada losses dan penurunan kapasitas kerja transformator. Transformator yang digunakan oleh hanggar lion batam aero teknik yaitu transformator 2000 KVA. Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linear dan beban non linear. Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu untuk mengetahui pengaruh harmonisa terhadap rugi-rugi daya pada transformator hanggar lion dan menghitung rugi-rugi daya pada transformator hanggar lion. Dari hasil perhitungan membuktikan bahwa semakin besar THD arus pada transformator, maka penambahan rugi-rugi akibat harmonisa akan semakin besar pula. Dari perhitungan yang telah dilakukan, Pada THD arus mendapatkan hasil sebesar $IR=57,470\%$, $IS=52,770\%$, $IT=54,257\%$. Nilai Arus RMS sebesar $IR=90,16$ A, $IS=90,73$ A, $IT=85,72$ A. Nilai ISC sebesar 42,565 A dan nilai ISC/IL sebesar 496,23 A. Sehingga besar kenaikan rugi-rugi daya akibat harmonisa pada transformator masing-masing fasa yaitu fasa R = 20,765 kW , S = 22,410 kW , T = 36,594 kW. Total dari kenaikan rugi-rugi yaitu pada fasa R sebesar 15,72% fasa S sebesar 16,89% fasa T sebesar 25,42%. Dan besar efisiensi transformator yang terjadi akibat harmonisa pada masing-masing fasa yaitu fasa R= 11,53% fasa S= 12,45% fasa T= 20,33%

Kata Kunci : Transformator; rugi-rugi Daya; harmonisa; total harmonik distorsi

Abstract

Harmonics are disturbances that occur in the electric power distribution system due to the distortion of current and voltage waves. The decrease in transformer performance is affected by the appearance of harmonics which will affect losses and decrease the working capacity of the transformer. The transformer used by hangar lion batam aero engineering is a 2000 KVA transformer. In the electric power system, there are two types of loads, namely linear loads and non-linear loads. The purpose of this study was to determine the effect of harmonics on power losses in the Lion hangar transformer and to calculate the power losses in the Lion hangar transformer. The calculation results prove that the greater the current THD in the transformer, the greater the additional losses due to harmonics. From the calculations that have been done, the current THD results in IR = 57.470%, IS = 52.770%, IT = 54.257%. The RMS current value is IR=90.16 A, IS=90.73 A, IT=85.72 A. The ISC value is 42.565 A and the ISC/IL value is 496.23 A. So the increase in power losses due to harmonics in each phase transformer, namely phase R = 20.765 kW , S = 22.410 kW , T = 36.594 kW. The total of the increase in losses is in the R phase of 15.72%, the S phase is 16.89%, the T phase is 25.42%, end the transformer efficiency that occurs due to harmonic on each phase, namely phase R=11,53% phase S=12,45% phase T= 20,33%

Keyword : Transformer; losses; harmonic; total harmonic distraction

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Penelitian	II-5
2.2 Landasan Teori	II-6
2.2.1 Harmonisa	II-6
2.2.2 Motor Listrik	II-19
2.2.3 Transformator	II-19
2.2.4 Power Quality Analizier	II-27
2.3 Hipotesis	II-32
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	III-34
3.2 Pengumpulan Data	III-34
3.3 Melakukan pengolahan data	III-36
3.4 Single Line Diagram	III-36
3.5 Wiring Diagram	III-38

3.6 Melakukan pengolahan data	III-39
3.7 Metode Penelitian	III-39
3.8 Metode Pengukuran	III-40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Penelitian	IV-41
4.2 Pengumpulan Data	IV-41
4.3 Perhitungan dan Analisa	IV-42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Deskripsi Penelitian	V-53
4.2 Pengumpulan Data	V-53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Gelombang Harmonisa	II-7
Gambar 2.2 Rumus Segitiga Daya	II-14
Gambar 2.3 Rangkaian Capacitor Bank	II-16
Gambar 2.4 Transformator 2000 kVA	II-20
Gambar 2.5 inti besi pada traformator	II-24
Gambar 2.6 kumparan pada transformator	II-24
Gambar 2.7 bushing pada transformator	II-25
Gambar 2.8 <i>Power Quality Analizier Kyoritsu</i>	II-28
Gambar 2.9 Detail Pengukuran menggunakan Power Analyzer	II-31
Gambar 3.1 Alur Penelitian	III-34
Gambar 3.2 Data hasil pengukuran Gelombang Harmonisa	III-35
Gambar 3.3 <i>Single Line Diagram</i>	III-37
Gambar 3.4 Wiring Diagram	III-38
Gambar 3.5 Blok Diagram	III-39
Gambar 3.6 Diagram Alir Perhitungan	III-41
Gambar 4.1 Nilai arus fundamental dan harmonisa pada indikator	IV-42
Gambar 4.2 Nilai harmonisa pada setiap orde dalam bentuk persen	IV-42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Distorsi Harmonisa Tegangan Berdasarkan Standar IEEE	II-13
Tabel 2.2 Standar Distorsi Harmonisa Arus Berdasarkan Standar IEEE	II-13
Tabel 2.3 Data Sheet Power Quality Analizier	II-29
Tabel 3.1 Pengambilan Data Hari ke 1	III-35
Tabel 3.2 Pengambilan Data Hari ke 2	III-36
Tabel 3.3 Pengambilan Data Hari ke 3	III-36
Tabel 4.1 nilai dari Gambar 4.2 dari bentuk % ke Ampere (IHD)	IV-43
Tabel 4.2 Perbandingan THDI antara perhitungan dengan pengukuran	IV-44
Tabel 4.3 Perbandingan IRMS antara perhitungan dengan pengukuran	IV-45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Distorsi gelombang arus dan tegangan ini disebabkan adanya pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya (Hadi Sugiato juni 2012). Gelombang Harmonisa merupakan salah satu perhatian utama dalam Industri, Gelombang Harmonisa akan mengakibatkan Distorsi bentuk Gelombang Tegangan sehingga tidak berbentuk Sinusoidal Murni lagi. Hal ini sangat mengganggu bagi Peralatan Listrik yang di Desain beroperasi pada Gelombang Tegangan Sinusoidal. Akibatnya banyak kerugian yang akan diterima bagi Industri di antaranya Peralatan Listrik menjadi lebih cepat panas yang dapat mengakibatkan kegagalan Isolasi sehingga terjadi kerusakan dan memperpendek umur Peralatan. Harmonisa telah menunjukan efek rusaknya Peralatan Transformator, Sekring, Motor Induksi akan mengalami kegagalan Pengasutan (*cogging*) dan Pemutus Tenaga (*circuit breaker*) akan mengalami pemutusan Arus. Standar untuk kendali Gelombang Harmonisa ini telah Ditetapkan oleh IEEE dan IEC.

Harmonisa disebabkan oleh beban yang tidak seimbang pada peralatan elektronik yang di dalamnya terdapat komponen semikonduktor. Tingkat harmonisa yang tinggi sangat berpengaruh pada komponen-komponen sistim tenaga, salah satunya pada transformator.

Penurunan kinerja transformator dipengaruhi oleh munculnya harmonisa yang akan berpengaruh pada losses dan penurunan kapasitas kerja transformator. Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linear dan beban non linear. Beban linier adalah beban yang mengeluarkan gelombang yang linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedensi dan perubahan tegangan. Beban linier tidak memberikan dampak yang buruk pada perubahan gelombang arus maupun tegangan, Sedangkan Beban non linier ialah bentuk gelombang

keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Beban non linier merupakan beban yang menimbulkan harmonisa sehingga terjadi distorsi gelombang tegangan dan arus pada sistem tenaga listrik, kelipatan frekuensi bilangan bulat dari frekuensi fundamentalnya yang menimbulkan gelombang distorsi arus dan tegangan (sugiarto 2012). Gangguan yang terjadi akibat distorsi gelombang arus dan tegangan disebut dengan harmonisa.

Kandungan harmonisa gelombang arus dan tegangan dapat dinyatakan dalam suatu ukuran yang umum dipakai yaitu THD (Total Harmonisa Distortion). Nilai THD diperoleh dari perbandingan nilai rms semua komponen harmonisa selain fundamental terhadap nilai rms komponen fundamental. Setiap komponen sistem distribusi dapat dipengaruhi oleh harmonisa walaupun dengan akibat yang berbeda. Namun demikian komponen tersebut akan mengalami penurunan kinerja dan bahkan akan mengalami kerusakan. Salah satu dampak yang umum dari gangguan harmonisa adalah panas lebih pada transformator sebagai timbulnya harmonisa yang di sebabkan oleh peralatan listrik satu phase.

IEEE telah menerbitkan Standar tentang batas-batas total Harmonisa tegangan (*Voltage Total Harmonisa*) total Harmonisa Arus (*Current Total Harmonisa*) dan Pengendalian Harmonisa dalam Sistem Tenaga pada titik sambung bersama (*Point of Common Coupling*) yaitu Standar IEEE 519-1992. Hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan perbedaan yang kecil artinya metode dan proses yang digunakan sudah tepat. Selain itu, VTHD berkisar 1,3% - 4,8% atau rata-rata 2.86%, berarti distorsi Harmonisa masih dibawah standar yang ditetapkan yakni 5%, begitu juga dengan ITHD diperoleh rata-rata 13.7% berarti masih dibawah standar yakni 15%. Pelanggan dengan kapasitas daya rendah tidak memicu distorsi Harmonisa. Besarnya Harmonisa berbanding lurus dengan peningkatan penggunaan peralatan elektronik tidak linier.

Transformator dan peralatan induksi lainnya, selalu terpengaruh oleh harmonisa karena trafo itu sendiri dirancang sesuai dengan frekuensi kerjanya.

selain itu transformator juga merupakan peralatan utama antara pembangkit dengan beban. Frekuensi harmonisa yang lebih tinggi dari frekuensi kerjanya akan mengakibatkan penurunan efisiensi atau terjadi kerugian daya. Selain itu, ada beberapa akibat yang dapat ditimbulkan oleh adanya harmonisa dalam sistem tenaga listrik, antara lain:

1. Timbulnya getaran mekanis pada panel listrik yang merupakan getaran resonansi mekanis akibat harmonisa arus frekuensi tinggi.
2. Harmonisa dapat menimbulkan tambahan torsi pada kWh meter jenis elektro mekanis yang menggunakan piringan induksi berputar. akibatnya, putaran piringan akan lebih cepat atau terjadi kesalahan ukur kWh meter karena piringan induksi tersebut dirancang hanya untuk beroperasi pada frekuensi dasar.
3. Interferensi frekuensi pada sistem telekomunikasi karena biasanya kabel untuk keperluan telekomunikasi ditempatkan berdekatan dengan kawat netral. Triplen harmonisa pada kawat netral dapat memberikan induksi harmonisa yang mengganggu sistem telekomunikasi,
4. Pemutus beban dapat bekerja dibawah arus pengenalnya atau mungkin tidak bekerja pada arus pengenal. Pemutus beban yang dapat terhindar dari gangguan harmonisa pada umumnya adalah pemutus beban yang mempunyai respon terhadap arus rms sebenarnya (true-rms current) atau kenaikan temperatur karena arus lebih.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kenaikan harmonisa pada rugi-rugi daya di traformator?
2. Apa yang menyebabkan terjadinya harmonisa pada transformator?
3. Bagaimana cara menghitung rugi-rugi daya akibat harmonisa tersebut?

1.3 Batasan Masalah

1. Menghitung besarnya rugi-rugi daya yang di akibatkan harmonisa pada transformator di hanggar lion batam aero teknik
2. Menentukan cara mungurangi rugi-rugi daya akibat harmonisa di hanggar lion

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh harmonisa terhadap rugi-rugi daya pada transformator hanggar lion
2. Menghitung rugi-rugi daya pada trafo hanggar lion

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan pengetahuan dan pengembangan ilmu. Khususnya dalam mengevaluasi harmonisa di Hanggar Lion
2. Bagi institusi, dengan penulis membahas judul ini dapat mempermudah pihak institusi untuk mengevaluasi dampak yang terjadi jika terjadi harmonisa
3. Sebagai acuan bagi Hanggar Lion Batam Aero Teknik dalam menentukan beban yang akan di gunakan, sehingga rugi-rugi daya akibat harmonisa dapat di atasi ataupun di kurangi.

1.6. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tentang penelitian-penelitian sebelumnya ,teori-teori yang melandasi pokok permasalahan yang akan di bahas di antaranya teori mengenai *Perhitungan Kenaikan Rugi-Rugi Daya Akibat Harmonisa Pada Transformator di Hanggar Lion Batam Aero Teknik* dan menjelaskan pernyataan sementara atau dugaan jawaban permasalahan yang dibuktikan pada penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

BAB ini menjelaskan secara rinci peralatan dan bahan-bahan yang dibutuhkan ,menjelaskan tahapan-tahapan penelitian dalam bentuk flowchart, gambar sistem analisa yang diketahui seperti perancangan blok diagram dan wiring sistem

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data-data penelitian

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan dan hasil analisa data dan juga berisikan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.