

**KINERJA TRANSFORMATOR 60 MVA AKIBAT ADANYA HARMONISA
DAN PENURUNAN KAPASITAS TRANSFORMATOR
PADA GARDU INDUK PAUH LIMO**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1)

Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh :

Marti H. Hutagalung

NPM : 1110017111005



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2015**

LEMBARAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**KINERJA TRANSFORMATOR 60MVA AKIBAT ADANYA
HARMONISA DAN PENURUNAN KAPASITAS TRANSFORMATOR
PADA GARDU INDUK PAUH LIMO**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh

MARTI H. HUTAGALUNG

1110017111005

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Yani Ridal, MT.
NIK : 910300329

Ir. Arzul, M.T
NIK : 941100396

Disahkan oleh :

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,

Ir. Drs. Mulyanef, M.Sc.
NIP : 19590208 198701 1001

Ir. Arnita, MT.
NIP : 19622411199203 2 002

LEMBARAN PENYERAHAN

SKRIPSI

**KINERJA TRANSFORMATOR 60MVA AKIBAT ADANYA
HARMONISA DAN PENURUNAN KAPASITAS TRANSFORMATOR
PADA GARDU INDUK PAUH LIMO**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta (UBH)*

Oleh

MARTI H. HUTAGALUNG
1110017111005

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Yani Ridal, MT.
NIK : 910300329

Ir. Arzul, M.T
NIK : 941100396

Diketahui oleh :

Perpustakaan

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,

Carilah yang baik dan jangan yang jahat, supaya kamu hidup; dengan demikian Tuhan, Allah semesta alam akan menyertai kamu, seperti yang kamu katakan (Amos 5 :14).

Untuk menyelesaikan satu hal yang sangat berarti banyak rintangan yang harus dihadapi. Terkadang kita senyum, tertawa bahkan kita juga menagis. Tetapi satu hal yang selalu saya ingat adalah bahwa pertolongan Tuhan tidak akan pernah terlambat untuk menolong dan mengangkat kita untuk bangkit lagi. Dalam menyelesaikan skripsi ini Tuhan betul-betul hadir dihidupku karena disaat aku tak sanggup lagi disitu lah tanganNya bekerja dan oleh sebab itu lah ucapan syukur tidak akan pernah berhenti terucapkan. Trimakasih Tuhanku buat anugrah yang Kau beri sebab hari ini Tuhan adalah syukur bagiku...

Dan juga saya ingin mengucapkan trimakasih kepada semua yang telah mendukung dan mendoakan saya sehingga bisa seperti sekarang ini...

Terhusus buat mama dan bapak tersayang dan tercinta,,, mauiate godang ma dihamu da ma,pa. Makasih atas semua kasih sayang kalian sama boru siampudan ini. Sering kali memang aku ngeluh sama mama, tapi selalu mama ngerti dan waktu cerita sama bapak pasti bisa buat aku tertawa lagi. Maaf ya ma,pa kalau selama ini aku hanya membuat kalian khawatir samaku tapi setidaknya untuk sekarang aku sudah bisa membuat kalian sedikit bangga dimana boru pudan mama udah menyangg gelar. Dan bentar lagi fotoku akan berada di tengah-tengan foto mama dan kakak,,, lega rasanya ma, gak bisa kuungkapkan semua yang dalam hati borumu ini. Tapi hanya dalam doalah bisa kusebutkan semuanya. Makasih banyak buat laki-laki tercintaku, pahlawan yang paling hebat yang ada didunia ini dan maksihhh banyak buat seorang wanita yang rela mati buatku, sangat bangga punya orang tua yang bisa membuatku selalu tersenyum dan yang selalu ada buatku dalam tawa dan tangisku. Mauliate godang ma dihamu da uma, bapa. Sehat selalu ya ma, pa. Tuhan Yesus memberkati....

Buat kakak tersayang, berat kali rasanya aku mau bilang ucapan trima kasih sama mu kakakku,, bingung mau bilang apa. Kurasakan kali kasih sayangmu sama ku kak walaupun aku jarang kaliii sependapat sama kakak. Sering aku berpikir klo kakak itu hanya bisa menyalahkan dan kakak gak ngerti dengan keadaanku. Tapi sering juga kusadari kakak itu adalah wanita kedua yang terhebat yang kumiliki. Makasihhhhh banyak ya kak sayang,,, semua arahan, pendapat, remeng-remengnya dan juga bantuannya selama aku kuliah. Tapi udah lega kan kak, adek pudan selesai juga.. Buat bang sandro, makasih banyak ya bg atas motivasinya selama ini.

Buat abangku bapak bagira, makasih banyak ya bang udah mendoakan segala urusan dan perkuliahan ku selama ini. Sehat-sehat lah abg ya, harus gangga nya abang punya adek yang udah sarjana, setidaknya sedikit mengobati pilu yang abg rasakan. Sehat terus ya abangku..

Buat abang birongku,,, dang huboto naeng mandok aha tuho bg, alai mauliate godang da itong... burju hian doho tuau. Holan tuho do boi au manja. Bapaku nomor dua doho itong,, sai sehat maho da itong , sering-sering mulak tujabu unang malungun umai. Sehat maho da itongku naburju...

Buat dosen pembimbing saya, Bapak Ir. Yani Rjdal, MT (Pembimbing 1) dan Bapak Ir. Arzul, MT (Pembimbing 2) trimakasih banyak Pak atas semua bimbingannya. Banyak kekurangan yang saya perbuat dan banyak hal yang kurang berkenan dihadapan Bapak, namun semua bisa dibimbing ke jalan yang lebih baik lagi, maaf pak jika selama ini saya banyak kekurangan. Dan juga kepada bapak kepala Labor saya Bapak Ir. Ija Darmana, MT trimakasih banyak pak atas semua bimbingannya selama saya kuliah dan selama saya menjadi asisten di labor LDEE. Dan juga kepada semua Dosen Jurusan Elektro, trimakasih banyak atas bimbingannya dan saya minta maaf atas kekurangan dan jika ada hal tidak berkenan kepada semua dosen Jurusan Elektro.

Buat senior2ku yang ada di Teknik Elektro, bg Hafiz Arela, bg Reza, bg Eka, bg Romi, bg Manda, bg Harpan, bg Radi, bg Akbar, kak Tia dan senior yang tak bisa disebutkan makasih banyak bg atas motivasinya selama ini. Makasih juga untuk semua pelajaran yang saya dapatkan selama menjalani labor bersama abg2 semua. Itu semua adalah pengalaman indah buatku.

Current community '11... makasih banyak buat kalian semua teman2ku. banyak yang ingin kusampaikan sama kalian semua tapi mungkin akan kusampaikan melalui doa saja. Sangatt banyak peristiwa yang terjadi selama ini dan semua kulalui bersama kalian. Buat Apriyoga, ST (pembimbing 3 yang nanggung), Ridho Faisal, ST (si rabun), M. Ichsan, ST, Rifki Fernando, ST, Beri Wahyudi, ST, Emilio Ostara A, ST (gapuak), semangat untuk kedepannya ya semoga cpat dapat kerja. Buat Beni Tri Kaldo (benot), Brilyan Abdi (si bro), Arga Yudha, Arifatul Chair, Suhendrat, Ahmad Bakti. Semangat lagi ya buat kalian semua, semua masalah ada jalan keluarnya dan semua indah pada waktunya. Pengennya sih kita kluar dari kampus ini bersama-sama tapiii seperti pepatah berkata "cepat ada yang dikerjar, lama ada yang ditunggu" semangat yaaa. Khusus buat Anton dan Yasen, semngat lah bro,, selagi kawan yg lain masih ada dikmpus, kan bisa minta tolong sama mreka untuk membantu... semoga makin baik dan rajin untuk kedepannya yaa. Akan rindu kayaknya sama anggota current ini, trlalu banyak bantuan yang kudapatkan dari kalian semua.. Jaya terus current,,,,

Buat junior2 yang udah ikut berpartisipasi, makasih banyak ya atas doa dan bantuan kalian. Dan mungkin gak bisa kakak sebutkan satu persatu.. Buat Genta makasih ya adekku untuk semua, kamu tuh paling bisa ngerti kk, wlpun trkadang bikin kesal juga sihh,, tapi makasih yaa. Buat Ayu, Rika, Lisa, Ade, Septi semangat ya untuk kuliahnya, semoga cpat wisudaa. Buat Dadan, mau bilang apa yaaaa... hmmm,, yang pasti semangat aja lah ya, Harpan, hamid, Noven dan yang lainnya semangat truss ya. Cpat2 wisuda yaa. Buat Fatia Ulhaq, adekku gapuak makasih ya dek, semangat kuliahnya ya, harus lebih semangat lagi untuk kedepannya. Wlpun kk gak dkmpus lagi masih ada kok kakak yang lain dikampus itu. Buat Amsi, Dian, Popy, Emi semangat ya kuliahnya, jangan banyak2 ngeluh, ok.. dan buat adekku Robi makasih ya dek udah selalu mau mendengar curhatan kakak, semangat juga kuliah dan labornya ya, klo masalah labor itu sebenernya gak usah dibwa pusing, asal kamu semangat dan baik2 aja disana pasti terselesaikan. Dan untuk yang lainnya semangat juga yaaaaa...

Buat keluarga kecilku yang ada di padang wisma setia tercinta.. buat adek2 satu kamarku (Fitri, Putri) maaf ya dek klo selama ini kakak sering marah2 sama kalian. Kakak selalu remeng sama kalian berdua. Tapi ingatlah dek kakak itu sayaaaang kaliii sama kalian. Disaat kalian sakit dek, kk selalu khawatir sama kalian, klo lagi sedih kalian kk rasakan juga sedih itu tpi gak bisa kk ungkapkan saat itu juga.

Pik, terkadang kk gak ngerti harus berbuat apa samamu dek apalagi klo udah galau dan sbnrnya pengen kalinya kuhibur tapi blom bisa dek. Maaf klo kk masih belum bisa kakak yang baik sama mu ya dek. Oya mulai sekarang fokus untuk tugas akhirmu ya dek, mungkin udah banyak pelajaran yang bisa kamu dapat dari pengalaman kk

selama ini. Jadi tetap semangat ya deku dan makasi ya dek untuk waktu bersamamu, makasih juga selama dlm penyusunan skripsi ini kamu bisa mngrti keadannya..

puk,,, aha ma naeng dokkononku tuho dek??? Yang pasti tetap semangat dalam kuliah mu ya sayang dan perbanyak berdoa ya. Sedih sebenarnya dek klo kk nti udah gak dikost ini pasti kk selalu kepikiran sama mu apalagi klo udah malam hari, "udah tidur gak ya?, malam ini mimpi buruk gak ya?, siapa kawannya dikamar ya??.... banyak kali yg akan kk pikirkan untukmu dek. Tapi makasih ya deku untuk waktu bersamamu selama ini. Makasih juga udah sering buat kk tersenyum bahkan terbahak-bahak. Maaf ya dek klo selama ini kk sering jahil samamu tpi itu karna si pik juga kok, hhehehe...kak oa (barbie) ntah dari mana bisa jadi barbie kakaku yang satu ini.. semangat trus ya kak tinggal dikit laginya perjuangan kakak itu dan aku yakin kok pasti bsa. Buat appiriku (k'neny) semngaaatt kak, pasti bisa kok. Asal kakak rajin untuk mperbaiki dan melengkapinya pasti cpat acc. Ruth, semangatlah ngerjain proposal itu ya dek biar bisa cpat wisuda. Yuni, Melati, Bunga, Ira, Ria, Ana, Rekha, Kharis, Dame, Nova maksih banyak ya adek2 ku untuk semuua kebersamaan kita. Dan yang pastinya tetap semangat untuk setiap perkuliahan kalian ya. Akan selalu rindu sama SETIA ini apalagi waktu natal kemaren dan juga kebersamaan kita selama ini.. yang pasti tetap kompak yaaaa.

Buat saudara/i ku IMMANUEL, makasih untuk semua hal baik yang udah kudapatkan di organisasi ini. Terkhusus buat angkatan 2011. Banyak hal yang udah dilalui bersama dan bisa kurasakan semua kebaikan kalian dan semoga kedepannya makin sukses. IMMANUEL yang mengajarku untuk tetap melayani Tuhan dan selalu membuat mataku terbuka untuk menyadari bahwa walaupun ditempat minoritas tapi akan selalu ada jalan untuk memuji dan memuliakan Tuhan. Tetap jaya IMMANUELku.....

Buat konco2 ku, selamat juga lah buat k'Yeyen, SH. Nisa Nilam Sari, ST. Fitri Mirta, Spd, dan makasih juga buat yang lainnya bg Firdaus Daniel, SE. Bg Morri, SH. Takbir, Spd. Marius Sinaga, Ficky (si ikan). Makasih atas kebersamaan yg kita jalin. Semoga bisa ngumpul lagi ya konco... semangat truss ya.. dan akhirnya kak yeyen lulus juga ya, kirain kakak betah dikampus itu ternyata wisuda juga dan trnyta toefl nya lulus setelah kesekian kalinyaaa

hehheehe bercanda kok,,, ☺

Buat Ciandku (Rjco C.Tambunan), masalah labor udah siap bg dan aku gak ngeluh lagi kok masalah itu. Makasih banyak ya Ciand untuk waktu yang lama ini. Makasih udah bisa mengerti setiap situasiku. Maaf kalau selama ini aku sering dibawa emosi sama abg tapi trnyta abg ttp ngerti dengan itu semua. Untuk kedepannya semoga bisa lebih saling mengerti antara kita ya Ciandku. Oh ya,, Ciandku masih disimpang kan???? Soalnya aku udah nyampe simpang ini....

makasih ya sayang....

TUHAN YESUS MEMBERKATI, SYALOM

Marti H. Hutagalung, ST

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar strata satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Untuk itu penulis melakukan penelitian dengan judul skripsi:

KINERJA TRANSFORMATOR 60 MVA AKIBAT ADANYA HARMONISA DAN PENURUNAN KAPASITAS TRANSFORMATOR PADA GI PAUH LIMO

Dalam penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik moril maupun materil kepada penulis. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi dan cintai S. Hutagalung dan T. Hutabarat serta saudara-saudari penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penulisan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Arzul, M.T selaku pembimbing II yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Arnita, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Drs. Mulyanef, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
5. Bapak dan Ibu Dosen selaku staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi industri Universitas Bung Hatta.
6. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro khususnya angkatan 2011.
7. Senior dan junior yang telah yang telah menjadi teman baik dan saling membantu selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.
Amin.

Padang, Desember 2015

Penulis

ABSTRAK

Harmonisa merupakan suatu fenomena yang timbul akibat pengoperasian beban listrik non linear, yang merupakan sumber terbentuknya gelombang frekuensi tinggi. Sumber harmonisa didapatkan dari beban yang memiliki power supply. Harmonisa yang terjadi tersebut mempunyai pengaruh terhadap sistem distribusi listrik. Salah satu komponen dalam sistem distribusi listrik adalah transformator. Dengan melakukan pengukuran pada transformator di Gardu Induk maka dapat diketahui bahwa pada transformator timbul arus harmonisa yang dapat meningkatkan rugi-rugi. Untuk mengetahui besarnya pengaruh harmonisa tersebut dapat dicari dengan menghitung *Individual Harmonic Distortion* dan *Total Harmonic Distortion*. *Total Harmonic Distortion* yang paling sedikit yang terjadi dalam waktu setahun yaitu pada bulan April 2014 – Maret 2015 adalah pada bulan Oktober 2014 yaitu 52,7707 %. Selisih efisiensi pada transformator yang paling besar adalah pada bulan Oktober 2015 yaitu 24,51 %. Dimana efisiensi sebelum dipengaruhi harmonisa besarnya adalah 88,69 % dan besarnya efisiensi setelah dipengaruhi oleh harmonisa adalah 64,18 %.

ABSTRACT

Harmonics is a phenomenon arising from the operation of non-linear electrical load, which is the source of the formation of high-frequency waves. Source harmonics obtained from the burden of having power supply. The harmonics that occur have an influence on the electrical distribution system. One of the components in the power distribution system is a transformer. By performing measurements on a transformer at the substation it is known that the transformer harmonic currents arise that may increase losses. To determine the influence of the harmonics can be searched by calculating the Individual Harmonic Distortion and Total Harmonic Distortion. Total Harmonic Distortion least that occur within a year, namely in April 2014 - March 2015 is the month of October 2014 is 52.7707%. The difference on the transformer efficiency is greatest in the month of October 2015 is 24.51%. Where efficiency before influenced harmonic magnitude is 88.69% and the amount of efficiency as affected by harmonics is 64.18%.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tinjauan pustaka	2
1.3 Pendefinisian masalah	3
1.4 Tujuan penelitian	4
1.5 Batasan masalah	4
1.6 Metodologi penelitian	4
BAB 2 HARMONISA DAN TRANSFORMATOR	
2.1 Harmonisa	6
2.2 Sumber harmonisa	6
2.3 Transformator	10
2.3.1 Prinsip kerja transformator	10
2.3.2 Pengujian tanpa beban	15
2.3.3 Pengujian berbeban	17
2.4 Regulasi dan efisiensi	18

BAB 3 PENGARUH HARMONISA YANG TERJADI PADA TRANSFORMATOR

3.1 Teori harmonisa	20
3.2 Sumber-sumber harmonisa	21
3.3 Dampak harmonisa	21
3.3.1 Dampak harmonisa pada sistem tenaga listrik	21
3.3.2 Dampak harmonisa pada transformator	22
3.4 Beban linear dan non linear	24
3.4.1 Beban linear	24
3.4.2 Beban non linear	24
3.5 Preduksi harmonisa	26
3.6 Daya transformator	26
3.7. Rugi-rugi transformator	27
3.8 Rugi-rugi beban	28
3.9 <i>Individual Harmonic Distortion</i> dan <i>Total Harmonic Distortion</i>	28
3.10 Efisiensi transformator	29

BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1 Data	30
4.2 Perhitungan arus harmonisa	33
4.2.1 Perhitungan <i>Individual Harmonic Distortion</i>	33
4.2.2 Perhitungan <i>Total Harmonic Distortion</i>	49
4.3 Perhitungan losses pada transformator	51
4.3.1 Losses saat transformator belum dipengaruhi harmonisa	52
4.3.2 Losses transformator setelah dipengaruhi harmonisa	59

4.4. Analisa	78
--------------	----

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	80
----------------	----

5.2 Saran	81
-----------	----

DAFTAR KEPUSTAKAAN

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gelombang sinus arus dan tegangan	7
Gambar 2.2.a	Bentuk gelombang dasar	8
Gambar 2.2.b	Bentuk gelombang harmonisa ke-3	8
Gambar 2.2.c	Bentuk gelombang dasar, harmonisa ke-3 dan hasil penjumlahannya	8
Gambar 2.3	Bentuk sederhana transformator	11
Gambar 2.4	Bentuk rangkaian ekivalen transformator berbeban	17
Gambar 3.1	Gelombang tegangan dan arus beban non linear	25
Gambar 4.1	Grafik arus beban pada bulan April 2014 – Maret 2015	32
Gambar 4.2	Grafik harmonisa pada Bulan April 2014	35
Gambar 4.3	Grafik harmonisa pada Bulan Mei 2014	36
Gambar 4.4	Grafik harmonisa bulan Juni 2014	37
Gambar 4.5	Grafik harmonisa bulan Juli 2014	38
Gambar 4.6	Grafik harmonisa bulan Agustus 2014	40
Gambar 4.7	Grafik harmonisa bulan September 2014	41
Gambar 4.8	Grafik harmonisa bulan Oktober 2014	42
Gambar 4.9	Grafik harmonisa bulan November 2014	43
Gambar 4.10	Grafik harmonisa bulan Desember 2014	45
Gambar 4.11	Grafik harmonisa bulan Januari 2015	46
Gambar 4.12	Grafik harmonisa bulan Februari 2015	47
Gambar 4.13	Grafik harmonisa bulan Maret 2015	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data beban harian pada bulan April	30
Tabel 4.2	Data arus beban pada April 2014 – Maret 2015	32
Tabel 4.3	Nilai IHD pada bulan Mei 2014	35
Tabel 4.4	Nilai IHD pada bulan Juni 2014	37
Tabel 4.5	Nilai IHD pada bulan Juli 2014	38
Tabel 4.6	Nilai IHD pada bulan Agustus 2014	39
Tabel 4.7	Nilai IHD pada bulan september 2014	40
Tabel 4.8	Nilai IHD pada bulan Oktober 2014	42
Tabel 4.9	Nilai IHD pada bulan November 2014	43
Tabel 4.10	Nilai IHD pada bulan Desember 2014	44
Tabel 4.11	Nilai IHD pada bulan Januari 2015	45
Tabel 4.12	Nilai IHD pada bulan Februari 2015	47
Tabel 4.13	Nilai IHD pada bulan Maret 2015	48
Tabel 4.14	Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan April 2014	59
Tabel 4.15	Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Mei 2014	61
Tabel 4.16	Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Juni 2014	62
Tabel 4.17	Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Juli 2014	63
Tabel 4.18	Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Agustus 2014	65

Tabel 4.19 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan September 2014	66
Tabel 4.20 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Oktober 2014	68
Tabel 4.21 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan November 2014	69
Tabel 4.22 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Desember 2014	71
Tabel 4.23 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Januari 2015	72
Tabel 4.24 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Februari 2015	74
Tabel 4.25 Perhitungan rugi-rugi beban transformator pada bulan Maret 2015	76
Tabel 4.26 Perhitungan efisiensi transformator sebelum dan sesudah terjadi harmonisa	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi sangat dibutuhkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari, energi listrik merupakan salah satu energi yang penting dan sering digunakan untuk mempermudah pekerjaan dalam kehidupan. Sehingga, sumber energi listrik dapat bertumbuh dengan cepat yang mengakibatkan pertumbuhan sumber energi listrik lebih besar dari pada pertumbuhan ekonomi. Dengan adanya pertumbuhan ekonomi, maka daya beli konsumen juga meningkat. Meningkatnya daya beli dapat ditandai dengan banyaknya peralatan-peralatan elektronik non linear yang dimiliki seseorang.

Disisi lain, dengan semakin berkembangnya pemakaian teknologi elektronika dalam sistem tenaga maka semakin banyak pula peralatan-peralatan non linear yang dipergunakan di industri. Peralatan non linear ini dapat mempengaruhi kualitas daya, karena beban non linear ini merupakan sumber utama dari gangguan harmonisa. Kadar harmonisa yang tinggi dalam sistem daya listrik tidak dikehendaki karena dapat menimbulkan kerugian. Adanya harmonisa menyebabkan gelombang arus dan tegangan menjadi cacat dan tidak sinusoidal lagi.

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Pada dasarnya harmonisa adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi bilangan dasarnya. Hal ini disebut frekuensi harmonik yang timbul pada bentuk gelombang aslinya sedangkan bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik. Gelombang-gelombang ini kemudian menumpang pada gelombang murni/aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang murni sesaat dengan gelombang harmoniknya.

Harmonisa mempunyai pengaruh pada sistem distribusi listrik. Salah satu komponen dalam sistem distribusi listrik adalah transformator. Pengaruh harmonisa pada transformator adalah bertambahnya rugi-rugi beban, rugi-rugi

pada kumparan transformator dan rugi *eddy current*. Selain itu juga dapat menyebabkan pembebanan lebih pada kawat netral. Untuk meningkatkan kualitas daya listrik perlu dilakukan upaya untuk menurunkan permasalahan yang menyebabkan kualitas daya listrik memburuk. Salah satu permasalahan yang menyebabkan kualitas daya buruk adalah harmonisa.

Efek harmonisa pada transformator adalah harmonisa arus menyebabkan meningkatnya rugi-rugi tembaga. Selain itu harmonisa juga dapat menyebabkan pemanasan lebih pada isolasi, sehingga dapat mempersingkat umur penggunaan isolasi.

Melihat latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk meneliti sejauh mana harmonisa yang terjadi pada transformator gardu induk sebagai akibat dari beban non linear yang terdapat pada gardu induk Pauh Limo.

1.2 Tinjauan Pustaka

I wayan Rinas, Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana pada penelitiannya, "*Studi Analisis Losses dan Derating Akibat Pengaruh THD Pada Gardu Transformator Daya*" membahas tentang tingkat harmonisa yang tinggi sangat berpengaruh pada transformator, dan kinerja transformator daya ditentukan melalui parameter-parameter rugi-rugi daya (*losses*) yang terjadi pada transformator serta penurunan kapasitas kerja (*derating*) yang dapat terjadi akibat distorsi harmonisa tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan analisis THD hasil pengukuran dan simulasi sesuai dengan standar IEEE 519-1992, analisis *losses* pada transformator sebelum dan setelah terpengaruh harmonisa, analisis *derating* yang terjadi pada transformator, analisis perbandingan *losses* dan *derating* setelah terpengaruh harmonisa, analisis penambahan *losses* dan *derating* akibat THD arus, serta analisis *losses* energi baik secara teknis maupun ekonomis.

Wasimudin Surya dan Dadang Lukman Hakim, Jurusan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia pada penelitian mereka, "*Analisis Harmonisa Tegangan dan Arus Listrik di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia*" meneliti tentang beban non linear adalah beban dimana hubungan antara arus dan tegangannya tidak linear. Keberadaan beban non linear pada sistem tenaga listrik akan menimbulkan gangguan harmonisa. Tingkat harmonisa

yang melewati standar dapat menyebabkan terjadinya peningkatan panas pada peralatan. Bahkan pada kondisi terburuk dapat terjadi gangguan bahkan kerusakan permanen pada beberapa peralatan elektronik yang sensitif termasuk komputer. Selain itu juga dapat menyebabkan berkurangnya umur peralatan.

Iskandar Zulkarnain, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, pada penelitiannya, “*Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Arus Netral, Rugi-Rugi dan Penurunan Kapasitas pada Transformator Distribusi*”, meneliti bahwa dengan melakukan pengukuran di trafo distribusi maka dapat diketahui bahwa pada trafo distribusi timbul arus harmonisa yang dapat meningkatkan rugi-rugi pada trafo distribusi sehingga hal ini dapat berdampak pada penurunan kapasitas trafo (*derating transformer*). Seberapa level harmonik yang diijinkan menjadi penting untuk diketahui, sehingga transformator distribusi bisa awet tanpa arus banyak menambah komponen penapis tambahan. Semakin besar THD arus yang terkandung pada transformator, maka penambahan rugi-rugi transformator akan semakin besar, dan derating transformator akan semakin tinggi.

Muhammad Syahwil, dkk, Magister Student of Hasanuddin Universitas pada penelitian mereka, “*Studi Dampak Harmonisa Terhadap Susut Teknis Pada Industri Semen*” mengkaji bahwa penelitiannya bertujuan mengetahui seberapa besar kontribusi harmonisa terhadap susut teknis dan kerugian energi listrik pada kelistrikan pabrik semen tonasa. Untuk tujuan analisis dilakukan pemodelan sistem kelistrikan Pabrik Semen Tonasa dengan bantuan software ETAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distorsi harmonisa arus dan tegangan pada industri semen tonasa secara keseluruhan masih berada pada batas yang diijinkan (Standar IEEE 519), meskipun ada beberapa bus yang melebihi batas distorsi.

1.3 Pendefinisian Masalah

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 kawat netral dan transformator sebagai akibat timbulnya harmonik yang dibangkitkan oleh peralatan listrik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah menganalisa dampak harmonisa yang terdapat pada transformator di gardu induk Pauh Limo yang diakibatkan oleh adanya arus beban.

1.5 Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah pada skripsi ini adalah:

- a. Jenis transformator yang diteliti adalah tipe outdoor
- b. Kapasitas transformator 3 fasa yang akan dibahas adalah 60 MVA, 150kV/20kV
- c. Pengaruh harmonisa pada transformator didalam analisa hanya rugi-rugi daya transformator pada gardu induk Pauh Limo Padang
- d. Data beban yang dihitung adalah berdasarkan arus beban rata-rata
- e. Panas yang dihasilkan pada kumparan transformator diabaikan
- f. Tidak menghitung alat filter dari harmonisa
- g. Tidak melakukan simulasi dengan software

1.6 Metodologi Penelitian

Pada penulisan skripsi ini data didapatkan melalui studi literatul dengan cara mengumpulkan referensi sesuai dengan judul penelitian, tentang Kinerja Transformator 60 mVA Akibat Adanya Harmonisa dan Penurunan Kapasitas Transformator pada Gardu Induk Pauh Limo.

Data yang diperoleh dari PT. PLN P3BS Unit GI Pauh Limo, berupa beban arus, tegangan pada transformator, dan juga logsheet beban. Setelah memperoleh data tersebut langkah selanjutnya adalah mengolah data dengan cara mengetahui arus beban rata-rata kemudian menghitung arus harmonisa, dimana perhitungan pada setiap ordenya dilakukan dengan menghitung nilai *Individual Harmonic Distortion (IHD)* pada setiap bulannya dilanjutkan dengan menghitung nilai dari *Total Harmonic Distortion (THD)* pada tiap bulannya juga.

Dilanjutkan dengan menghitung efisiensi pada transformator sebelum terpengaruh harmonisa dan juga efisiensi pada transformator setelah terpengaruh harmonisa. Setelah melakukan perhitungan tersebut maka data yang diperoleh

dapat dianalisa dan disimpulkan. Akhir dari semua itu dibuat dalam bentuk skripsi.