

SKRIPSI

ANALISIS HARMONISA PADA MOTOR INDUKSI 3-FASA RAW MILL SS E3 PLANT 10 PT.INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk.

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Program Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Candra Dwi Sukardi

(20130120055)

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanggung jawab dibawah ini dengan sebenarnya menyatakan bahwa penelitian ini saya buat tanpa ada tindak plagiarisme sesuai yang berlaku pada jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Jika dikemudian hari ternyata saya melakukan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 21 April 2017

Candra Dwi Sukardi
20130120055

MOTTO

Ketaqwaan adalah jalan menuju kebahagiaan

-Candra-

Ibu kau hadir bagaikan sapu yang membersihkan segala hiruk-pikuk dalam jiwa dan menjadi semangat dalam setiap langkah dan do'a.

-Candra-

Nasihat yang paling bijak adalah nasihat yang bisa diaplikasikan dan menjadi semangat setiap hari.

-Candra-

If today were the last day of my life, would I want to do what I am about to do today ?

-Steve Jobs-

Semua yang ada dilangit dan di bumi selalu meminta pada-Nya. Setiap waktu Dia dalam kesibukan.

-QS.Ar-Rahman ayat 29-

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini adalah Tugas Akhir dari Studi S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah di selesaikan selama 4 tahun. Sebagaimana skripsi ini yaitu bukti sikap berbakti kepada orang tua sehingga dapat membuat ibunda dan ayahand memiliki senyum yang bahagia. Dengan melihat senyuman mereka hal itu sebagai tanda menuju langkah yang lebih baik lagi demi menuntut ilmu lebih tinggi lagi agar menjadi generasi muda mendatang yang bermanfaat bagi bangsa dan agama di tanah air Indonesia

Selanjutnya persembahan kepada kakak dan adik tercinta. Skripsi ini sebagai bukti juga bahwa tugas seorang anak kedua memberikan contoh kepada adiknya dalam hal menuntut ilmu. Sehingga nantinya adik – adik dapat lebih mendapatkan gambaran kedepannya bagaimana menjadi lebih baik dari kakak yang telah menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikumWr. Wb.

Dengan Mengucapkan Puji dan Syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul:

”ANALISIS HARMONISA PADA MOTOR INDUKSI 3-FASA RAW MILL SS E3
PLANT 10 PT.INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk.”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematik pembahasannya, penulis berharap Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya Tugas Akhir (Skripsi) ini tidak dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar artinya, dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elketro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak. Ir. Slamet Suropto. M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
4. Bapak Rahmat Adiprasetya Al Hasibi, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang juga dengan sabar membimbing , membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir (Skripsi) hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini.
5. Kepada penguji Bapak Rama Okta Wiyagi, S.T.,M.Eng
6. Kedua Orang tuaku, yaitu: Bapak Sugiarto dan Ibu Sri Idawati Prasetyaningsih. kakakku Cici Rahmawati Sukardi dan adikku tercinta Ade Riyan Sukardi dan segenap keluarga besarku untuk segalanya, yang telah kalian berikan sepenuh hati.

7. Kepada teman-teman ruet Hadyan, Tio, Arif, Roffy dan Hanif yang selalu mendukung disaat ngopi bersama.
8. Teman-teman Elektro angkatan 2013 yang selama ini belajar bersama dari semester 1 hingga sekarang.
9. Teman – Teman Divisi Organisasi KMTE periode 2015-2016 yaitu Febi, Acil, Nisfi, Prima dan Anggel.
10. Seseorang yang jauh disana yang selalu memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. (Insha Allah)
11. Teman-teman Inspirator Indonesia
12. Teman – Teman KKN Tematik 066 UMY 2017 Yang selalu kompak dalam hal memberikan ilmu kepada Masyarakat Pundong 1 Mlati Sleman.
13. Serta semua pihak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharpakan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya RobbalAlamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 21 April 2017

Candra Dwi Sukardi

20130120055

INTISARI

Dalam suatu negara berkembang, laju kebutuhan energi listrik kian bertambah seiring dengan bertambahnya laju pertumbuhan penduduk maupun laju perkembangan ekonomi negara. Dengan semakin berkembangnya pemakaian teknologi elektronika dalam sistem tenaga maka semakin banyak pula peralatan-peralatan *non linier* yang dipergunakan di industri. Peralatan *non linier* ini dapat mempengaruhi kualitas daya, karena beban *non linier* ini merupakan sumber utama dari gangguan harmonisa. Untuk meminimalisir dampak dari timbulnya harmonik yang terjadi pada beban-beban non linear seperti motor induksi diperlukan peralatan filter harmonik.

Di dalam penelitian ini juga dilakukan perbandingan tingkat THD arus dan tegangan berdasarkan standar IEEE dan melakukan perhitungan untuk merancang *filter pasif single tuned*. Perhitungan ini dilakukan karena timbulnya harmonisa pada motor induksi 3-fasa yang telah melebihi batas standar sehingga harus meredam harmonisa. Dan gangguan yang terjadi seperti getaran torsi yang disebabkan karena interaksi medan magnet harmonik dasar, sehingga menimbulkan kebisingan suara yang lebih tinggi.

Dan menyebabkan tambahan thermal stress pada motor-motor listrik yang berdampak pada pengurangan umur isolasi motor. Berdasarkan perbandingan dan analisis yang didapat bahwa THD arus yang terukur masih melebihi batas standar IEEE. Maka gangguan yang timbul pada motor induksi 3-fasa RAW MILL akan berdampak buruk jika tidak ditangani dengan baik dan benar.

Kata kunci : Harmonisa, THD (*Total Harmonic Distortion*), *Filter Pasif Singel Tuned*.

DAFTAR ISI

JUDUL

SURAT PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
INTISARI	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Motor-motor Listrik	7
2.2.2 Cara Kerja Motor Listrik.....	7
2.2.3 Klasifikasi Motor Listrik.....	8
2.2.4 Motor Listrik Arus-arus AC.....	9
2.2.4.1 Motor Sinkron	9
2.2.4.2 Motor Induksi.....	10
2.2.5 Konstruksi Motor Induksi	11

2.2.6 Motor Listrik Arus Searah DC	14
2.2.6.1 Motor DC Sumber Daya Terpisah	16
2.2.6.2 Motor DC Sumber Daya Sendiri.....	16
2.3 Motor Induksi 3-Fasa	18
2.3.1 Pengertian Motor Induksi 3-Fasa	18
2.3.2 Medan Putar	19
2.3.3 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	21
2.3.4 Kontruksi Motor Induksi 3 Fasa	22
2.3.4.1 Bagian Stator	22
2.3.4.2 Bagian Rotor	23
2.3.5 Hubungan antara Beban, Becepatan, dan Torsi	25
2.3.6 Pengasutan Motor Induksi 3-Fasa.....	25
2.3.7 Keuntungan dan Kerugian Motor Induksi 3-Fasa.....	27
2.4 Power Quality Analyzer.....	27
2.4.1 Mode Pengukuran	28
2.5 Harmonisa	33
2.5.1 Total Harmonic Distortion (THD)	34
2.5.2 Standar Harmonic.....	35
2.6 Sumber-sumber Harmonisa.....	36
2.6.1 Beban Linear	36
2.6.2 Beban Nonlinear.....	37
2.6.2.1 Penyearah	37
2.6.2.2 Mesin-mesin Listrik	38
2.6.2.3 Lampu Hemat Energi	38
2.7 Pengaruh Harmonisa	38
2.7.1 Efek Jangka Pendek	38
2.7.2 Efek Jangka Panjang	39
2.8 Efek Distorso Harmonik pada System Tenaga Listrik.....	39
2.8.2 Kerugian Termal dalam Lingkungan Harmonic	40

2.8.3 Harmonisa pada Transformator.....	40
2.8.4 Kerugian Besi (inti).....	41
2.8.5 Kerugian Dielektrik (isolasi).....	41
2.8.6 Efek Harmonik pada Peralatan Sistem Tenaga.....	41
2.8.6.1 Capasitor Bank	42
2.8.6.2 Mesin Berputat	42
2.8.7 Proteksi, Komunikasi dan Peralatan Elektronik	43
2.9 Resonansi	43
2.9.1 Resonansi Seri	44
2.9.2 Resonansi Paralel	44
2.10 Filter Harmonik	44
2.10.1 Filter Pasif.....	44
2.10.2 Prinsip Kerja Filter Pasif	44
2.11.1 Filter Aktif Harmonik	46
2.11.2 Prinsip Kerja Filter Aktif.....	46

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	47
3.2 Waktu Penelitian	47
3.3 Tempat Penelitian.....	47
3.4 Langkah-langkah Penelitian Jadwal Penelitian Tugas Akhir	51

BAB VI ISI DAN PEMBAHASAN

4.1 Alat Ukur Power Quality Analyzer.....	52
4.2 Spesifikasi Motor RAW MILL	59
4.3 Langkah Pengukuran.....	60
4.4 Skema Pengukuran Power Analyzer	67
4.5 Cara Mendapatkan THD arus.....	68
4.6 Penjelasan Simulasi Isc dengan ETAP	72
4.7 Deskripsi Table Pengukuran THD Arus	75
4.8 Perbandingan THD Arus dengan IEEE.....	75

4.9 Cara Mendapatkan THD Tegangan	76
4.10 Deskripsi Table Pengukuran THD Tegangan	80
4.11 Perbandingan THD Tegangan dengan IEEE	80
4.12 Analisis Dampak Harmonisa	81
4.13 Filter Pasif Single Tuned.....	82
4.14 Perancangan Filter Pasif Single Tuned	84
4.15 Perhitungan Filter Pasif Single Tuned	86
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	
DAFTAR GAMBAR	
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor Listrik.....	8
Gambar 2.2 Klasifikasi Motor.....	9
Gambar2.3 Motor Sinkron	10
Gambar 2.4 Konstruksi Motor 3-Fasa.....	11
Gambar 2.5 Stator	11
Gambar2.6 Rotor Belitan	12
Gambar 2.7 Rotor Sangkar.....	13
Gambar 2.8 Motor DC	14
Gambar 2.9 Kurva Motor DC Shunt	17
Gambar 2.10 Kurva Motor DC Seri.....	17
Gambar2.11 Kurva Motor DC Campuran.....	18
Gambar 2.12 Medan Putar	20
Gambar 2.13 Kontruksi Motor Induksi 3 Fasa.....	22
Gambar 2.14 Kontruksi Stator	23
Gambar 2.15 Squirrel – Cage Rotor.....	24
Gambar 2.16 Phase Wound Rotor.....	24

Gambar 2.17 Grafik Antara Beban, Kecepatan Dan Torsi	25
Gambar 2.18 Hubungan Star.....	26
Gambar 2.19 Hubungan Delta	26
Gambar 2.20 Bagian-Bagian Peralatan.....	32
Gambar2.21 Power Quality Analyzer.....	33
Gambar2.22 Gelombang Sinusoidal Murni dan Hasil Distorsi Harmonik	34
Gambar2.23 Orde Gelombang Harmonisa.....	34
Gambar 2.24 Gelombang Arus Beban Linear.....	37
Gambar 2.25 Gelombang Arus Beban Nonlinear	37
Gambar 2.26 Filter Pasif	45
Gambar 2.27 Skema Pemasangan	45
Gambar 2.28 Filter Aktif.....	46
Gambar 2.29 Skema Pemasangan Filter Aktif.....	46
Gambar 3.1 Peta lokasi Penelitian	48
Gambar 4.1 Fluke series 435.....	52
Gambar 4.2 Pengukuran pada masing-masing R, S, T.....	61
Gambar 4.3 Jenis sambungan yang digunakan pada motor induksi 3-fasa.....	62
Gambar 4.4 Menentukan frekuensi	62
Gambar 4.5 Menentukan tegangan nominal	62
Gambar 4.6 Menentukan batas-batas untuk kualitas daya monitor	63
Gambar 4.7 Menentukan skala arus	63
Gambar 4.8 Menentukan skala tegangan	64
Gambar 4.9 Display Information <i>Power Quality Analyzer</i>	64
Gambar 4.10 Tampilan <i>software power log</i>	66
Gambar 4.11 Skema pemasangan alat ukur power analyzer.....	67
Gambar 4.12 Simulasi ETAP mencari arus hubung singkat (Isc)	71
Gambar 4.13 Hasil simulasi Isc pada motor	73
Gambar 4.14 Grafik THD arus terhadap waktu	74
Gambar 4.15 Grafik THD tegangan terhadap waktu	79

Gambar 4.16 Skema pemasangan <i>filter pasif single tuned</i>	82
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar IEEE THD Arus	35
Tabel 2.2 Standar IEEE THD Tegangan	36
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir	51
Tabel 4.1 Spesifikasi Power Quality Analyzer	53
Tabel 4.2 Motor Induksi 3 Fasa RAW MILL	59
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran THD Arus Orde 1 sampai 50	69
Tabel 4.4 Standar Harmonisa IEEE 519-1992 untuk Arus	76
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran THD Tegangan Orde 1 sampai 50	77
Tabel 4.6 Standar IEEE THD 519-1992 untuk Tegangan	81
Tabel 4.7 THD orde 3	84
Tabel 4.8 THD orde 5	85
Tabel 4.9 THD orde 7	85
Tabel 4.10 Spesifikasi <i>filter pasif single tuned</i>	87