

## **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**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

### TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh:

Candra Dwi Sukardi

20130120055

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

2017

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal:

21 April 2017

Mengetahui

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Slamet Suropto. M.Eng**  
**NIK: 19611118199209123010**




**Rahmat Adiprasetya. S.T.,M.Eng**  
**NIK: 197511112005011002**

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

Disusun Oleh:  
Candra Dwi Sukardi  
20130120055

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2017**

Telah Dipertahankan dan Disahkan Pada Tanggal 21 April 2017

**Susunan Dewan Penguji****Dosen Pembimbing I****Dosen Pembimbing II**

**Ir. Slamet Satripto. M.Eng**  
NIK: 19611118199209123010




**Rahmat Adiprasetya A.H. S.T., M.Eng**  
NIK: 197511112005011002

**Penguji**

**Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng**  
NIK: 19861017201504123079

Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

**Mengesahkan****Ketua Program Studi Teknik Elektro**

**Ir. Agus Jamal. M.Eng**  
NIK: 19660829199502123020

**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 mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

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

## 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
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
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
<b>BAB VI ISI DAN PEMBAHASAN</b>	
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

4.10 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
Gambar 2.21 Power Quality Analyzer.....	33
Gambar 2.22 Gelombang Sinusoidal Murni dan Hasil Distorsi Harmonik.....	34
Gambar 2.23 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

## 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