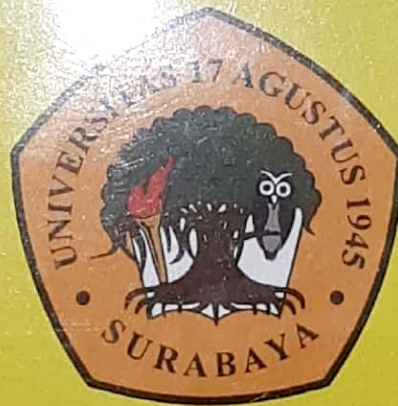


TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK
PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN
MENGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)
DAN PRESSURE TRANSMITTER DI
PT. ALBEA RIGID PACKAGING SURABAYA**



Disusun Oleh :

SATRIA ARDI GUMARA

NBI : 1451600070

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2020

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK
PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN
MENGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)
DAN PRESSURE TRANSMITTER DI
PT. ALBEA RIGID PACKAGING SURABAYA**



Disusun Oleh :

SATRIA ARDI GUMARA

NBI : 1451600070

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2020

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA
MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN
MENGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) DAN
PRESSURE TRANSMITTER DI PT. ALBEA RIGID
PACKAGING SURABAYA**



Oleh:

SATRIA ARDI GUMARA
1451600070

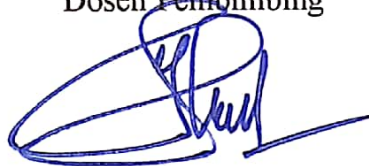
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : Satria Ardi Gumara
NBI : 1451600070
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK
PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN
MENGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE
(VSD) DAN PRESSURE TRANSMITTER DI PT.
ALBEA RIGID PACKAGING SURABAYA

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Puji Slamet, ST.MT.
NPP.20450.11.0601

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T.
NPP. 20450950422



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Satria Ardi Gumara

NBI : 1451600070

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DENGAN MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) DAN PRESSURE TRANSMITTER DI PT. ALBEA RIGID PACKAGING SURABAYA”

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 yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai pearaturan yang berlaku.

Surabaya, 12 Juni 2020



Satria Ardi Gumara

1451600070



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TLP. 031 593 1800 (EX 311)
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satria Ardi Gumara
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA MOTOR
INDUKSI TIGA PHASA DENGAN MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED
DRIVE DAN PRESSURE TRANSMITTER DI PT. ALBEA RIGID
PACKAGING SURABAYA”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 09 Juli 2020

Yang Menyatakan



KATA PENGANTAR

Puji syukur tiada terhingga saya panjatkan kepada kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmad dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Tiga Phasa Dengan Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) dan Pressure Transmitter di PT. Albea Rigid Packaging Surabaya”.

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik berupa nasehat, saran maupun kritik yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karuniaNya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Orang Tua (Ibu dan Bapak) yang telah memberikan doa dan dukungan moril maupun materil dari kecil sampai sekarang.
3. Adik tercinta Vinka Aurelia Putri dan segenap keluarga besar yang telah memberikan dorongan semangat, doa, materi, dan berbagai fasilitas selama ini.
4. Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA. selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Dr. Ir. Sajjiyo, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Puji Slamet, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Wali yang telah memberikan banyak bimbingan, pengarahan, serta semangat hingga terselesaikanya tugas akhir ini.
8. Seluruh Dosen serta Staf Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu, wawasan serta pengalaman kepada penulis selama menjalani masa kuliah.
9. Seluruh teman-teman Teknik Elektro 2016 dan kakak kelas yang selalu membantu.

10. Teman-teman PT. Albea Rigid Packaging Surabaya yang telah membantu penulis dan telah memberikan motivasi-motivasi dalam menyelesaikan skripsi
11. Lisnawati Astuti Prama yang telah memberikan dorongan semangat, serta doa selama ini.
12. Jama'ah Al-Ghibah yang telah memberikan semangat dan hiburan tiada henti tempat berbagi dikala senang dan sedih, Matur Nuwun.
13. Seluruh pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmad dan hidayah-Nya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Surabaya, 03 Juli 2020
Penulis,

Satria Ardi Gumara

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat/Kontribusi Penelitian	3
1.5.1 Bagi Mahasiswa.....	3
1.5.2 Bagi Instansi Terkait.....	3
1.5.3 Bagi Mahasiswa Lain	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi.....	5
2.1.1 Motor Induksi Tiga Phasa.....	5
2.2 Konstruksi Motor Induksi	5
2.3 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	6
2.4 Komponen Dasar Motor Induksi	10
2.5 Slip	11
2.6 Penentuan Parameter Motor Induksi	11
2.7 Memperhitungkan Rugi-rugi.....	12
2.8 Torsi Motor	12
2.9 Efisiensi dan Power Faktor	13
2.10 Pengaturan Kecepatan	13
2.11 Harmonisa	14
2.12 Sumber-sumber Harmonisa.....	15

2.13 Efek Harmonisa.....	16
2.14 Efek Harmonisa pada Pengukuran	17
2.15 Efek Harmonisa pada Faktor Daya	18
2.16 Teknik Pengurangan harmonisa	18
2.16.1 Penggunaan RSPWM	18
2.17 Filter Harmonik.....	19
2.18 <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	22
2.18.1 <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	22
2.18.2 Prinsip Kerja <i>Variable Speed Drive</i>	23
2.18.3 Rectifier atau Penyearah	24
2.19 <i>Inverter</i>	25
2.20 Energi dan Daya Listrik	27

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	29
3.3 Tahapan Penelitian	29
3.3.1 Studi Literatur	31
3.3.2 Pengambilan Data Industri	31
3.3.3 Metode Pengukuran.....	32
3.3.4 Langkah Pengukuran	33
3.3.5 Pengolahan dan Analisis Data	34
3.3.6 Pembuatan Laporan	34
3.4 Jadwal Pelaksanaan.....	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	37
4.2 Hasil Pengukuran Arus <i>Starting Motor</i>	37
4.3 Hasil Pengukuran Tegangan, Arus, Daya dan Kecepatan.....	41
4.3.1 Motor Menggunakan VSD	41
4.3.2 Motor Tanpa Menggunakan VSD	48
4.4 Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan dan Arus Motor <i>Cooling Tower</i> Dengan dan tanpa VSD & <i>Pressure Transmitter</i>	59
4.5 Analisis IHD Tegangan dan Arus Motor <i>Cooling Tower</i> Dengan Menggunakan VSD & <i>Pressure Transmitter</i>	61
4.6 Analisis IHD Tegangan dan Arus Motor <i>Cooling Tower</i> Tanpa Menggunakan VSD & <i>Pressure Transmitter</i>	62
4.7 Hasil Perhitungan <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i>	

Arus dan Tegangan	63
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

2.1	Konstruksi Motor Induksi	6
2.2	Prinsip Kerja Motor Induksi	6
2.3	Medan Putar	8
2.4	Kumparan Stator	10
2.5	Rotor Motor Induksi	10
2.6	Bentuk Gelombang Harmonisa yang ke-3,5	14
2.7	Rangkaian distribusi yang sederhana	16
2.8	Step Modulation	19
2.9	Pemasangan Filter Harmonisa Pada Sistem Tenaga Listrik	20
2.10	Rangkaian Filter Penala Tunggal	20
2.11	Rangkaian <i>Variable Speed Drive</i> (VSD)	23
2.12	Prinsip Kerja VSD	23
2.13	Rectifier	24
2.14	Penyearah gelombang penuh satu fasa dengan trafo tap	24
2.15	Penyearah gelombang penuh satu fasa jembatan	25
2.16	Blok Diagram Inverter	25
2.17	Tegangan Input Inverter	26
2.18	Tegangan Output Inverter	26
3.1	<i>Clamp Meter Deko HS-2205</i>	29
3.2	Diagram Alir Penelitian	30
3.3	Contoh pemasangan alat ukur	33
4.1	Grafik Arus, Daya & Kecepatan <i>Starting</i> motor dengan dan tanpa VSD dari tabel 4.1	38
4.2	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.2	41
4.3	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.3	42
4.4	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.4	43
4.5	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.5	44
4.6	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.6	45
4.7	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.7	46
4.8	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.8	47
4.9	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.9	48
4.10	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.10	49
4.11	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.11	50
4.12	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.12	51
4.13	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.13	52

4.14	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.14	53
4.15	Grafik Pengukuran Arus dan Daya Motor dari tabel 4.15	54
4.16	Grafik dan diagram rata-rata Arus motor dalam 1 minggu.....	55
4.17	Grafik dan diagram rata-rata Daya motor dalam 1 minggu	56
4.18	Grafik dan diagram rata-rata Kecepatan motor dalam 1 minggu.....	57
4.19	Grafik perbandingan biaya dalam 1 minggu – 1 tahun	58

DAFTAR TABEL

3.1	Tabel Pengukuran Motor	34
3.2	Jadwal Penelitian	35
4.1	Pengukuran Arus, Daya & Kecepatan <i>Starting</i> motor dengan dan tanpa VSD.....	38
4.2	Hasil pengukuran hari pertama motor dengan VSD	41
4.3	Hasil pengukuran hari kedua motor dengan VSD	42
4.4	Hasil pengukuran hari ketiga motor dengan VSD	43
4.5	Hasil pengukuran hari keempat motor dengan VSD.....	44
4.6	Hasil pengukuran hari kelima motor dengan VSD	45
4.7	Hasil pengukuran hari keenam motor dengan VSD.....	46
4.8	Hasil pengukuran hari ketujuh motor dengan VSD	47
4.9	Hasil pengukuran hari pertama tanpa VSD.....	48
4.10	Hasil pengukuran hari kedua tanpa VSD.....	49
4.11	Hasil pengukuran hari ketiga tanpa VSD.....	50
4.12	Hasil pengukuran hari keempat tanpa VSD.....	51
4.13	Hasil pengukuran hari kelima tanpa VSD.....	52
4.14	Hasil pengukuran hari keenam tanpa VSD	53
4.15	Hasil pengukuran hari ketujuh tanpa VSD	54
4.16	Hasil pengukuran harmonisa tegangan dan arus fasa R	59
4.17	Hasil pengukuran harmonisa tegangan dan arus fasa S.....	59
4.18	Hasil pengukuran harmonisa tegangan dan arus fasa T	59
4.19	Batasan Distorsi Tegangan menurut IEEE Standard 519 – 1992	60
4.20	Batasan Distorsi Arus menurut IEEE Standard 519 – 1992	60
4.21	Analisis IHD Tegangan & Arus motor dengan VSD fasa R.....	61
4.22	Analisis IHD Tegangan & Arus motor dengan VSD fasa S	61
4.23	Analisis IHD Tegangan & Arus motor dengan VSD fasa T	62
4.24	Analisis IHD Tegangan & Arus motor tanpa VSD fasa R.....	62
4.25	Analisis IHD Tegangan & Arus motor tanpa VSD fasa S	62
4.26	Analisis IHD Tegangan & Arus motor tanpa VSD fasa T	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lampiran 1 Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan dan Arus motor dengan VSD dan *Pressure Transmitter* Phasa R,S & T
- Lampiran 2 Lampiran 2 Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan dan Arus motor Tanpa VSD dan *Pressure Transmitter* Phasa R,S & T
- Lampiran 3 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 4 Foto – Foto Penelitian Skripsi

ABSTRAK

Analisis penggunaan energi listrik pada motor induksi tiga fase dengan menggunakan *variable speed drive (VSD)* dan *pressure transmitter* akan mempengaruhi daya listrik di PT. Albea Rigid Packaging Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pemakaian daya, biaya penggunaan energi listrik dan perbedaan harmonisa pada motor *Cooling Tower* dengan dan tanpa menggunakan *Variable Speed Drive (VSD)* dan *Pressure Transmitter*. Metode pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pengumpulan data pembebanan motor *Cooling Tower* yaitu data tegangan, arus, daya dan kecepatan motor. Pengumpulan data harmonisa arus dan tegangan pada fasa R, S dan T guna mengetahui besarnya IHD dan THD arus dan tegangan apakah sudah sesuai standar IEEE 519. 1992. Berdasarkan hasil penelitian penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* dan *Pressure Transmitter* dapat mengurangi 58,5% arus starting, 42,4% penggunaan energi dan 42,3% konsumsi daya listrik. Besarnya IHD-V hasil pengukuran masih dibawah batas standar IEEE 519. 1992. Untuk IHD-V sebesar 3% yaitu sekitar 0.1% - 2.2% dan THD-V tidak ada yang melebihi standar. Untuk IHD-I motor dengan VSD ditemukan arus yang melebihi standar IEEE 519. 1992 terdapat pada tabel 4.21 - 4.23 di fasa R ordo 3 = 6,8%, ordo 19 = 1,7%, fasa S ordo 3 = 6,5% dan fasa T ordo 3 = 6,5%. Motor tanpa VSD ditemukan arus yang melebihi standar IEEE 519. 1992 terdapat pada fasa R ordo 3 = 6,4%, fasa S ordo 3 = 6,5% dan fasa T ordo 3 = 7%.

Kata kunci : Variable Speed Drive, Pressure Transmitter, Harmonisa

ABSTRACT

Analysis of the use of electrical energy in a three-phase induction motor using a variable speed drive (VSD) and a pressure transmitter will affect the electrical power at PT. Albea Rigid Packaging Surabaya. This study aims to determine the comparison of power consumption, the cost of using electricity and harmonics differences in the Cooling Tower motor with and without using Variable Speed Drive (VSD) and Pressure Transmitter. The method of conducting the research was carried out by collecting cooling tower motorized data, namely voltage, current, power and motor speed data. The collection of current and voltage harmonics data on phase R, S and T to determine the amount of IHD and THD current and voltage are in accordance with IEEE 519. 1992 standards. Based on the results of research using Variable Speed Drive (VSD) and Pressure Transmitter can reduce 58.5% starting currents, 42.4% energy use and 42.3% electricity consumption. The amount of IHD-V measurement results is still below the IEEE 519. 1992 standard. For IHD-V of 3% which is around 0.1% - 2.2% and THD-V nothing exceeds the standard. For IHD-I motors with VSD, currents exceeding the IEEE 519. 1992 are found in Table 4.21 - 4.23 in Phase R 3 = 6.8%, Order 19 = 1.7%, Phase S Order 3 = 6.5% and phase T order 3 = 6.5%. Motors without VSD found currents that exceed the IEEE 519 standard. 1992 are found in Phase R 3 = 6.4%, Phase S 3 = 6.5% and Phase T 3 = 7%.

Keywords: Variable Speed Drive, Pressure Transmitter, Harmonics