

**ANALISA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA
MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE DI BAG SHIP LOADER
(BSL) PT. PUPUK SRIWIDJAJA**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
JurusanTeknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh
GRITTARINI ADELLIA
03041181520036

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE DI BAG SHIP LOADER (BSL) PT. PUPUK SRIWIDJAJA



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

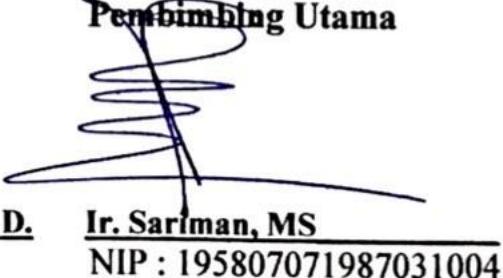
Oleh :

GRITTARINI ADELLIA

03041181520036



Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana stara satu (S1)

Tanda Tangan :
Pembimbing Utama : Ir. Sariman , MS
Tanggal : 19 , Juli , 2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Grittarini Adellia

NIM : 03041181520036

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Judul Skripsi : Analisa Pengaturan kecepatan Motor Induksi 3 Fasa
Menggunakan *Variable Speed Drive* di Bag Ship Loader (BSL) PT.
Pupuk Sriwidjaja

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisa Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Variable Speed Drive Di Bag Ship Loader (BSL) PT. Pupuk Sriwidjaja” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019



Grittarini Adellia

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE DI AREA BAG SHIP LOADER (BSL) PT. PUPUK SRIWIDJAJA”. Serta Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan Insyaallah pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak **Ir. Sariman, M.S.** sebagai pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan serta dukungan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan, dan penulis juga mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Ibu Herlina, S.T, M.T. selaku Sekretaris ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. yang telah turut membantu membimbing tugas akhir saya dan memberikan arahan serta saran.
5. Bapak Ir. H. Hairul Alwani HA, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmunya selama perkuliahan terkhusus untuk dosen-dosen Sistem Tenaga Listrik.
7. Segenap Staf Administrasi Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Untuk kedua orangtuaku (Abd. Toyib dan Ro'aini) dan saudariku (Azzahranina Tryolinna) yang sangat saya sayangi terimakasih atas doa,

semangat, serta nasihat-nasihat dan perhatian moril dan material yang diberikan untuk saya.

9. Terima kasih kepada staf dan karyawan di PT. Pupuk Sriwidjaja yang telah membantu dalam proses pengambilan data.
10. Sahabat Seperjuanganku dari awal sampai akhir perkuliahan yang telah memberikan support dan doanya (Amanda Septania, Amelia regita, Annisa Sakinah, Ana Diana, Ahmad shofi)
11. Teman-teman seperjuangan yang lain (kak Ricky Widianto, Rayen, Rahmat, Peper, Rozan, Pras, Ilham, Eswin, Bayu, kak Rizky, Rafi, Kevin)
12. Keluarga Besar Teknik Elektro 2015 Kampus Bukit Universitas Sriwijaya.
13. Sahabatku yang aku sayangi terimakasih atas supportnya (Anatasya, Stella, Meilanda, Risky Nuari)
14. Sahabat sewaktu SMA sampai sekarang terimakasih untuk dukungannya (Anugerah, Niku, Renny, Nia, Ayunur, Fadel, Ihsan, Rento, Robby, Ecak, Nday, Tiara, Erike)
15. Untuk segenap keluarga Asisten Distribusi Sistem Tenaga Listrik.
16. Pihak – pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangsih ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	vii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	v
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II.....	6
TINJAUAN PUSAKA	6
2.1 Motor Induksi 3 Fasa.....	6

2.2 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa	7
2.2.1 Stator.....	8
2.2.2 Rotor	10
2.2.3 Bantalan (Bearing).....	13
2.3 Prinsip kerja Motor Induksi 3 Fasa	13
2.4 Slip.....	15
2.5 Medan Putar	16
2.6 Torsi	18
2.7 Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa.....	19
2.8 Pengaturan Putaran Motor Induksi	20
2.8.1 Pengubahan jumlah kutub	21
2.8.2 Pengubahan tegangan sumber	21
2.8.3 Pengaturan tahanan luar	22
2.8.4 Mengubah Frekuensi jaringan	24
2.9 Variabel Speed Drive (VSD)	24
2.9.2 Prinsip Kerja VSD	26
2.10 Inverter	27
2.11 Pulse Width Modulation	28
 BAB III	33
METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Lokasi	33
3.2 Waktu Penelitian	33
3.3 Metode Penelitian	34
3.4 Pengumpulan Data	34
3.4.1 Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa	34
3.4.2 Variable Speed Drive.....	35
3.5 Tahapan Langkah Penelitian	36
3.6 Rencana Rumus yang Akan Digunakan	37
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	38

BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Hasil Pengukuran	39
4.2 Analisa Perhitungan	42
4.2.1 Perhitungan Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan Motor Induksi	42
4.2.2 Perhitungan Pengaruh Frekuensi Terhadap Torsi Motor Induksi	45
4.2.3 Perhitungan Pengaruh Frekuensi Terhadap Efisiensi Motor Induksi	51
4.3 Pembahasan	57
 BAB V.....	59
KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Referensi sebagai Sumber Penelitian	2
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	33
Tabel 3.2 Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa.....	35
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Pengaturan Kecepatan Motor VSD.....	39
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan pengaruh perubahan Frekuensi Terhadap Kecepatan Motor Induksi	45
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan pengaruh perubahan Frekuensi Terhadap Nilai Torsi Untuk Motor Induksi	50
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Pengaruh Perubahan Frekuensi Terhadap Nilai Efisiensi Untuk Motor Induksi.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa	8
Gambar 2.2 Konstruksi Stator dengan Alur-Alurnya	9
Gambar 2.3 Motor Induksi Rotor Sangkar.....	11
Gambar 2.4 Motor Induksi Rotor Lilit.....	12
Gambar 2.5 Bearing	13
Gambar 2.6 Diagram phasor fluksi tiga fasa.....	17
Gambar 2.7 Medan putar pada motor induksi tiga fasa	17
Gambar 2.8 Arah fluks yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir dalam suatu lingkar	17
Gambar 2.9 Diagram vektor untuk fluks total pada keadaan $t_1, t_2, t_3, t_4 \dots$	18
Gambar 2.10 Mengubah Jumlah Kutub	21
Gambar 2.11 Karakteristik Pengaturan Tegangan	22
Gambar 2.12 Grafik Karakteristik Kopel Kecepatan.....	22
Gambar 2.13 Pengontrol Kecepatan Dari Motor Induksi Rotor Lilit Yang Menggunakan Tahanan	23
Gambar 2.14 Prinsip Kerja VSD.....	26
Gambar 2.15 Bagian Utama Inverter	27
Gambar 2.16 Pembentukan Gelombang AC dengan Teknik PWM	29
Gambar 2.17 Pembangkitan PWM Sinusoida.....	31
Gambar 2.18 PWM Waveform	31
Gambar 3.1 Name Plate Motor Induksi 3 Fasa	35
Gambar 3.2 Variebel Speed Drive Altivar 71	36
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Pengukuran Frekuensi 10 Hz	40
Gambar 4.2 Pengukuran Frekuensi 15 Hz	40
Gambar 4.3 Pengukuran Frekuensi 20 Hz	41
Gambar 4.4 Pengukuran Frekuensi 25 Hz	41
Gambar 4.5 Pengukuran Frekuensi 30 Hz	42

Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Frekuensi Pada kecepatan Motor Induksi.....	45
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Frekuensi Terhadap Torsi Motor Induksi	50
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Frekuensi Terhadap Daya Output Motor Induksi	51
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Frekuensi Terhadap Efisiensi Motor Induksi	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Alur Distribusi Urea di PT. Pupuk Sriwidjaja

Lampiran 2 Motor Induksi 3 Fasa di PT. Pupuk Sriwidjaja (Motor Gantry Barat
dan Motor Gantry timur)

Lampiran 3 Name Plate Motor Induksi 3 Fasa di PT. Pupuk Sriwidjaja

Lampiran 4 Variable Speed Drive Altivar 71 di PT. Pupuk Sriwidjaja

Lampiran 5 Single Line Diagram Variable Speed Drive Altivar 71 di PT. Pupuk
Sriwidjaja

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada saat ini sangat pesat apalagi dalam penggunaan mesin-mesin listrik dan motor induksi adalah motor yang paling banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari yaitu sebagai penggerak utama mesin-mesin di dunia industri, hal ini karena motor induksi memiliki beberapa keunggulan, diantaranya memiliki efisiensi yang relatif tinggi, konstruksi yang sederhana dan kuat, serta mudah dan murah dalam perawatannya. Namun pada industri umumnya menghendaki motor listrik yang bisa diatur kecepatan putarannya, untuk mendapatkan variasi kecepatan motor bukan hal yang sederhana. Sebagian besar alat yang digunakan sebagai pengatur kecepatan putaran motor induksi tiga fasa adalah *Variable Speed Drive (VSD)*. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh alat pengendali frekuensi terhadap kecepatan motor induksi tiga fasa. Frekuensi yang dikendalikan mulai dari 10 Hz sampai 30 Hz dan putaran motor yang dihasilkan sangat lebar yaitu 299 Rpm sampai dengan 899 Rpm. Hasil penelitian ini adalah perubahan frekuensi dapat menyebabkan perubahan kecepatan putaran motor induksi 3 fasa. Semakin besar data frekuensi yang diubah, maka kecepatan putaran motor induksi akan berubah semakin cepat.

Kata kunci : *Variable Speed Drive, Motor Induksi, Frekuensi, Inverter*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Ir. Sariman, MS
NIP : 195807071987031004

ABSTRACT

The development of technology at this time is greatly expanded in the use of an electric motor and the induction motor is one of the commonly used electric machines which is as the prime mover of machines in the industrial. That is because the induction motor has several superiorities, which are highly efficient simple, robust, and easy in maintenance. But in the industry generally requires an electric motor that adjust the motor speeds. To get a variation of the motor speed is not that simple. The control system commonly used a *Variable Speed Drive (VSD)* to control the three-phase induction motor speeds. The purpose of this study was to discuss the effect of frequency regulation toward the speed of a three-phase induction motor. The frequency changed from 10 Hz to 30 Hz and the motor rotation produced is very wide, which is 299 Rpm up to 899 Rpm. The results of this study are the changing of the frequency can affect the rotation speed of a three-phase induction motor. The higher the frequency data that is set, the faster the rotation of the induction motor will be changed.

Keywords : *Variable Speed Drive, Induction Motor, Frequency, Inverter*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Palembang, Juli 2019

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Sarifman, MS
NIP : 195807071987031004

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang, perkembangan kemajuan teknologi tumbuh sangat pesat apalagi di dalam bidang sistem tenaga listrik, khususnya dalam penggunaan mesin-mesin listrik yang digunakan secara umum untuk mengubah energi listrik menjadi gerak, sebagai contohnya yaitu motor induksi. Motor induksi 3 fasa adalah jenis motor yang pada umumnya paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dibandingkan dengan motor yang lain, yaitu sebagai penggerak utama mesin-mesin di bidang industri maupun untuk kebutuhan rumah tangga.

PT. Pupuk Sriwidjaja merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produsen pupuk urea dimana dalam menunjang aktifitas produksinya dibantu oleh motor-motor listrik. Motor induksi 3 fasa banyak menjadi pertimbangan dalam penggunaanya karna motor induksi 3 fasa memiliki banyak keunggulan diantaranya yaitu memiliki konstruksi yang sangat kokoh dan sederhana, harga yang relatif murah, dibandingkan motor yang lain motor induksi ini memiliki efisiensi yang tinggi pada keadaan normal, dan perawatannya yang mudah.

Motor induksi pada umumnya dioperasikan pada kecepatan yang konstan dan pada industri umumnya menghendaki motor listrik yang bisa diatur kecepatan putarannya sesuai dengan apa yang dibutuhkan, karna pada pemakaian pengoperasian motor induksi membutuhkan pengaturan kecepatan yang bervariasi. Oleh sebab itu, diperlukan teknologi yang dapat mengendalikannya.

Untuk mengatur kecepatan motor tersebut harus dikendalikan dengan mengubah frekuensi yang masuk pada motor induksi dengan menggunakan alat yang dinamakan *Variable Speed Drive* yang dihubungkan langsung dengan motor induksi 3 fasa. Secara sederhana, *Variable Speed Drive* ini

mengubah frekuensi untuk menjadi lebih kecil atau lebih besar dengan cara mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan kemudian dijadikan tegangan AC lagi tetapi dengan frekuensi yang berbeda. Dengan menggunakan *Variable Speed Drive*, kecepatan putaran motor bisa diubah-ubah maupun di setting dengan sesuai kebutuhan.

Banyaknya penggunaan *Variable Speed Drive* untuk mengatur kecepatan motor induksi, maka pada tugas akhir ini membahas mengenai pengaruh kecepatan yang terjadi pada motor induksi 3 fasa terhadap perubahan frekuensi, sehingga penulis mengambil judul “**ANALISA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN VARIABEL SPEED DRIVE DI AREA BAG SHIP LOADER (BSL) PT. PUPUK SRIWIDJAJA**”.

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun sebagai jurnal pendukung yaitu :

Tabel 1.1 Referensi sebagai Sumber Penelitian

No	Judul	Oleh	Objek Yang Diteliti
1.	Pengujian Unjuk Kerja Deni Nurul Huda, Pengujian VSD VF- <i>Variable Speed Drive VF-</i> Program Studi D-3 S9 Tanpa Beban dan S9 dengan Beban Motor Teknik Listrik, Berbeban Induksi 3 Fasa 1 HP Politeknik Negeri Bandung		
2.	Pengaturan Kecepatan Elvy Sahnur Nasution, Pengujian dengan Motor Induksi 3 phasa Arnawan Hasibuan, inverter tipe ATV12 Dengan Merubah Dosen Teknik Elektro (Altivar 12P) dengan Frekuensi Menggunakan Universitas Metode Eksperimen Inverter ALTIVAR 12P Malikussaleh Dengan Mengatur Lhokseumawe Frekuensi		

Yogi Pranata, Teguh

3. Analisis Unjuk kerja Arfianto, Nandang Perhitungan Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa Taryana, Teknik Penghematan Daya Menggunakan Inverter 3 Elektro, Institut Listrik Fasa Teknologi Nasional Bandung

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas diperoleh rumusan masalah dalam tugas akhir adalah:

1. Pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor induksi?
2. Pengaruh frekuensi terhadap besaran torsi pada motor induksi?
3. Efisiensi motor induksi terhadap pengaruh penggunaan *variable speed drive*?

1.3. Batasan Masalah

Pada penulisan tugas akhir ini agar tidak sampai meluas diluar pokok bahasan, maka penulis membatasi masalah pada penyusunan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Pada tugas akhir ini membahas tentang prinsip kerja pengaturan dan menghitung frekuensi terhadap *variable speed drive* sebagai pengatur kecepatan motor induksi.
2. Tidak membahas gangguan dan harmonisa yang terjadi pada motor induksi.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk :

1. Menganalisa bagaimana kecepatan putaran motor induksi terhadap

- perubahan frekuensi menggunakan *VSD* (*Variable Speed Drive*).
2. Menganalisa pengaruh frekuensi terhadap besaran torsi pada motor induksi.
 3. Menganalisa efisiensi motor induksi terhadap pengaruh penggunaan *variable speed drive*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan ini adalah untuk dapat mengetahui pengaruh pemakaian *variable speed drive* terhadap kecepatan putaran motor induksi 3 fasa di PT. Pusri Sriwidjaja.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi lima bab, untuk mempermudah penyusunan proposal tugas akhir ini disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang permasalahan yang dibahas, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori mengenai motor induksi 3 fasa, dan penggunaan *variable speed drive* untuk mengatur kecepatan putaran pada motor induksi 3 fasa.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang metode-metode yang di pakai dalam pengambilan data, dimana meliputi pemaparan waktu dan tempat

pelaksanaan, dan tahapan-tahapan perhitungan analisa data yang sudah di dapat di PT. Pusri Sriwidjaja.

BAB IV : ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

Pada bab ini akan memaparkan tentang pembahasan berdasarkan dari data hasil penelitian yang meliputi perhitungan serta analisa dari hasil penelitian

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini berisikan tentang kesimpulan hasil dari penyelesaian masalah dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Dewi, R. Wardani, D. C. Riawan, and D. A. Asfani, “Proteksi Motor Menggunakan Rele Thermal dengan Mempertimbangkan Metode Starting,” *Surabaya*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [2] A. R. Putra, T. Sukmadi, and M. Facta, “Pengaturan Arus Rotor Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Belitan Menggunakan Buck Converter,” *Transient*, 2016.
- [3] M. Sarjan, “Perbandingan Karakteristik Motor Induksi Belitan Gelung Dengan Belitan Siral,” vol. 1, no. 1, pp. 6–15, 2011.
- [4] D. Djoekardi, *Mesin-mesin listrik motor induksi*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti, 1996.
- [5] Z. Anthony, *Mesin Listrik Arus Bolak-Balik*. padang: Penerbit Andi, 2013.
- [6] J. H. Manurung and E. Warman, “Analisis Slip Optimal Motor Induksi Tiga Fasa Untuk Efisiensi Optimal Pada Beban Rendah,” *Electr. Enginering*, pp. 100–105, 2015.
- [7] R. Berlianti, “Analisis Motor Induksi Fasa Tiga Tipe Rotor Sangkar Sebagai Generator Induksi Dengan Variasi Hubungan,” *Progr. Stud. Tek. List. Jur. Tek. Elektro Politek. Negeri padang e-mail rh14_85@yahoo.co.id*, no. 1, pp. 110–119, 2015.
- [8] M. wijaya, *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djambatan, 2001.
- [9] D. N. Huda, “Pengujian Unjuk Kerja Variabel Speed Drive Vf-S9 3 Fasa 1 Hp the Testing of Performance Vf-S9 Variable Speed Drive With Induction Motor Three Fasa 1 Hp,” *Skripsi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [10] B. Prio and E. Nurcahyo, “Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa,” vol. 01, no. September, pp. 8–16, 2017.
- [11] I. Setiawan, “Makalah seminar kerja praktek pengendalian flowrate bahan bakar dengan menggunakan variable speed driver (vsd) di pt. pertamina upms iv instalasi pengapon semarang.”

- [12] Y. Pranata, T. Arfianto, and N. Taryana, “Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Inverter 3 Fasa,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 2, pp. 91–102, 2018.
- [13] N. Evalina and A. A. H, “Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller,” vol. 3, no. 2, 2018.
- [14] R. Prasetyo, “Analisis penghematan energi pada pompa fasum menggunakan variable speed drive,” 2013.