

SKRIPSI

**ANALISA DAN PERBANDINGAN METODE PENGHASUTAN MOTOR
INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE STATOR RESISTOR DAN
AUTO TRANSFORMER STARTER DI PT. PUSRI (PERSERO)**



SKRIPSI

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

Oleh:

MUHAMMAD SOLEH

03041181621021

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA DAN PERBANDINGAN METODE PENGHASUTAN MOTOR
INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE STATOR RESISTOR DAN
AUTO TRANSFORMER STARTER DI PT. PUSRI (PERSERO)**



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

Oleh :

MUHAMMAD SOLEH

03041181621021



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

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

**Indralaya, September 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama**

Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.
NIP : 195601051985031003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Muhammad Soleh
NIM : 03041181621021
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan software *iThenticate/Turnitin*: 18%

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul “ANALISA DAN PERBANDINGAN METODE PENGHASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE STATOR RESISTOR DAN AUTO TRANSFORMER STARTER DI PT. PUSRI (PERSERO)” 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 dengan ketentuan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, September 2021

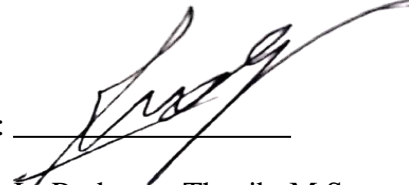


Muhammad Soleh

NIM.03041181621021

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 strata satu (S1).

Tanda Tangan

: 

Pembimbing Utama

: L. Rudyanto Thayib, M.Sc.

Tanggal

: 22 / September / 2021

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Soleh
NIM : 03041181621021
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA DAN PERBANDINGAN METODE PENGHASUTAN MOTOR
INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE STATOR RESISTOR DAN
AUTO TRANSFORMER STARTER DI PT. PUSRI (PUSRI)**

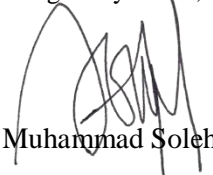
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data(*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang

Pada Tanggal : 22 September 2021

Yang menyatakan,


Muhammad Soleh

KATA PENGANTAR

Puji serta Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISA METODE PENGHASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE STATOR RESISTOR DAN AUTO TRANSFORMER STARTER DI PT.PUSRI (PERSERO)”**. Shalawat beriring salam tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, beserta para keluarganya, sahabatnya dan Insha Allah Umatnya.

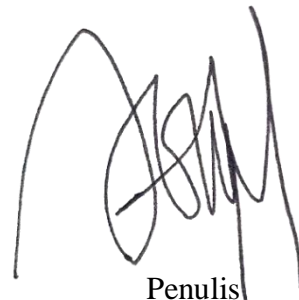
Penulis menyadari bahwa proses selama penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc selaku Pembimbing Utama dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Antonius Hamdadi, MS, Bapak Dr. Ir. Syamsuri Zaini, MM, Ibu Dr. Herlina, ST., M.T, dan Bapak Wirawan Adipradana, S.T., M.T. Selaku Penguji Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. M. Suparlan, MS selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberi motivasi dan arahan selama menentukan mata kuliah yang harus diambil.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T, M.S selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta Staff.
7. Kedua Orang Tua, kakak beserta ayuk saya tercinta, beserta keluarga besar yang senantiasa mendoakan kelancaran dalam penulisan skripsi.
8. Bapak Sulaiman selaku Pembimbing dalam pengambilan data sekaligus staff bagian listrik PUSRI STG PT.PUSRI (Persero).
9. Teman-teman Elektro Universitas Sriwijaya angkatan 2016.
10. Putri Ayu Aprilia sebagai Partner dalam penulisan skripsi
11. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
12. Serta pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga bantuan, dukungan, dan doa yang telah diberikan dapat menjadi suatu keberkahan dan di ridhoi Allat SWT. Dan penulis mengharapkan tugas akhir ini bisa memberikan sumbangsih bagi ilmu pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat bagi banyak orang

Palembang, Juli 2021



Penulis

ABSTRAK

ANALISA DAN PERBANDINGAN METODE PENGHASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE STATOR RESISTOR DAN AUTO TRANSFORMER STARTER DI PT. PUSRI (PERSERO)

(Muhammad Soleh, 03041181621021, 2021, 47 Halaman)

Motor induksi tiga fasa merupakan motor listrik yang paling banyak digunakan di bidang industri. Akan tetapi motor induksi juga mempunyai kekurangan, antara lain arus *starting* besar yang dapat mengakibatkan penurunan tegangan sistem dan mengganggu kerja sistem peralatan lain dalam satu saluran. Pada motor induksi diperlukan suatu metode *starting*, yang bertujuan untuk mengurangi arus *starting* yang besar. Metode *starting* yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Stator Resistor* dan *Auto Transformer*. Dengan menggunakan *software* ETAP 12.6, pengujian ini dilakukan pada motor induksi 0,48 kV, 152 A, 90 kW, dan faktor daya sebesar 0,82, sebagai penggerak motor pompa sungai. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Stator Resistor* memberikan arus penghasutan yang paling besar dengan nilai arus sebesar 370 %, nilai arus *starting* motor dengan metode *starting Auto Transformer* sebesar 340 %. Jatuh tegangan dengan menggunakan metode *starting Stator Resistor* sebesar kurang lebih 5% dan jatuh tegangan dengan menggunakan metode *starting Auto Transformer* sebesar kurang lebih 4%

Kata kunci : Motor Induksi, Metode *Starting* motor, ETAP 12.6



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Indralaya, 22 September 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.
NIP : 195601051985031003

ABSTRACT

ANALYSIS AND COMPARISON OF THREE-PHASE INDUCTION MOTOR METHOD WITH STATOR RESISTOR METHOD AND AUTO TRANSFORMER STARTER AT PT. PUSRI (PERSERO)

(Muhammad Soleh, 03041181621021, 2021, 47 Pages)

Three-phase induction motor is a mostly used electrical motor in industry. However, induction motors have several disadvantages, such as huge starting current causing voltage drop in a system that will interfere others parts in the system of one particular channel. Induction motor need a starting method, aiming to reduce huge starting current. The starting methods used in the research are Stator Resistor and Auto Transformer. The system are then simulated one by one using ETAP 12.6 Software, these starting methods are implemented in a 0,48 kV, 152 A, 90 kW induction motor with 0.82 power factor used to drive river pump motor. The simulation results show that Stator Resistor gives the highest starting current reduced with starting current 370 %, starting current with Auto Transformer methods is 340 %. Voltage drop with starting Stator Resistor method is 5 % and voltage drop with starting Auto Transformer method is 4 %.

Keywords : Induction motor, Starting motor Methods, ETAP 12.6

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



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

**Indralaya, September 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama**

Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.
NIP : 195601051985031003

DAFTAR ISI

COVER SKRISPSI.....	i
<u>LEMBAR PENGESAHAN</u>	ii
<u>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</u>	iii
<u>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</u>	v
<u>KATA PENGANTAR</u>	vi
<u>ABSTRAK</u>	vii
<u>ABSTRACT</u>	x
<u>DAFTAR ISI</u>	xi
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xiv
<u>DAFTAR TABEL</u>	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Manfaat Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
<u>BAB II</u>	6
<u>TINJAUAN PUSTAKA</u>	6
2.1 Motor Induksi.....	6
2.2 Konstruksi Motor Induksi	6
2.2.1 <i>Stator</i>	7
2.2.2 <i>Rotor</i> (Bagian Motor Yang Gerak).....	8
2.3 Pengertian Jatuh Tegangan	9

2.4 Metode Penghasutan <i>Direct On Line (DOL)</i>	11
2.5 Metode Penghasutan Dengan <i>Soft Start</i>	14
2.6 Metode Penghasutan Dengan <i>Star-Delta</i>	15
2.7 Metode Penghasutan Dengan <i>Stator Resistor</i>	17
2.8 Metode Penghasutan Dengan <i>Auto Trafo</i>	19
BAB III	21
METODE PENELITIAN	21
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.1.1 Lokasi.....	21
3.1.2 Waktu	21
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	23
3.2.1 Studi Literatur	23
3.2.2 Pengumpulan Data	23
3.2.3 Pengolahan Data	24
3.3 Diagram Alir Penelitian	25
BAB IV	26
HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Sistem Kelistrikan PT.PUSRI (PERSERO).....	26
4.2 Data Sistem Kelistrikan PT.PUSRI (PERSERO)	26
4.3 Simulasi Penghasutan Motor Menggunakan Metode Stator Resistor ...	30
4.4 Simulasi Penghasutan Motor Menggunakan Metode Auto Transformator.....	35
4.5 Analisa dan Pembahasan	39
4.5.1 Perbandingan Hasil Simulasi Antara Stator Resistor dan Auto Transformator	39
BAB V	43
KESIMPULAN DAN SARAN	43

5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor Induksi 3 Fasa	7
Gambar 2.2 Rangkaian <i>Direct On Line</i>	12
Gambar 2.3 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi	12
Gambar 2.4 Rangkaian <i>Soft Start</i> Dengan Thyristor	15
Gambar 2.5 Rangkaian <i>Star-Delta</i>	16
Gambar 2.6 Penghasutan Dengan Metode <i>Stator Resistor</i>	18
Gambar 2.7 Penghasutan Dengan Metode <i>Auto Trafo</i>	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Analisa Penghasutan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Metode <i>Stator Resistor</i> , dan <i>Auto Trafo</i>	24
Gambar 4.1 <i>Single Line</i> Diagram Sistem Kelistrikan	27
Gambar 4.2 Parameter <i>Stator Resistor</i>	30
Gambar 4.3 Alert <i>Stator Resistor</i>	31
Gambar 4.4 Kurva Arus <i>Stator Resistor</i>	32
Gambar 4.5 Kurva Torsi <i>Stator Resistor</i>	33
Gambar 4.6 Kurva <i>Drop</i> Tegangan <i>Stator Resistor</i>	34
Gambar 4.7 Parameter <i>Auto Transformer</i>	35
Gambar 4.8 Kurva Arus Start <i>Auto Transformer</i>	36
Gambar 4.9 Kurva Torsi <i>Auto Transformer</i>	37
Gambar 4.10 Kurva <i>Drop</i> Tegangan <i>Auto Transformer</i>	38
Gambar 4.11 Kurva Perbandingan Arus Start.....	40
Gambar 4.12 Kurva Perbandingan Speed <i>Stator Resistor</i> dan <i>Auto</i> <i>Transformer</i>	41
Gambar 4.13 Kurva Perbandingan Torsi	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	22
Tabel 4.1 Data Generator pada PT.PUSRI (PERSERO)	30
Tabel 4.2 Data <i>Transformator</i>	30
Tabel 4.3 Data Beban pada Bus 6P-4001-LVSG/MCC.....	31
Tabel 4.4 Spesifikasi Motor Pompa Sungai	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini dimana perkembangan teknologi sudah sangat maju, motor induksi banyak digunakan dalam perusahaan produksi untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksinya. Motor Induksi dipilih karena motor induksi memiliki banyak keuntungan daripada motor listrik lainnya, yaitu harganya yang lebih murah, konstruksinya yang sederhana, dan lebih kuat. Tetapi permasalahan dalam menggunakan motor induksi adalah pada saat pengasutan motor, karena motor induksi memiliki arus pengasutan yang tinggi dibandingkan arus nominalnya.

Sebagai salah satu perusahaan produksi pupuk nasional PT. PUSRI memiliki banyak motor induksi dengan berbagai kapasitas untuk menunjang aktivitas produksinya. Oleh karena itu perbedaan dalam kapasitas motor induksi mengakibatkan perbedaan dalam nilai arus starting motor tersebut. Semakin besar nilai kapasitas motor listrik tersebut, maka akan semakin besar nilai arus startingnya. Nilai dari arus *starting* motor listrik selain dipengaruhi oleh besarnya nilai kapasitas daya motor listrik, juga di pengaruhi oleh nilai arus nominal motor.

Ketika motor listrik dinyalakan, maka nilai arus startnya akan melebihi nilai arus nominal yang dimiliki oleh motor tersebut. Pada saat melakukan proses penghasutan nilai arus pada motor listrik akan mengalami lonjakan yang cukup besar. Nilai arus pada proses penghasutan motor listrik ini berkisar empat sampai tujuh kali nilai arus nominal motor tersebut, hal inilah yang menyebabkan terjadinya jatuh tegangan pada sistem listrik yang terhubung pada motor induksi tersebut [11]. Jika motor induksi memiliki kapasitas daya yang besar maka jatuh tegangan pada saat proses penghasutannya akan besar, sehingga dapat membahayakan sistem tenaga

listrik yang terhubung ke motor induksi tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Muhamad Hamdani Rizal (UI 2015) yang berjudul “Pengaruh Pengasutan Motor Induksi Terhadap Kualitas Daya Listrik” menyatakan pengasutan motor induksi akan menimbulkan arus inrush yang tinggi sehingga dapat menyebabkan jatuh tegangan yang melebihi batas yang berlebihan [1]. Serta Pramata Ahmad Erix (UNSRI 2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Metode Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Untuk Mengurangi Tegangan Jatuh Pada Bus Di PT. PUSRI (PERSERO)” menyatakan bahwa nilai dari arus starting motor listrik selain dipengaruhi oleh besarnya nilai kapasitansi daya motor listrik, juga dipengaruhi oleh arus nominal motor [10]. Aztrid Nurmalitawati (UI 2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Perbandingan Besarnya Arus Start Motor Induksi Berkapasitas Besar Terhadap Jatuh Tegangan Bus” menyatakan bahwa motor induksi tiga fasa, arus startingnya sangat dipengaruhi oleh besar kapasitas daya yang dimiliki motor tersebut. Semakin besar kapasitasnya maka arus startingnya juga semakin besar [6].

Dengan latar belakang hasil penelitian pada referensi di atas, maka penulis akan melakukan analisa metode pengasutan motor induksi 3 fasa untuk mengurangi arus pengasutan motor di PT. PUSRI (Persero).

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menganalisa arus starting motor pompa sungai dengan menggunakan Aplikasi Simulasi ETAP 12.6.
2. Melakukan perbandingan arus start motor pompa sungai dengan metode pengasutan *Stator Resistor* dan *Auto Transformer Starter*.
3. Melakukan Perhitungan Jatuh Tegangan dengan menggunakan metode pengasutan *Stator Resistor* dan *Auto Transformer Starter*

1.3 Rumusan Masalah

Untuk menjalankan proses produksinya PT. PUSRI (Persero) banyak menggunakan motor induksi berkapasitas besar salah satunya adalah motor pompa sungai, maka penulis tertarik untuk menganalisa besarnya lonjakan arus starting motor, besarnya nilai jatuh tegangan pada motor dengan menggunakan metode penghasutan *Stator Resistor* dan *Auto Transformer Starter*, dan mengevaluasi metode yang sesuai untuk penghasutan pompa sungai

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang bisa diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memahami metode penghasutan motor induksi 3 fasa.
2. Manfaat yang lain adalah agar dapat meminimalisir terjadinya pengaruh jatuh tegangan pada sistem tenaga listrik pada saat proses penghasutan motor induksi.

1.5 Batasan Masalah

Dari penulisan Tugas Akhir ini, saya akan membatasi pembahasan isi Materi Tugas Akhir saya pada poin-poin berikut :

1. Untuk menganalisa arus penghasutan motor induksi dan jatuh tegangan akibat penghasutan motor induksi akan diperoleh dengan bantuan simulasi dan perhitungan menggunakan aplikasi ETAP 12.6.
2. Pada tugas akhir ini penulis hanya menggunakan metode panghasutan metode *Stator Resistor* dan *Auto Transformer Starter*

3. Pada Tugas Akhir ini, penulis tidak akan membahas studi ekonomis peralatan yang digunakan untuk melakukan penghasutan motor.
4. Pada tugas akhir ini penulis mengabaikan panjang kabel, dan tipe kabel.

1.6 Metode Penulisan

Dalam pengerjaan penulisan tugas akhir, berikut langkah – langkah yang penulis gunakan:

1. Studi Pustaka

Metode studi pustaka merupakan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan masalah yang dibahas. Metode studi pustaka dapat juga berupa memahami, membaca dan pengumpulan data-data yang ada, hasil penelitian, kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan permasalahan, baik itu berasal dari buku-buku, jurnal-jurnal, catatan kuliah dan lain-lain sebagai referensi.

2. Wawancara

Metode wawancara dapat dilakukan dengan berkonsultasi ke pembimbing pada penulisan tugas akhir serta berkonsultasi kepada orang yang lebih mengerti serta ahli pada bidang penulisan tugas akhir ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab antara lain sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, manfaat penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengertian jatuh tegangan, pengertian motor induksi, bagian – bagian motor induksi, dan prinsip kerja motor induksi

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metode penghasutan *Direct On Line*, *Soft Start*, dan *Star - Delta*, metode *Stator Resistor* dan *Auto Transformer Starter* pengumpulan data, diagram alir mengenai metode yang digunakan dalam menghitung arus start motor dan jatuh tegangan yang ditimbulkan akibat proses penghasutan motor.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai analisa data hasil pengukuran dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang dirangkum dari keseluruhan pembahasan pada tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizal, Muhammad Hamdani. 2015. “Pengaruh Pengasutan Motor Induksi Terhadap Kualitas Daya Listrik Muhammad”. Depok : Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- [2] Muhammad, Hariansyah. 2017. “Penghasutan Motor Induksi Tiga Phasa Dengan Menggunakan Auto Transformator Berbasis Mikrokontroler AT89S51”. Bogor : Fakultas Teknik UIKA.
- [3] Sutopo, Bambang. 2005. “Sistem Kendali Soft-Stopping Pada Motor Induksi Tiga Fase Berbasis Mikrokontroler”. Yogyakarta : Program Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada.
- [4] Indra, Roza. 2018. “Aanalisis Arus Start Mootor 3 Phasa Pada Boiler Feed Water Pump (BFWP) Unit 1 PLTU Labuhan Angin Dalam Aplikasi ETAP”. Medan : Teknik Elektro Universitas Harapan Medan.
- [5] Istiqlaliyah, Hesti. 2017. “Anilisis Pengaruh Penggunaan Sistem Star Delta Dengan Manual dan PLC Pada Motor Listrik 3 Phasa”. Kediri : Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Nusantara Pgri.
- [6] Aztrid, Nurmalitawati. 2014. “Analisis Perbandingan Besarnya Arus Start Motor Induksi Berkapasitas Besar Terhadap Jatuh Tegangan Bus”. Depok : Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- [7] Sirait, David H. 2008. “ANALISIS STARTING MOTOR INDUKSI TIGA PHASA PADA PT. BERLIAN UNGGAS SAKTI TJ. MORAWA”. Medan : Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara.

- [8] Imamudin, Teguh Nur. 2016. "IMPLEMENTASI METODE SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA". Surabaya : Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9] Husodo, Budi Yanto dan Habibul Rasyid. 2017. "ANALISA PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA 2500 KW SEBAGAI PENGGERAK FAN PADA BAG FILTER". Jakarta : Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
- [10] Erix, Ahmad Pratama. 2015. "ANALISA PENGHASUTAN METODE PENGHASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA UNTUK MENGURANGI TEGANGAN JATUH PADA BUS DI PT.PUSRI (PERSERO)". Palembang : Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
- [11] Prasetya, Andyk Prob, Abdul Hamid dan Yusuf Ismail Nakhoda. 2012. "ANALISA PERBANDINGAN SISTEM PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PEENGERAK POMPA PADA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) WENDIT MALANG". Malang : Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang.
- [12] Hadisantoso, Feri Siswoyo. 2016. "ANALISA PENURUNAN TEGANGAN (VOLTAGE DROP) DAN RUGI-RUGI (LOSSES) PENYULANG MENGGUNAKAN ETAP DI GARDU INDUK BANDUNG SELATAN". Jawa Barat : Politeknik Enjinering Indorama
- [13] Badruzzaman, Yusnan. 2012. "PENGASUTAN KONVENSIONAL MOTOR INDUKSI TIGAS FASA ROTOR SANGKAR TUPAI". Semarang : Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang