

SKRIPSI

**ANALISA PERBANDINGAN ARUS *STARTING* MOTOR INDUKSI 3
FASA DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI ETAP DI PT.PERTAMINA
(PERSERO) REFINERY UNIT III PLAJU-SUNGAI GERONG**



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

Oleh:

LUCKI SEPTRISMAN TOHIR

(03041281520110)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERBANDINGAN ARUS *STARTING* MOTOR INDUKSI 3
FASA DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI ETAP DI PT.
PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III PLAJU SUNGAI-
GERONG**



SKRIPSI

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

Oleh :

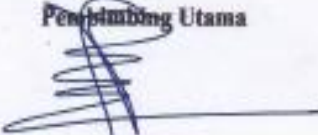
**LUCKI SEPTRISMAN TOHIR
(03041281520110)**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**


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

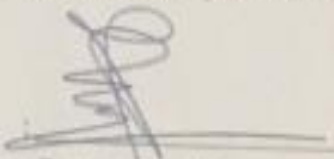
Indralaya, Juli 2019

**Menyetujui,
Penyimbang Utama**


Ir. Sariman, MS
NIP: 195807071987031004

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 : Ze Samman MS

Tanggal : 08 / 07 / 2019

RALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lucki Septrisman Tohir
NIM : 03041281520110
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate/Turnitin*: 2%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul "Analisa Perbandingan Arus *Starting Motor* Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Aplikasi ETAP di PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III Plaju-Sungai Gerong" merupakan hasil karya sendiri dan benar kemudiannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.



Lucki Septrisman Tohir

NIM. 03041281520110

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Analisa Perbandingan Arus *Starting* Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Aplikasi ETAP di PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III Plaju-Sungai Gerong” pada waktu yang ditargetkan.

Pembuatan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua, kakak dan keluarga yang telah memberikan dukungan sepenuhnya selama pembuatan usulan proposal skripsi
2. Bapak Prof Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS,. Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Muhammad Abuk Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Sariman Ms. selaku pembimbing tugas akhir.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
7. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2015.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Juli 2019

Lucki Septrisman Tohir

ABSTRAK

Analisa Perbandingan Arus *Starting* Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Aplikasi ETAP di PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III Plaju-Sungai Gerong

(Lucki Septrisman Tohir, 03041281520110, 2019, 48 halaman)

Motor induksi adalah motor listrik yang menggunakan arus bolak balik untuk mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik, motor induksi 3 fasa merupakan tipe motor listrik yang paling banyak digunakan untuk kegiatan industri dan peralatan rumah tangga, hal ini disebabkan oleh karakteristik motor listrik yaitu murah, sederhana, berdaya kuat dan tahan lama. Motor induksi 3 fasa memiliki arus starting yang tinggi yang dapat mengakibatkan gangguan pada sistem jika arus yang digunakan melebihi kemampuan sumber tenaga. PT. Pertamina RU III Plaju-Sungai Gerong menggunakan motor induksi dengan *rated power* hingga 1250kW dengan jumlah yang besar sehingga membutuhkan tegangan yang besar. Dalam upaya optimisasi penggunaan tegangan pada MCC yang ada, penulis melakukan penelitian dengan menggunakan software ETAP untuk mengetahui efek dari penggunaan metode starting alternatif untuk motor 2210-JCM pada MCC 34. Hasil dari penelitian tersebut didapat yaitu penggunaan metode *auto-transformer* pada motor 2210 JCM mengakibatkan lonjakan arus yang lebih kecil dibanding metode normal DOL yaitu 4x besar arus nominal yaitu 459A dibandingkan dengan arus yang digunakan metode DOL sebesar 697A, sedangkan metode *soft start* menghasilkan besar arus starting 381A yaitu 3x besar arus nominal sesuai dengan batas arus yang digunakan pada pengaturannya. Sementara itu penurunan tegangan dengan menggunakan metode pengasutan *auto-transformer* dan *soft start* masing masing adalah 12-14% dan 8% dibandingkan dengan penurunan tegangan dengan metode pengasutan DOL, terlihat peningkatan dalam penurunan arus awal dan penurunan tegangan dengan menggunakan kedua metode pengasutan tersebut.

Kata kunci: Motor Listrik, Pengasutan Motor, ETAP

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP :197108141999031005

Indralaya, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Ir. Sariman, MS

NIP: 195807071987031004

ABSTRACT

Comparative Analysis of 3 Phase Induction Motor Starting Current Using Software Application ETAP at PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III Plaju-Sungai Gerong

(Lucki Septrisman Tohir, 03041281520110, 2019, 48 pages)

Induction motor is a type of electrical motor which use alternating current to convert electrical energy to mechanical energy, 3 phase induction motor is the most common type of electrical motor for industry because of its characteristic which are cheap, simple and durable. 3 phase induction motor has a high starting current that can cause disturbance in the system if the starting current exceed the power capacity. PT. Pertamina RU III Plaju-Sungai Gerong utilized induction motor with high rated power up to 1250kW in large number, thus requires a large power supply. In order to optimize the power used on the existing MCC, the writer conducted a research using a software application ETAP to find out the effect of using a different starting method for motor 2210-JCM on MCC 34. The result of the test are follows: the current produced by motor 2210-JCM by using auto-transformer starting method is 4 times the nominal current of the motor or 459A which compared to the current produced by DOL Starting method which is 697A is a lot smaller, while the soft start starting method produced the current of 381A which is 3 times the nominal current of the motor which is exactly the limit set in the setting. Meanwhile the voltage drop caused by the starting of the motor using the auto-transformer and soft start methods are 12-14% drop and 8% drop respectively, compared to the voltage drop caused by using DOL starting method, the results shows improvement in reducing the inrush current and the voltage drop by using above methods.

Key words: Electric Motor, Starting Motor, ETAP

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP :197108141999031005

Indralaya, Juli 2019

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Sariman, MS

NIP: 195807071987031004

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
NOMENKLATUR.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSAKA	6
2.1 Motor Induksi	6
2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa	7
2.3 <i>Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa</i>	8
2.4 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi.....	13
2.5 <i>Locked Rotor Current</i>	15
2.6 Metode <i>Starting</i> Motor Pada Motor Induksi 3 Fasa.....	20
2.7 <i>Electrical Transient Analysis Program (E-TAP)</i>	25
2.7.1 Menjalankan Analisa <i>Motor Starting</i>	26

BAB III	29
METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	29
3.2 Metodologi Penelitian.....	29
3.3 Spesifikasi Motor Induksi 2210-JCM	31
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.5 Tahapan Penelitian.....	33
3.6 Parameter Pemilihan Metode <i>Starting</i> Alternatif	34
BAB IV	36
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Umum.....	36
4.2 Menghitung Torsi Motor	36
4.3 Menghitung <i>Locked Rotor Current</i>	37
4.3.1 Menghitung <i>Locked Rotor Current</i> Dengan Tabel kVA/HP.....	38
4.4 Hasil Simulasi Pada ETAP	39
4.4.1 Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Metode DOL.....	39
4.4.2 Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Metode <i>Auto-Transformer</i>	41
4.4.3 Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Metode <i>Soft Start</i>	42
4.5 Analisa Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Metode <i>Auto-Transformer</i>	43
.....	43
4.6 Analisa Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Metode <i>Soft Start</i>	45
BAB V.....	47
PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kode LRC NEMA Motor Induksi	15
Tabel 3.1 Tabel spesifikasi motor induksi 3 fasa 2210-JCM.....	31
Tabel 3.2 Karakteristik Torsi Motor Induksi Berdasarkan Desain <i>NEMA</i> A, B, C, D, dan E.....	34
Tabel 3.3 Tabel Hubungan Arus, Tegangan dan Torsi	35
Tabel 4.1 <i>Alarm Report Dol</i>	39
Tabel 4.2 <i>Alarm Report Soft Start</i>	42
Tabel 4.3 <i>Alarm Report Auto-Transformer</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Motor Induksi 3 Fasa.....	8
Gambar 2.2. Stator Motor Induksi	9
Gambar 2.3. Rotor Sangkar Tupai	9
Gambar 2.4. Rotor Belitan	10
Gambar 2.5. Rangka Enclosure Motor Tertutup.....	11
Gambar 2.6. <i>Ball Bearing</i>	11
Gambar 2.7. Poros Motor.....	12
Gambar 2.8. Rangkaian Ekvivalen Motor Induksi.....	13
Gambar 2.9. Kurva Karakteristik Torsi Pada Motor Induksi.....	19
Gambar 2.10. Kurva Karakteristik Arus Awal Starting Motor Induksi.....	20
Gambar 2.11. Diagram Metode <i>Starter</i> DOL	22
Gambar 2.12. Diagram <i>Wye-Delta Starter</i>	23
Gambar 2.13. Diagram <i>Auto-Transformer Starter</i>	24
Gambar 2.14. Diagram <i>Soft Starter</i>	25
Gambar 2.15. Panel mode <i>Motor Acceleration Analysis</i>	27
Gambar 2.17. Panel <i>Motor Editor</i>	27
Gambar 2.18. Panel <i>Study Case</i>	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1. <i>Single Line Diagram</i> Dengan Motor 2210-JCM Dalam Kondisi <i>Starting</i> Menggunakan Metode DOL.....	39
Gambar 4.2. Kurva Arus Motor 2210-JCM Dengan Metode DOL	40
Gambar 4.3. Kurva Tegangan Terminal Motor 2210-JCM Dengan Metode DOL	40

Gambar 4.4. <i>Single Line Diagram</i> Dengan Motor 2210-JCM Dalam Kondisi <i>Starting</i> Menggunakan Metode <i>Auto-Transformer</i>	41
Gambar 4.5. Kurva Tegangan Terminal Motor 2210-JCM Dengan Metode <i>Auto-Transformer</i>	41
Gambar 4.6. <i>Single Line Diagram</i> Dengan Motor 2210-JCM Dalam Kondisi <i>Starting</i> Menggunakan Metode <i>Soft Start</i>	42
Gambar 4.7. Kurva Arus Motor 2210-JCM Dengan Metode <i>Auto-Transformer</i>	43
Gambar 4.8. Kurva Arus Motor 2210-JCM Dengan Metode <i>Soft Start</i>	45
Gambar 4.9. Kurva Tegangan Terminal Motor 2210-JCM Dengan Metode <i>Soft Start</i>	46

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1.	13
Rumus 2.2.	14
Rumus 2.3.	14
Rumus 2.4.	14
Rumus 2.5.	15
Rumus 2.6.	16
Rumus 2.7.	16
Rumus 2.8.	16
Rumus 2.9.	17
Rumus 2.10.	17
Rumus 2.11.	17
Rumus 2.12.	17
Rumus 2.13.	17
Rumus 2.14.	17
Rumus 2.15.	18
Rumus 2.16.	18
Rumus 2.17.	18
Rumus 2.18.	18
Rumus 2.19.	18
Rumus 2.20.	18
Rumus 2.21.	18

NOMENKLATUR

z_{th}	= Impedansi Thevenin
R_1	= Resistansi Stator
R_2	= Resistansi Rotor
X_1	= Reaktansi Stator
X_2	= Reaktansi Rotor
X_m	: Reaktansi Magnet
V_p	: Tegangan fasa
I	: Arus motor
I_{th}	: Arus Thevenin
s	: Slip
N_s	: Kecepatan putar stator
N_r	: Kecepatan putar rotor
τ	: Torsi
P	: Daya aktif
n_s	: Kecepatan putar stator (rev/sec)
V	: Tegangan terminal
<i>Code LRC</i>	: kode <i>locked-rotor</i>
<i>HP</i>	: <i>Horsepower</i>
ω	: Kecepatan sudut
P_{AG}	: Daya aktif pada <i>air gap</i>
I_2	: Arus rotor
Z_2	: Impedansi rotor
V_{th}	: Tegangan thevenin

Alternating current : Arus bolak-balik

ElectromotiveForce : Gaya gerak listrik

Locked Rotor Current : Arus rotor terkunci

Motor starting : Pengasutan motor

Torque : Torsi

Locked rotor torque : Torsi rotor terkunci

Pull-up torque : Torsi minimum motor

Breakdown torque : Torsi maksimum motor

Full load torque : Torsi pada kecepatan penuh

Air gap : Celah udara

Rotating magneticfield: Medan magnet berputar

Direct On-line : Hubung secara langsung

Wye-delta : Hubung bintang dan segitiga

Auto-transformer : Transformator otomatis

Soft starter : Pengasutan secara perlahan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Motor induksi 3 fasa merupakan motor listrik yang paling banyak digunakan dalam operasi skala besar seperti kegiatan industri karena desainnya yang sederhana serta ketahanan dan mudahnya pemeliharannya. Motor induksi 3 fasa umumnya digunakan dalam kegiatan skala besar yang memerlukan tenaga yang besar, khususnya pada saat fasa *starting*. Motor induksi 3 fasa memerlukan arus *starting* yang sangat besar, arus *starting* yang besar tersebut dapat mengakibatkan penurunan tegangan yang besar pada sistem keseluruhan yang dapat menyebabkan alat-alat listrik pada sistem mengalami kekurangan tegangan. Oleh karenanya terdapat metode-metode *starting* motor yang dapat digunakan untuk mengurangi kemungkinan gangguan yang terjadi akibat digunakannya arus yang besar pada saat *starting* motor seperti metode *wye-delta*, *auto-transformer* dan *soft start*.

PT. PERTAMINA RU III Plaju menggunakan motor induksi 3 fasa dengan tegangan besar dengan *rated power* yang dapat mencapai 1600 kW, motor induksi 3 fasa pada PT. PERTAMINA RU III Plaju membutuhkan sistem tenaga yang kuat untuk mencegah terjadinya gangguan pada saat men-*starting* motor dengan metode *Direct On-line starter*. Dalam hal ini PT. PERTAMINA RU III Plaju-Sungai Gerong menggunakan sumber tegangan sebesar 6.9 kV untuk motor induksi ber-*rated voltage* sebesar 6.6 kV. Sistem tersebut mampu menjalankan mesin-mesin listrik yang ada pada *Motor Control Center* tempat motor induksi 2210-JCM berada tanpa mengalami penurunan tegangan yang dibolehkan pada motor.

Untuk melanjutkan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada motor 2210-JCM di PERTAMINA RU III Plaju-Sungai Gerong yang berfokus pada perbedaan arus *starting* motor 2210-JCM dengan motor lainnya, penulis melakukan simulasi dan analisa perbandingan antara metode *starting* yang digunakan oleh PT.PERTAMINA dengan metode *starting* lain untuk memberikan analisa data operasi pada motor dengan metode *starting* berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah pada sistem motor 2210-JCM berada, terdapat 4 motor induksi dengan kondisi tiga motor *running* dan satu motor *standby*. Dengan kondisi tersebut ketika semua motor diaktifkan dengan metode *starting* yang digunakan DOL terjadi penurunan tegangan sebesar 21%, yaitu dibawah batas penurunan tegangan yang diperbolehkan. Penulis melakukan simulasi menggunakan metode *starting auto-transformer* dan *soft start* dengan aplikasi ETAP untuk mengetahui apakah penurunan tegangan yang diakibatkan metode tersebut dapat membuat kondisi pada MCC-34 untuk memiliki keadaan empat motor induksi dalam keadaan *running* tanpa terjadi penurunan tegangan yang diperbolehkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menganalisa pengaruh dari pemakaian metode pengasutan *auto-transformer* dan *soft start* pada motor 2210-JCM yang menggunakan metode DOL terhadap penurunan tegangan yang diakibatkan *starting* motor dan kenaikan arus *starting* yang digunakan motor 2210-JCM dengan menggunakan *software* ETAP dan mengetahui metode mana dari ketiga metode tersebut yang memberikan penurunan tegangan dan arus *starting* terbaik pada motor.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, cangkupan pembahasan mengenai perubahan yang dapat terjadi dalam mengubah metode *starting* yang dilakukan pada *software* ETAP dibatasi tidak memfaktorkan nilai ekonomis dan kondisi fisik atau faktor eksternal yang terjadi jika metode *starting* motor 2210-JCM diganti dengan metode yang dibahas dalam tugas akhir.

1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan memanfaatkan sumber dari buku, jurnal, dan *e-book* yang berisikan teori dasar yang berkaitan dengan penelitian pada tugas akhir.

2. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data yang diambil dari perusahaan dalam bentuk *data sheet* pada motor serta referensi data yang ada dalam *archive* perusahaan milik operator yang bertugas menangani motor induksi 3 fasa yang diteliti.

3. Simulasi dan Analisis Data

Melakukan simulasi dengan program *software* komputer kemudian melakukan perbandingan dan analisa data hasil simulasi dengan membandingkan data tersebut dengan data yang terdapat pada perusahaan dan sumber referensi.

4. Bimbingan dan Konsultasi

Melakukan konsultasi dan bimbingan dari dosen pembimbing tentang topik yang diteliti.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan, sistematika penulisan di dalam tugas akhir ini terbagi sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan pembahasan masalah, manfaat pembahasan masalah, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas masalah mengenai teori dasar tentang Motor Induksi 3 fasa, jenis jenis metode *starting* motor induksi yang ada, dan aplikasi simulasi ETAP serta prosedur cara melakukan simulasi yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai tempat dan waktu penelitian tugas akhir dilakukan, waktu perencanaan penelitian, diagram alir penelitian, metode pengumpulan dan analisa data, disertai data yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi yang akan dilakukan pada *software* ETAP.

BAB IV PEMBAHASAN

Dalam bab ini disajikan materi berdasarkan data yang diambil, proses dan hasil simulasi yang telah dilakukan pada *software* ETAP masing masing pada kedua metode alternatif yang digunakan yaitu metode *starting auto-transformer* dan metode *soft start*. Kemudian akan didapatkan hasil evaluasi yang tepat dengan membandingkan data parameter parameter operasi pada motor induksi sesuai *data sheet* dengan hasil yang didapat dengan menggunakan metode *starting* lain dengan menggunakan simulasi pada *software* ETAP

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini, diberikan beberapa kesimpulan yang diambil setelah melakukan analisa dan saran yang merupakan rangkuman dari hasil pembahasan dan evaluasi yang di tinjau dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Juliana. 2018. *Skripsi* .“Analisa Starting Motor Induksi 3 Fasa Motor FC-PM-21 A dan Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM Di PT. PERTAMINA REFINERY UNIT III Planju-Sungai Gerong Palembang.
- [2] H. Austin, *Electric Motors And Drives*. 2006.
- [3] S. J. Chapman, *ELECTRIC MACHINERY FUNDAMENTALS*, 4th ed. McGraw-Hill, 2005
- [4] G. Mosca and A. P. Tipler, *PHYSICS For Scientists and Engineers*, 6th ed.
[5] R. A. S. Emeritus, *Physics*. 2004.
- [6] D. F. Petruzella, *Electric Motors and Control Systems*. New York: McGraw-Hill, 2010
- [7] A. E. Fitzgerald, C. Kingsley, and S. D. Umans, *Sixth Edition*.
- [8] T. Wildi, *Electrical Machines, Drives, and Power Systems. Fifth Edition*. New Jersey: Practice Hall, 2002.
- [9] A. Nurmalitawati, “Analisis Perbandingan Besarnya Arus Start Motor Induksi Berkapasitas Besar Terhadap Jatuh Tegangan Bus,” pp. 1–16, 2014.

- [10] H. Hwang, B. Ching, and M. Sum, "A Study of Induction Motor Starting Methods In Terms of Power,"
- [11] A. M. Bhagat, S. E. Baghele, and A. Rawada, "ANALYSIS OF DIFFERENT STARTING METHODS OF INDUCTION MOTOR," no. 2, pp. 2484–2494, 2017.duality," pp. 1–6, 2010.
- [12] J. Nevelsteen and H. Aragon, "Starting of large motors-methods and economics," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 25, no. 6, pp. 1012–1018, 1989.
- [13] H. H. Goh, M. S. Looi, and B. C. Kok, "Comparison between Direct-On-Line , Star-Delta and Auto-transformer Induction Motor Starting Method in terms of Power Quality," vol. II, pp. 1–6, 2009.
- [14] J. Larabee, B. Pellegrino, and B. Flick, "Induction motor starting methods and issues," in *Record of Conference Papers Industry Applications Society 52nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference*, 2005, pp. 217–222. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.
- [15] G. Schneider, *Altistart 48 User Manual*. Telemecanique, 2009.
- [16] K. B. Porate, "Starting Analysis of Induction Motor: A Computer Simulation by ETAP Power Station," no. 5, January, 2010.

