

TUGAS AKHIR

**ANALISA *STARTING* MOTOR INDUKSI 3 FASA MOTOR FC-PM-21 A
DAN MOTOR *COOLING TOWER* 2210 JCM/JDM DI PT. PERTAMINA
REFINERY UNIT III PLAJU-SUNGAI GERONG PALEMBANG**



Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menjadi Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Disusun oleh :

NANDA JULIANA (03041181419011)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA *STARTING* MOTOR INDUKSI 3 FASA FC-PM-21 A DAN
MOTOR INDUKSI 3 FASA *COOLING TOWER* 2210 JCM/JDM DI PT.
PERTAMINA REFINERY UNIT III PLAJU – SUNGAI GERONG
PALEMBANG**



SKRIPSI

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

OLEH

**NANDA JULIANA
03041181419011**

Indralaya, Juli 2018

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

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 sastra satu (S1)

Tanda Tangan

:  _____

Pembimbing Utama

: Ir. Sariman, MS. _____

Tanggal

: 30 Juli 2018 _____

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nanda Juliana
NIM : 03041181419011
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “*Starting Motor Induksi 3 Fasa FC-PM-21 A Dan Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM Di PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang*” 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.

Indralaya, Juli 2018



Nanda Juliana

ABSTRAK

ANALISA *STARTING* MOTOR INDUKSI 3 FASA FC-PM-21 A DAN MOTOR INDUKSI 3 FASA *COOLING TOWER* 2210 JCM/JDM DI PT. PERTAMINA REFINERY UNIT III PLAJU-SUNGAI GERONG PALEMBANG

(Nanda Juliana, 03041181419011, 2018. 43 halaman)

Motor listrik adalah motor yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang sangat dibutuhkan di dunia industri yang mencakup motor induksi. Ini karena motor induksi memiliki banyak kelebihan bila dibandingkan dengan motor listrik lainnya. Keuntungannya adalah harga yang relatif murah dengan konstruksi yang sederhana dan kuat. Namun, masalah dengan motor induksi adalah di awal, di mana motor induksi menarik arus start yang cukup besar. Dalam hal ini lonjakan arus terjadi bahwa bias mencapai 4 hingga 7 kali arus beban penuh. Dalam hal ini, ada metode *starting* yang dapat mengurangi atau menurunkan lonjakan arus. Dalam penelitian tugas akhir ini dengan memilih PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang sebagai objek penelitian. Dengan sampel data motor induksi 3 fasa Motor FC-PM-21 A dan Motor *Cooling Tower* 2210 JCM / JDM SS-2001. Metode *starting* dalam hal ini adalah metode *starting wye delta*. Pada FC-AM-21 A kapasitas motor 120 KW, kapasitas tegangan 6,6 KV dengan rangkaian arus dimulai dalam kondisi tanpa beban sebesar 86,01 A, sementara dalam kondisi beban penuh menghasilkan arus sebesar 85,76. Pada Menara Pendingin Motor 2210 JCM / JDM SS-2001 dengan kapasitas daya 1250 KW, kapasitas tegangan 6,6 KV menghasilkan arus awal dalam keadaan tanpa beban 596,32 A dan arus mulai dalam kondisi beban penuh 574,73 A.

Kata Kunci: Motor Listrik, Motor Induksi, Arus *Starting*, Metode *Starting*

ABSTRACT

ANALYSIS STARTING OF INDUCTION MOTOR 3 PHASA FC-PM-21 A AND INDUCTION MOTOR 3 PHASA COOLING TOWER 2210 JCM/JDM AT PT. PERTAMINA REFINERY UNIT III OF THE PLAJU-GERONG RIVER PALEMBANG

(Nanda Juliana, 03041181419011, 2018. 43 Page)

Electric motors are motors that convert electrical energy into a much needed mechanical energy in the industrial world that includes induction motors. This is because induction motors have many advantages when compared to other electric motors. The advantage is the relatively cheap price with a simple and powerful construction. However, the problem with the induction motor is at the start of, where the induction motor draws a considerable start current. In this case the current spike occurs that the bias reaches 4 to 7 times the full load current. In this case, there is a starting current method which can reduce or decrease the current spike. In this final project research by choosing PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang as the object of research. By sampling 3 phase induction motor data of Motor FC-PM-21 A and Motor Cooling Tower 2210 JCM / JDM SS-2001. The starting method in operation is the starting wye delta method. In the FC-AM-21 A motor capacity of 120 KW, the voltage capacity of 6.6 KV with current circuit starts in a no-load condition of 86.01 A, while in full load state produces a current of 85.76. At Cooling Tower Motor 2210 JCM / JDM SS-2001 with a power capacity of 1250 KW, a 6.6 KV voltage capacity produces a starting current in the no-load state of 596.32 A and the current starts in full load condition of 574.73 A.

Keywords: *Electric Motors, Induction Motor, Starting Currents, Methods of Starting*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT serta shalawat & salam agar selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga dan para sahabat, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul **“Analisa *Starting Motor Induksi 3 Fasa FC-PM-21 A Dan Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM Di PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang*”** tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada Bapak Ir. Sariman, MS., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama pengerjaan skripsi. Serta terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Ir. H. Hairul Alwani, HA., selaku dosen pembimbing akademik.
6. Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, MT., selaku dosen yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama pengerjaan skripsi.
7. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang InsyaAllah Bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri Bu Diah , Bpk. Slamet, Bpk. Ruslan yang telah banyak membantu.
8. Ibu, Ayah, dan kedua adik saya, serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
9. Nurriqiyatun Masrurroh S.T, Septinawati Siregar S.T, Niken Larasati S.T telah menjadi sahabat dan rekan terbaik dalam membantu dan menyelesaikan segala urusan apapun selama perkuliahan dan dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Sahabat-sahabatku Indah Rahmadhona Wijaya, M. Taufik A.md, Risma Meilisa, Delfi Tiara S.KM, yang telah menjadi rekan terbaik dalam urusan apapun yang senantiasa membantu dalam dalam situasi apapun.
11. Mustika Afriyadi yang telah ikut serta membantu dalam pengambilan data untuk penyelesaian tugas akhir.
12. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2014.

13. Dan pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga tulisan ini bisa mewakili ungkapan rasa terima kasihku kepada mereka dan akan selalu kuingat dalam sepanjang perjalanan hidupku. Semoga ALLAH SWT berkenan membalas kebaikan mereka dan meridhoi perjalanan hidup mereka.

Indralaya, Juni 2018

Nanda Juliana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.5. Metodologi Penulisan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi	5
2.2 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa.....	6
2.3. Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa	11
2.4. Rangkaian Ekivaslen Motor Induksi Tiga Fasa	12
2.5. Menentukan Parameter Rangkaian Ekivalen Motor Induksi Fasa	18
2.5.1 Uji Tanpa Beban.....	18
2.5.2 Uji Tahan Rotor.....	19
2.6. Arus Starting Motor Induksi Tiga Fasa	22
2.6.1 Metode Starting <i>Wye Delta</i> Pada Motor Induksi Tiga Fasa .	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian	25
3.2 Metode Penelitian	25
3.3. Parameter Perhitungan	26
3.4. Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa.....	27
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	29

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1 Umum.....	30
4.2 Perhitungan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Pada Keadaan Tanpa Beban Dan Keadaan Beban Penuh Pada Motor FC-PM-21 A.....	30
4.2.1. Perhitungan Parameter-Parameter Rangkaian Ekivalen Motor Induksi 3 Fasa	30
4.2.2. Perhitungan Arus Starying Motor Induksi 3 Fasa Pada Keadaan Tanpa Beban Pada Motor FC-PM-21 A.....	34
4.2.3. Perhitungan Arus Starying Motor Induksi 3 Fasa Pada Keadaan Beban Penuh Pada Motor FC-PM-21 A.....	36
4.3 Perhitungan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Pada Keadaan Tanpa Beban Dan Keadaan Beban Penuh Pada Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM.....	37
4.3.1. Perhitungan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Pada Keadaan Tanpa Beban Pada Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM.....	37
4.3.2. Perhitungan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Pada Keadaan Beban Penuh Pada Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM.....	39
4.4 Analisa Hasil Pengolahan Data.....	40

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Standar Besarnya Reaktansi Jenis Desain Rotor Berdasarkan Standar NEMA	21
Tabel 3.1. Tabel Spesifikasi Motor Listrik (Motor Cooling Tower 2210 JCM/JDM	27
Table 3.2. Tabel Spesifikasi Motor Listrik (Motor FC-PM-21 A)	28

DAFTAR RUMUS

Rumus (2.1).....	12
Rumus (2.2).....	12
Rumus (2.3).....	14
Rumus (2.4).....	14
Rumus (2.5).....	15
Rumus (2.6).....	16
Rumus (2.7).....	17
Rumus (2.8).....	17
Rumus (2.9).....	18
Rumus (2.10).....	19
Rumus (2.11).....	20
Rumus (2.12).....	20
Rumus (2.13).....	20
Rumus (2.14).....	20
Rumus (2.15).....	20
Rumus (2.16).....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa	6
Gambar 2.2. Stator	7
Gambar 2.3. Konstruksi Rotor.....	8
Gambar 2.4. Rotor Sangkar	9
Gambar 2.5. Rotor Belitan	10
Gambar 2.6. Bearing	10
Gambar 2.7. Penutup Motor	10
Gambar 2.8. Kipas/Fan	11
Gambar 2.9. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Per Fasa	13
Gambar 2.10. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi	14
Gambar 2.11. Rangkaian Ekuivalen Lain Dari Rotor Motor Induksi.....	15
Gambar 2.12. Rangkaian Ekuivalen Rotor Motor Induksi Tiga Fasa Dibebani	16
Gambar 2.13. Rangkaian Ekuivalen Rotor Motor Induksi Fasa Tanpa Beban ..	16
Gambar 2.14. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Tiga Fasa	17
Gambar 2.15. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 3 Fasa Uji Tanpa Beban...	18
Gambar 2.16. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 3 Fasa Uji Tahan Rotor	20
Gambar 2.17. Karakteristik Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa.....	22
Gambar 2.18. Metode Starting Wye Delta	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kurun waktu pada era global masa sekarang perkembangan teknologi sangat pesat pertumbuhannya. Hal ini dapat terlihat dari dengan semakin banyaknya perusahaan-perusahaan dan industri-industri yang berdiri di negeri Indonesia ini. Tentunya dalam hal ini sistem tenaga listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam bidang industri guna untuk menjalankan proses produksi dari perusahaan dan industri tersebut. Selain itu penggunaan mesin-mesin listrik juga sangat diperlukan. Salah satunya yaitu penggunaan motor induksi, hampir semua motor AC yang digunakan yaitu motor induksi. Motor induksi sangat banyak digunakan sebagai penggerak suatu beban di perindustrian. Motor induksi sangat efisien sehingga banyak diaplikasikan di bidang industri dengan kapasitas daya yang besar. Karena motor induksi memiliki kelebihan yaitu memiliki konstruksi yang sederhana dan kokoh, serta dapat stabil pada keadaan berputar normal maupun pada keadaan berbeban. Namun dibalik kelebihan yang dimiliki motor induksi terdapat suatu kendala yang sering terjadi pada motor induksi, yaitu kendala pada saat starting motor induksi.

PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong merupakan salah satu perusahaan minyak terbesar di Indonesia, memiliki banyak jenis motor listrik yang dapat menunjang kelancaran operasinya. Pada PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong tidak dapat mengetahui seberapa besar lonjakan arus *starting* yang terjadi pada saat proses starting motor. Pada saat *starting* motor, arus yang masuk pada motor induksi sangat besar, motor induksi tiga fasa akan mengalami lonjakan arus yang cukup tinggi. Arus awal yang tinggi ini bisa mencapai 4 sampai 7 kali arus nominal. Dan untuk motor yang berkapasitas besar, hal ini tidak boleh

terjadi karena dapat menyebabkan tegangan suplai pada sistem tenaga listrik turun dan dapat mengganggu proses kinerja dari peralatan listrik lainnya. Selain dari itu, starting motor induksi 3 fasa ini juga mempengaruhi besarnya kecepatan motor yang dihasilkan. Dalam hal ini, starting motor induksi sangat perlu diperhatikan dalam pengoperasian peralatan listrik. Maka dari itu, diperlukan suatu metode starting motor induksi yang dapat mengurangi atau memperkecil arus *starting* motor induksi agar pada proses produksi suatu perusahaan atau industri dapat berjalan dengan baik dan efisien sehingga dapat menghasilkan proses produksi dengan kualitas yang bagus.

Maka dari itu penyusun menjadikan PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong sebagai objek penelitian tugas akhir ini dengan judul “Analisa *Starting* Motor Induksi 3 Fasa FC-PM-21 A Dan Motor *Cooling Tower* 2210 JCM/JDM Di PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah pada PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong tidak dapat mengetahui seberapa besar lonjakan arus starting yang terjadi pada saat starting motor induksi 3 fasa. Maka dari itu penyusun menghitung besarnya arus starting motor induksi 3 fasa pada keadaan tanpa beban dan dalam keadaan beban penuh di PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang yang disebabkan pada saat proses *starting* motor induksi 3 fasa.

1.3. Pembatasan Masalah

Penulisan tugas akhir ini dibatasi dengan mengambil sampel data pada motor induksi tiga fasa di PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang yaitu motor FC-PM-21 dan Motor *Cooling Tower* 2210 JCM/JDM dengan menghitung dan menganalisa arus starting motor induksi 3 fasa. Dan juga,

pada penulisan tugas akhir ini tidak membahas mengenai pengaruh arus starting terhadap kinerja dari sistem jaringan listrik yang lainnya, dan tingkat harmonisa yang terjadi pada motor induksi 3 fasa tersebut.

1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu :

1. Untuk mengetahui besarnya arus starting motor induksi 3 fasa dalam keadaan tanpa beban dan dalam keadaan beban penuh pada motor FC-PM-21 dan motor *Cooling Tower* 2210 JCM/JDM.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari arus *starting* motor induksi 3 fasa terhadap kecepatan putar motor yang dihasilkan.

1.5. Metodologi Penulisan

Pada tugas akhir ini metode penulisan yang digunakan adalah :

a. Studi Literatur

Pada metode ini menggunakan beberapa referensi dari buku-buku, sumber pustaka, dan jurnal yang berkaitan dengan penulisan tugas akhir ini.

b. Studi Deskriptif

Metode ini dilakukan dengan cara pengambilan data-data yang dibutuhkan untuk penyusunan tugas akhir ini, dimana pengambilan data tersebut langsung terjun ke lapangan. Data-data pada penulisan tugas akhir ini mengambil sampel data pada motor induksi 3 fasa FC-PM-21 dan Motor *Cooling Tower* 2210 JCM/JDM SS-2001 di PT. Pertamina Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong Palembang.

c. Metode Konsultasi

Metode ini dilakukan melalui konsultasi dengan dosen pembimbing atau dengan dosen dan pihak instansi lain yang berkenan dengan tugas akhir ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan tugas akhir ini disusun dengan urutan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini mengemukakan gambaran menyeluruh mengenai apa yang diuraikan dalam tugas akhir ini yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang teori mengenai motor induksi 3 fasa dan metode-metode starting motor induksi 3 fasa.

BAB III. METODOLOGI

Pada bab ini menjelaskan metode-metode yang digunakan penulis untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.

BAB IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

Di bab ini berisikan perhitungan dan juga penyajian data-data hasil perhitungan serta analisa dari hasil penelitian.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari pembahasan pada tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Juliana, “Pengaplikasian Motor Induksi 3 Fasa Pada Centrifugal Pump Di PT. Medco E & P Kaji-Rimau,” Universitas Sriwijaya, 2017.
- [2] A. Kadir, *Mesin Induksi*. Jakarta: Djambatan, 2013.
- [3] M. Wijaya, *Dasar - Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djambatan, 2001.
- [4] F. Petruzella, *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Adi, 2001.
- [5] A. Nurmalitawati, A. Rahardjo, “Analisis Perbandingan Besarnya Arus Start Motor Induksi Berkapasitas Besar Terhadap Jatuh Tegangan Bus,” vol. 6, no. 2, Universitas Indonesia, 2014.
- [6] A. Probo, dkk, “Analisis Perbandingan Sistem Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa sebagai Penggerak Pompa Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)” vol. 3, no. 1, Elektro ELTEK, 2014.
- [7] T. Wildy, “Electrical Machines Drives And Power Systems Fifth Edition,” Ohio: Prentice Hall, 2002.