

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN  
TEGANGAN SUPLAI TERHADAP ARUS INRUSH PADA  
PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DI PT. KALAM  
LEVERAGE MULIA**



**Disusun Oleh :**

**MOCHAMMAD RIZKY KURNIAWAN**  
**1452100028**

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

**2025**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN  
TEGANGAN SUPLAI TERHADAP ARUS INRUSH PADA  
PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DI PT. KALAM  
LEVERAGE MULIA**



**Disusun Oleh:**

**Mochammad Rizky Kurniawan**

**1452100028**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

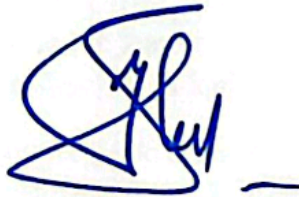
**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

NAMA : Mochammad Rizky Kurniawan  
NBI : 1452100028  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN  
TEGANGAN SUPLAI TERHADAP ARUS INRUSH  
PADA PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DI  
PT. KALAM LEVERAGE MULIA

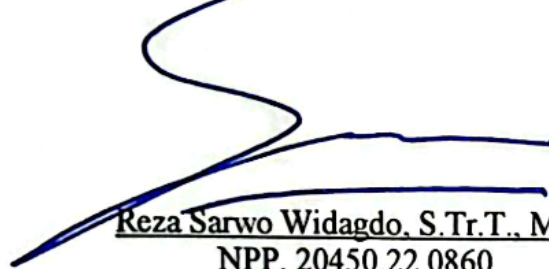
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing 1



Ir. Puji Slamet, ST., MT.  
NPP. 20450.11.0601

Dosen Pembimbing 2



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T.  
NPP. 20450.22.0860

Dekan Fakultas  
Teknik



Dr. Ir. Saivo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, ST., MT.  
NPP. 20450.11.0601

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochammad Rizky Kurniawan

NBI : 1452100028

Program Studi : Teknik Elektro

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

## **ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN SUPLAI TERHADAP ARUS INRUSH PADA PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DI PT. KALAM LEVERAGE MULIA**

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 refrensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

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

Surabaya 7 Juli 2025



Mochammad Rizky Kurniawan  
83E43ANX005209344

NBI 1452100028



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 AKADEMIS

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

Nama : Mochammad Rizky Kurniawan

NBI : 1452100028

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

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

**“ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN SUPLAI TERHADAP ARUS INRUSH PADA PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DI PT. KALAM LEVERAGE MULIA”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (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 nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal :

Yang Menvatakan

  
  
  
3A3ANX005209345

(Mochammad Rizky Kurniawan)

## ABSTRAK

Motor induksi 3 fasa merupakan komponen vital dalam berbagai aplikasi industri, termasuk di PT. Kalam Leverage Mulia. Namun, ketidakseimbangan tegangan suplai sering menjadi permasalahan yang berdampak signifikan pada kinerja motor. Penelitian ini menganalisis pengaruh ketidakseimbangan tegangan suplai terhadap arus inrush pada pengasutan motor induksi 3 fasa menggunakan metode Direct On Line (DOL) dan Star Delta. Data tegangan suplai selama 16 hari dianalisis untuk menghitung persentase ketidakseimbangan tegangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketidakseimbangan tegangan suplai memiliki pengaruh nyata terhadap kenaikan arus inrush. Pada motor 4 kW, ketidakseimbangan tegangan sebesar 1,39% menyebabkan peningkatan arus inrush DOL dari 60,64 A menjadi 62,32 A, dan arus inrush Star Delta dari 20,21 A menjadi 20,775 A. Untuk motor 18,5 kW, ketidakseimbangan 0,87% meningkatkan arus inrush DOL dari 284,58 A menjadi 289,51 A, dan arus inrush Star Delta dari 94,86 A menjadi 96,5 A. Metode pengasutan DOL menghasilkan arus inrush yang jauh lebih tinggi dibandingkan Star Delta dalam kondisi tegangan normal maupun tidak seimbang. Ketidakseimbangan tegangan juga berdampak negatif pada performa motor, termasuk peningkatan suhu belitan, torsi tidak seimbang, getaran, dan penurunan efisiensi. Metode pengasutan star delta lebih sesuai digunakan dibandingkan DOL pada kondisi suplai tegangan tidak seimbang karena menghasilkan arus inrush yang jauh lebih kecil dan gelombang arus yang lebih stabil. Dengan pengurangan arus start hingga sepertiga dari metode DOL, star delta membantu menjaga keandalan sistem dan memperpanjang umur motor induksi.

Kata kunci: Motor induksi, ketidakseimbangan tegangan, arus inrush, DOL, Star Delta.

## ABSTRAC

*Three-phase induction motors are vital components in various industrial applications, including at PT. Kalam Leverage Mulia. However, supply voltage unbalance often poses a significant problem affecting motor performance. This research analyzes the effect of supply voltage unbalance on inrush current during the starting of 3-phase induction motors using Direct On Line (DOL) and Star Delta methods. Supply voltage data collected over 16 days were analyzed to calculate the voltage unbalance percentage. The calculation results indicate that supply voltage unbalance significantly influences the increase in inrush current. For a 4 kW motor, a 1.39% voltage unbalance led to an increase in DOL inrush current from 60.64 A to 62.32 A, and Star Delta inrush current from 20.21 A to 20.775 A. For an 18.5 kW motor, a 0.87% unbalance increased DOL inrush current from 284.58 A to 289.51 A, and Star Delta inrush current from 94.86 A to 96.5 A. The DOL starting method consistently produced much higher inrush currents compared to Star Delta under both normal and unbalanced voltage conditions. Voltage unbalance also negatively impacts motor performance, including increased winding temperature, unbalanced torque, vibrations, and reduced efficiency. The star-delta starting method is more suitable than DOL in unbalanced supply voltage conditions because it produces a much smaller inrush current and a more stable surge current. By reducing the starting current to clipping compared to the DOL method, star-delta helps maintain system noise and extends the life of induction motors.*

*Keywords: Induction motor, voltage unbalance, inrush current, DOL, Star Delta.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir. Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Suplai Terhadap Arus Inrush Pada Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Di PT. Kalam Leverage Mulia” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan kuliah di Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan untuk memperoleh gelar Strata satu (S1).

Dalam menyusun laporan ini saya banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini saya mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberi kemudahan dan kelancaran serta rahmat-Nya selama pelaksanaan kerja praktek hingga selesai.
2. Bapak Puji Slamet, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Dan semua pihak yang telah membantu.

Penyusun menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan belum sempurna, untuk itu kritik dan saran pembaca kami perlukan dalam penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kami pribadi dan pembaca, khususnya Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Surabaya, 7 Juli 2025



Mochammad Rizky Kurniawan

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State Of The Art</i> .....	5
2.2 Motor Induksi 3 Fasa.....	7
2.2.1 Stator Motor Induksi 3 Fasa .....	8
2.2.2 Rotor Motor Induksi 3 Fasa .....	9
2.2.3 Motor Root Blower .....	11
2.2.4 Pompa Sentrifugal .....	12
2.3 Motor Asinkron.....	13
2.4 Slip Motor .....	14
2.5 Kecepatan Motor.....	15
2.6 Fluks Pada Motor .....	16
2.7 Torsi Motor .....	18

2.8 Suhu Berlebih Pada Lilitan Motor .....	19
2.9 Rangkaian Ekvivalen Motor Induksi.....	20
2.10 Direct On Line (DOL).....	24
2.11 Star Delta.....	25
2.12 <i>Power Quality</i> .....	27
2.13 Tegangan 3 Fasa.....	28
2.14 Arus Nominal pada Motor Induksi.....	29
2.15 Arus Inrush pada Motor Induksi .....	30
2.16 Gangguan <i>Single Phasing</i> pada Motor Induksi 3 Fasa.....	31
2.17 Ketidakseimbangan Tegangan Suplai .....	32
2.18 Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan terhadap Arus Inrush.....	33
2.19 Dampak Ketidakseimbangan Tegangan pada Performa Motor Induksi.....	34
2.20 Standar dan Pedoman Ketidakseimbangan Tegangan.....	35
2.20.1 Standar Internasional.....	36
2.20.2 Pedoman Ketidakseimbangan Tegangan.....	36
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
3.1 Kerangka Penelitian .....	39
3.2 Persiapan Alat Ukur .....	41
3.3 Data Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa 4 kW.....	42
3.4 Data Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa 18,5 kW.....	42
3.5 Data Tegangan Suplai Motor Induksi 3 Fasa 4kW dan 18,5kW.....	43
<b>BAB IV. HASIL DAN ANALISA .....</b>	<b>45</b>
4.1 Analisa Perhitungan Ketidakseimbangan Tegangan.....	45
4.2 Analisa Perhitungan Arus Nominal Motor Induksi 3 Fasa 4kW.....	46
4.3 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan DOL Saat Tegangan Normal Motor Induksi 3 Fasa 4kW.....	47
4.4 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan Star Delta Saat Tegangan Normal Motor Induksi 3 Fasa 4kW.....	47
4.5 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan DOL Saat Tegangan Tidak Seimbang Motor Induksi 3 Fasa 4kW.....	48

4.6 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan Star Delta Saat Tegangan Tidak Seimbang Motor Induksi 3 Fasa 4kW .....	49
4.7 Analisa Perhitungan Arus Nominal Motor Induksi 3 Fasa 18,5kW.....	51
4.8 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan DOL Saat Tegangan Normal Motor Induksi 3 Fasa 18,5kW.....	52
4.9 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan Star Delta Saat Tegangan Normal Motor Induksi 3 Fasa 18,5kW.....	53
4.10 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan DOL Saat Tegangan Tidak Seimbang Motor Induksi 3 Fasa 18,5kW.....	54
4.11 Analisa Perhitungan Arus Inrush Pada Pengasutan Star Delta Saat Tegangan Tidak Seimbang Motor Induksi 3 Fasa 18,5kW.....	56
4.12 Dampak Ketidakseimbangan Tegangan Suplai terhadap Performa Motor Induksi 3 Fasa pada Masing-Masing Metode Pengasutan .....	58
4.13 Starting yang Sesuai dengan Kondisi Ketidakseimbangan Tegangan antara DOL dan Star Delta.....	59
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Utama Motor Induksi 3 Fasa .....	7
Gambar 2. 2 Bagian-bagian rotor belitan[7] .....	9
Gambar 2. 3 Bagian-bagian rotor sangkar[7].....	10
Gambar 2. 4 Motor Root Blower .....	11
Gambar 2. 5 Bagian-bagian Pompa Sentrifugal. Diadaptasi dari [8]......	12
Gambar 2. 6 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi per fasa, dengan asumsi rasio $k=1$ . Diadaptasi dari [15]......	20
Gambar 2. 7 Diagram Fasor Motor Induksi. Diadaptasi dari [15]. .....	21
Gambar 2. 8 Rangkaian Ekuivalen Rotor Motor Induksi. Diadaptasi dari [15]......	22
Gambar 2. 9 Rangkaian Ekuivalen Lain Dari Rotor Motor Induksi. Diadaptasi dari [15]. .....	22
Gambar 2. 10 Rangkaian Ekuivalen Rotor Motor Induksi Yang Dibebani. Diadaptasi dari [15]......	23
Gambar 2. 11 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi. Diadaptasi dari [15]......	23
Gambar 2. 12 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Per Fasa Dengan Sisi Primer Sebagai Referensi. Diadaptasi dari [15]......	24
Gambar 2. 13 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Per Fasa Dengan Sisi Primer Sebagai Referensi. Diadaptasi dari [15]......	24
Gambar 2. 14 Rangkaian DOL beserta Torsi dan Arus Pengasutan .....	25
Gambar 2. 15 Rangkain Star Delta.....	26
Gambar 2. 16 Arus Inrush.....	26
Gambar 2. 17 Ketidakseimbangan Tegangan.....	32
Gambar 3. 1 Flowchart Kerangka Penelitian .....	39
Gambar 3. 2 Tang Ampere.....	41
Gambar 4. 1 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan DOL saat tegangan normal motor 4kW .....	47
Gambar 4. 2 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan star delta saat tegangan normal motor 4kW .....	48
Gambar 4. 3 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan DOL saat tegangan tidak seimbang motor 4kW .....	49
Gambar 4. 4 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan star delta saat tegangan tidak seimbang motor 4kW .....	50
Gambar 4. 5 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan DOL saat tegangan normal motor 18,5kW .....	52
Gambar 4. 6 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan star delta saat tegangan normal motor 18,5kW.....	54

Gambar 4. 7 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan DOL saat tegangan tidak seimbang motor 18,5kW .....	55
Gambar 4. 8 Gelombang arus inrush dan arus rated pengasutan star delta saat tegangan tidak seimbang motor 18,5kW .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengaruh ketidakseimbangan tegangan terhadap suhu belitan motor induksi 3 fasa.....	36
Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa 4 kW .....	42
Tabel 3. 2 Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa 18,5 kW .....	42
Tabel 3. 3 Data Tegangan Suplai Motor Induksi 3 Fasa 4kW dan 18,5kW .....	43
Tabel 4. 1 Tabel hasil perhitungan tegangan rata-rata, deviasi, dan ketidakseimbangan tegangan selama 16 hari .....	45
Tabel 4. 2 Arus rated dan arus inrush motor induksi 3 fasa 4kW .....	50
Tabel 4. 3 Arus rated dan arus inrush motor induksi 3 fasa 18,5kW .....	57