



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



 **SOLUSI BANGUN
ANDALAS**

PNJ – PT. SOLUSI BANGUN ANDALAS

**MODIFIKASI SISTEM *START* MOTOR DARI *STAR – DELTA* KE *SOFT
STARTER* PADA D32 – CX04**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

MUFARRIZAL

NIM. 2002315040

PROGRAM EVE

KERJASAMA PNJ – PT. SOLUSI BANGUN ANDALAS

JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI

LHOKNGA, 2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



 **SOLUSI BANGUN
ANDALAS**

PNJ – PT. SOLUSI BANGUN ANDALAS

**MODIFIKASI SISTEM *START* MOTOR DARI *STAR – DELTA* KE *SOFT
STARTER* PADA D32 – CX04**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan

Diploma III Program Studi Teknik Mesin

di Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Mufarrizal

NIM. 2002315040

PROGRAM EVE

**KERJASAMA PNJ – PT. SOLUSI BANGUN ANDALAS
JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI
LHOKNGA, 2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



QUOTE

“The grass is always greener on the other side”

(phr.) Suggests that we always want what we don't have, but ignores the fact that the grass is often greenest where we water it.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

MODIFIKASI SISTEM *START* MOTOR DARI *STAR – DELTA* KE *SOFT STARTER* PADA D32 – CX04

Naskah Tugas Akhir ini dinyatakan siap untuk melaksanakan ujian Tugas Akhir.

Oleh:

Mufarrizal

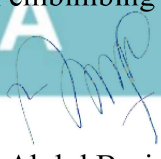
NIM. 2002315040

Lhoknga, 16 Agustus 2023

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Hasvienda M. Ridlwan, S.T., M.T
NIP.199012162018031001


Abdul Basir
NIK. 62502556

Pembimbing 3


Rahmat Hidayat, S.T
NIK. 62502508



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**MODIFIKASI SISTEM *START* MOTOR DARI *STAR – DELTA* KE *SOFT
STARTER* PADA D32-CX04**

Oleh:

Mufarrizal NIM. 2002315040

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 16 Agustus 2023
dan sesuai dengan ketentuan

Dewan Penguji

Ketua	:	<u>Hasvienda M. Ridlwan, S.T., M.T.</u> NIP. 199012162018031001	:
Penguji 1	:	<u>Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S. Pd., M.T.</u> NIP. 199403092019031013	:
Penguji 2	:	<u>Rudi Saputra</u> NIK. 62502479	:

Lhoknga, 16 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE
NIP. 197707142008121005

Performance management dan
EVE manager

Gammalia Permata Devi
NIK. 62501176



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mufarrizal
NIM : 2002315040
Program Studi : D3 – Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Lhoknga, 16 Agustus 2023

Penulis,



Mufarrizal

NIM: 2002315040



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

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

Sebagai sivitas akademika Diploma III Program EVE Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mufarrizal
NIM : 2002315040
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Konsentrasi : Rekayasa Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah yang berjudul:

“MODIFIKASI SISTEM START MOTOR DARI STAR – DELTA KE SOFT STARTER PADA D32 – CX04”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif, EVE. Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir ini sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Lhoknga

Pada Tanggal: 16 Agustus 2023

Yang Menyatakan

Mufarrizal

NIM: 2002315040



MODIFIKASI SISTEM *START* MOTOR DARI *STAR – DELTA* KE *SOFT STARTER* PADA D32 – CX04

Mufarrizal^{1,2}, Hasvienda M. Ridlwan², Abdul Basir³, Rahmat Hidayat⁴

¹)Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta

²)Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

³) *Dept. Reability Maintenance*, PT. Solusi Bangun Andalas

⁴) *Dept. Electrical & Instrument Maintenance*, PT. Solusi Bangun Andalas

^{1,2}) mufarrizal.tm20@mhs.w.pnj.ac.id, ²)hasvienda.ridlwan@mesin.pnj.ac.id, ³)abdul.basir@sig.id,

⁴)rahmat.hidayatsbi@sig.id

ABSTRAK

Motor Induksi 3 fasa merupakan alat penggerak yang banyak digunakan dalam dunia industri semen. Hal tersebut dikarenakan motor ini mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh, harganya relatif murah, serta perawatannya yang mudah. Namun, dalam pemakaiannya terdapat permasalahan awal yaitu lonjakan arus *starting* yang diterima motor induksi tiga fasa secara terus menerus dan dalam waktu yang lama akan merusak belitan motor. Metode yang dilakukan dengan cara pengambilan data, analisis data, melakukan perhitungan, perbandingan antara sistem *star-delta* dengan *soft starter*. Nilai efektifitas penggunaan metode *soft starter* dalam menurunkan nilai lonjakan arus saat *start* adalah sebesar 46,3%. Setelah menggunakan *soft starter* pada motor kompresor D32-CX04 dapat menyelesaikan beberapa masalah, seperti nilai *current start* tinggi atau masalah tentang terbakarnya komponen listrik. serta motor kompresor D32-CX04 tiga fasa tidak mengalami *start* yang berbahaya. Untuk kedepannya perlu di analisis mengenai nilai torsi pada motor, pengaruh hubungan antara parameter tegangan, arus, daya dan torsi dalam menentukan kualitas kerja motor.

Kata Kunci: Motor induksi 3 fasa, *Soft Starter*, *Current Start*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



MODIFIKASI SISTEM *START* MOTOR DARI *STAR – DELTA* KE *SOFT STARTER* PADA D32 – CX04

Mufarrizal^{1,2}, Hasvienda M. Ridlwan², Abdul Basir³, Rahmat Hidayat⁴

¹)Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta

²)Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

³) Dept. *Reability Maintenance*, PT. Solusi Bangun Andalas

⁴) Dept. *Electrical & Instrument Maintenance*, PT. Solusi Bangun Andalas

^{1,2})mufarrizal.tm20@mhs.w.pnj.ac.id, ¹)hasvienda.ridlwan@mesin.pnj.ac.id, ³)abdul.basir@sig.id,

⁴)rahmat.hidayatsbi@sig.id

ABSTRACT

3-phase Induction Motor is a driving device that is widely used in the cement industry. This is because this motor has a simple, sturdy construction, the price is relatively cheap, and easy maintenance. However, in its use there is an initial problem, namely the surge in starting current received by the three-phase induction motor continuously and for a long time will damage the motor winding.the method is carried out by taking data, analyzing data, doing calculations, comparing between the star-delta system and soft stater. The effectiveness of using the soft starter method in reducing the value of the current surge at start is 46,3%. After using the soft starter on the compressor motor D32-CX04 can solve some problems, such as high current start value or problems about burning electrical components. and the three-phase compressor motor D32-CX04 does not experience dangerous start. In the future, it is necessary to analyze the torque value of the motor, the influence of the relationship between voltage, current, power and torque parameters in determining the quality of motor operation.

Keywords: *3 Phase Induction Motor, Soft Stater, Current Start*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, atas Rahmat dan Karunia-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidak akan mudah untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Dengan rasa hormat, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. sc. H. Zainal Nur Arifin, Dipl-Ing. HTL., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ibu Gammalia Permata Devi selaku Kepala Program EVE PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk.
4. Bapak Hendry Budaya selaku Manajer *Reliability Department*.
5. Bapak Hasvienda M. Ridwan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
6. Bapak Abdul Basir selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
7. Bapak Rahmat Hidayat, S.T. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
8. Bapak – bapak anggota *Reability Maintenance* dan *Electrical & Instrument Maintenance* atas bantuannya dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.

Akhir kata, diharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan bantuan yang diterima. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran.

Lhoknga, 16 Agustus 2023

Penulis,

Mufarrizal

NIM. 2002315040



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi	4
1.6 Manfaat	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
1.7.1 Bab I Pendahuluan	5
1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka	5
1.7.3 Bab III Metodologi	5
1.7.4 Bab IV Pembahasan dan Hasil	5
1.7.5 Bab V Kesimpulan dan Saran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Motor Listrik	6
2.1.1 Prinsip Kerja Motor Listrik	6



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.2	Jenis Jenis Motor Listrik	7
2.1.3	Aplikasi Motor Listrik Dalam Industri	9
2.2	<i>Current Start</i>	11
2.3	Sistem <i>Star-Delta</i>	12
2.3.1	Prinsip Kerja Sistem <i>Star-Delta</i>	13
2.3.2	Komponen Utama Sistem <i>Star-Delta</i>	15
2.3.3	Kelebihan dan Kekurangan Sistem <i>Star-Delta</i>	16
2.3.4	Aplikasi Sistem <i>Star-Delta</i> Dalam Industri	18
2.4	Sistem <i>Soft Starter</i>	19
2.4.1	Prinsip Kerja Sistem <i>Soft Starter</i>	19
2.4.2	Komponen Utama pada Sistem <i>Soft Starter</i>	23
2.4.3	Kelebihan dan Kekurangan <i>Soft Starter</i>	24
2.4.4	Aplikasi <i>Soft Starter</i> dalam Industri.....	25
2.5	Perbandingan Antara <i>Star-Delta</i> dan <i>Soft Starter</i>	27
2.5.1	Kinerja Motor	27
2.5.2	Efisiensi Energi.....	28
2.5.3	Dampak Terhadap Sistem Listrik.....	29
2.5.4	Biaya Instalasi dan Pemeliharaan.....	30
2.5.5	Keandalan Sistem	32
2.6	Studi Kasus dan Aplikasi <i>Soft Starter</i> dalam Industri	33
2.6.1	Pengalaman Industri dalam Mengimplementasikan <i>Soft Starter</i>	34
BAB III METODOLOGI.....		36
3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	36
3.2	Penjelasan Diagram Alur Pelaksanaan Tugas Akhir	37
3.2.1	Observasi Alat dan Identifikasi Masalah	37



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.2	Studi Literatur	37
3.2.3	Pengumpulan Data	37
3.2.4	Perancangan Modifikasi dan Analisis Data	37
3.2.5	Implementasi Modifikasi	37
3.2.6	Pengujian Hasil Modifikasi	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Observasi Alat	38
4.2	Identifikasi Masalah	39
4.3	Komponen	42
4.3.1	<i>Soft Stater</i>	42
4.3.2	Kontaktor	43
4.3.3	<i>Circuit Breaker</i>	44
4.3.4	<i>Thermal Overload Relay</i>	44
4.3.5	<i>Relay</i>	45
4.3.6	<i>Transmitter</i>	46
4.3.7	<i>Transduser</i>	46
4.3.8	<i>Control Transformer</i>	47
4.3.9	Terminal Blok Listrik	47
4.4	Spesifikasi Motor Kompresor D32-CX04	48
4.5	Perhitungan Instalasi <i>Star Delta</i>	48
4.6.1	Total Arus Penuh (I_{fla} = arus beban penuh)	48
4.6.2	Arus sisi <i>Main & Delta</i> (I_{md} = arus <i>Main</i> & arus <i>Delta</i>)	48
4.6.3	Arus sisi <i>Star</i>	48
4.6.4	Nilai <i>Setting Thermal Overload</i>	49
4.6	Konsep Desain	50



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6.1	Analisis Kebutuhan Jenis <i>Stater</i> Motor.....	50
4.6.2	Pemilihan <i>Soft Stater</i>	54
4.7	Hasil Pengambilan Data pada Sistem <i>Star-Delta</i>	56
4.8	Pemasangan <i>Soft Stater</i> pada Panel Kompresor D32-CX04.....	59
4.9	Hasil Pengujian dan Pengambilan Data pada Sistem <i>Soft Stater</i>	60
4.10	Evaluasi Efisiensi Energi antara <i>Star-Delta</i> dan <i>Soft Starter</i>	66
4.11	Kelebihan dan Kekurangan	68
4.12	Biaya Tugas Akhir	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. 1 Kontaktor Terbakar dan <i>Jammed</i>	2
Gambar 1.5. 2 Lokasi Tugas Akhir	4
Gambar 2.3.1. 3 Rangkaian <i>Star-Delta</i>	14
Gambar 2.4.1. 4 Arus <i>Start</i> vs. Kecepatan Motor untuk 3 Metode <i>Start</i>	22
Gambar 3.1. 5 Diagram Alir Tugas Akhir	36
Gambar 4.2. 6 <i>Root Cause Analysis (5 Why Method)</i>	40
Gambar 4.2. 7 Perbandingan antara Beberapa Metode Sistem <i>Starting</i>	41
Gambar 4.3.1. 8 <i>Soft Stater</i> 3RW5546-6HA16	42
Gambar 4.3.2. 9 Kontaktor LC1D115	43
Gambar 4.3.2. 10 Tabel Spesifikasi Kontaktor LC1D115	43
Gambar 4.3.3. 11 <i>Circuit Breaker</i> 1 Fasa	44
Gambar 4.3.4. 12 <i>Thermal Overload Relay</i>	45
Gambar 4.3.5. 13 <i>Relay</i>	45
Gambar 4.3.6. 14 <i>Transmitter</i>	46
Gambar 4.3.7. 15 <i>Transduser</i>	46
Gambar 4.3.8. 16 <i>Control Transformer</i>	47
Gambar 4.3.9 17 Terminal Blok Listrik	47
Gambar 4.6. 18 Kriteria Pemilihan <i>Soft Stater</i>	54
Gambar 4.6. 19 Ukuran <i>Soft Stater</i>	55
Gambar 4.6. 20 Rentang Arus Operasional	55
Gambar 4.8. 21 <i>Soft Stater</i> pada Panel Kompresor D32-CX04	59



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Table 4.4. 1 Spesifikasi Motor Kompresor D32-CX04	48
Table 4.6.1. 2 Penilaian Jenis <i>Stater</i> Motor	50
Table 4.6.1 3 Pembobotan Jenis <i>Stater</i> Motor.....	52
Table 4.7. 4 Hasil Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya pada Sistem <i>Start-Delta</i>	56
Table 4.9. 5 Hasil Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya pada Sistem <i>Soft Stater</i>	60
Table 4.9. 6 Perbandingan Penurunan Nilai Arus	64
Table 4.10. 7 Evaluasi Perbandingan Komsumsi Energi pada saat 11 <i>second Start</i> Awal	66
Table 4.11. 8 Kelebihan dan Kekurangan Pemakaian <i>Soft Stater</i>	68
Table 4.12. 9 Biaya Tugas Akhir	69

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.6.1 1 Diagram Pembobotan Jenis <i>Stater</i> Motor.....	53
Grafik 4.7. 2 Parameter <i>Ampere</i> D32-CX04 Sistem <i>Star-Delta</i>	57
Grafik 4.7. 3 Parameter Tegangan D32-CX04 Sistem <i>Star-Delta</i>	58
Grafik 4.7. 4 Parameter Daya D32-CX04 Sistem <i>Star-Delta</i>	58
Grafik 4.9. 5 Parameter <i>Ampere</i> D32-CX04 Sistem <i>Soft Stater</i>	61
Grafik 4.9. 6 Parameter Tegangan D32-CX04 Sistem <i>Soft Stater</i>	62
Grafik 4.9. 7 Parameter Daya D32-CX04 Sistem <i>Soft Stater</i>	63
Grafik 4.9. 8 <i>Trendline</i> Perbandingan.....	64
Grafik 4.10. 9 <i>Running Hour</i> D32-CX04 April 2023	67

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rangkaian Motor Sistem <i>Soft Stater</i>	L-1
Lampiran 2 Daftar Harga Listrik per KWH Tahun 2023	L-3
Lampiran 3 Gambar Konstruksi <i>Soft Stater</i>	L-5
Lampiran 4 Spesifikasi Kompresor D32-CX04	L-6
Lampiran 5 Personalia	L-7





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

PT. Solusi Bangun Andalas adalah salah satu perusahaan semen terbesar di Indonesia yang sebagian besar sahamnya dikelola oleh Semen Indonesia *Group*. Seluruh proses pembuatan semen dari pertambangan hingga pengepakan menggunakan berbagai macam alat. Alat-alat yang digunakan membutuhkan perawatan untuk menjaga kehandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*), sehingga proses produksi menjadi optimal. Dalam hal perawatan tersebut alangkah baiknya diikuti dengan pemilihan *system* yang tepat bagi sebuah *equipment* agar lebih tahan lama serta efisien.

1.1 Latar Belakang

Motor Induksi 3 fasa merupakan alat penggerak yang banyak digunakan dalam industri semen. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa motor yang dimaksud memiliki konstruksi yang kokoh, ringan, biaya yang wajar, dan dapat dengan mudah dirawat. Namun ada masalah pertama kali dengan metode ini, yaitu lonjakan arus awal yang disebabkan oleh rotor pada motor tiga fase yang berjalan terus menerus dan akhirnya menyebabkan motor terlalu panas.

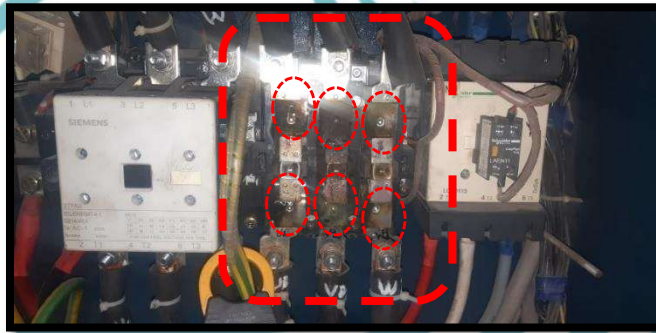
Motor induksi tiga fasa memiliki aplikasi luas dalam kontrol industri dan sistem penggerak listrik. Arus awal akan mencapai 5 ~ 7 kali dari arus pengenal saat motor dihidupkan. Kapasitas motor tegangan menengah (3KV ~ 10KV) biasanya hingga ratusan kilowatt. Arus awal akan menyebabkan tegangan catu daya turun dengan cepat dan memengaruhi perangkat lain yang berjalan di saluran listrik yang sama; Sementara itu *start* yang melintang akan menyebabkan kerusakan parah pada motor itu sendiri, terutama pada *cage bar* dan *ring ujung rotor cage* (Ying, 2003). Oleh karena itu, jika hal ini terjadi di sektor industri semen, dimana mayoritas motor-motor memiliki daya yang besar, tidak menutup kemungkinan akan terjadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lonjakan arus yang lebih parah di awal, yang tidak dapat dihilangkan karena dapat merusak kabel dan motor itu sendiri.

Gambar 1.1.1 Kontaktor Terbakar dan *Jammed* Kompresor D32-CX04 yang menggunakan sistem *Star-Delta starter* yang menghubungkan motor ke tegangan sehingga arus awal dapat mencapai motor besar. Hal ini dapat mengakibatkan beban yang signifikan pada motor dan kabel listrik, yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan.



Gambar 1.1. 1 Kontaktor Terbakar dan *Jammed*

M. A. Hannan, M. A. Islam, dan M. A. Hossain dalam jurnal "*Investigation of Contactors Failure in Star-Delta Starter*" (Hannan et al., 2014) menyebutkan bahwa salah satu penyebab kerusakan pada kontaktor pada sistem *Star-Delta starter* adalah kontak yang aus atau terbakar akibat arus yang terlalu besar saat *switching* dari *Star* ke *Delta*. Saat *switching* dari *Star* ke *Delta*, arus yang mengalir melalui kontaktor akan meningkat secara signifikan. Jika kontaktor tidak mampu menangani arus yang terlalu besar ini, maka kontak pada kontaktor dapat aus atau terbakar. Hal ini dapat terjadi karena arus yang terlalu besar dapat menyebabkan panas yang berlebihan pada kontak, sehingga kontak menjadi aus atau terbakar.

Dalam situasi ini, metode *start* awal yang dapat mengurangi lonjakan arus awal diperlukan. Ada berbagai metode untuk memulai motor listrik. DOL (*Direct on Line*), *Star-Delta*, *Auto-transformer*, VSD (*Variabel Speed Drive*), dan *soft starting* adalah opsi yang tersedia. Metode yang akan digunakan untuk tugas akhir ini adalah metode *start* motor *Soft Starter*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang harus diselesaikan adalah

1. Bagaimana cara menurunkan nilai *current* yang tinggi pada saat *start* awal?
2. Apa perubahan setelah dilakukan modifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Stater* pada Kompresor D32-CX04?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu:

1. Melakukan modifikasi pada sistem *start* motor D32-CX04.
2. Menurunkan nilai *current* pada saat *start* awal.
3. Meningkatkan tingkat efektifitas dari *system start* sebelumnya dengan yang sudah dimodifikasi.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan Ruang lingkup pengerjaan tugas akhir dibatasi pada:

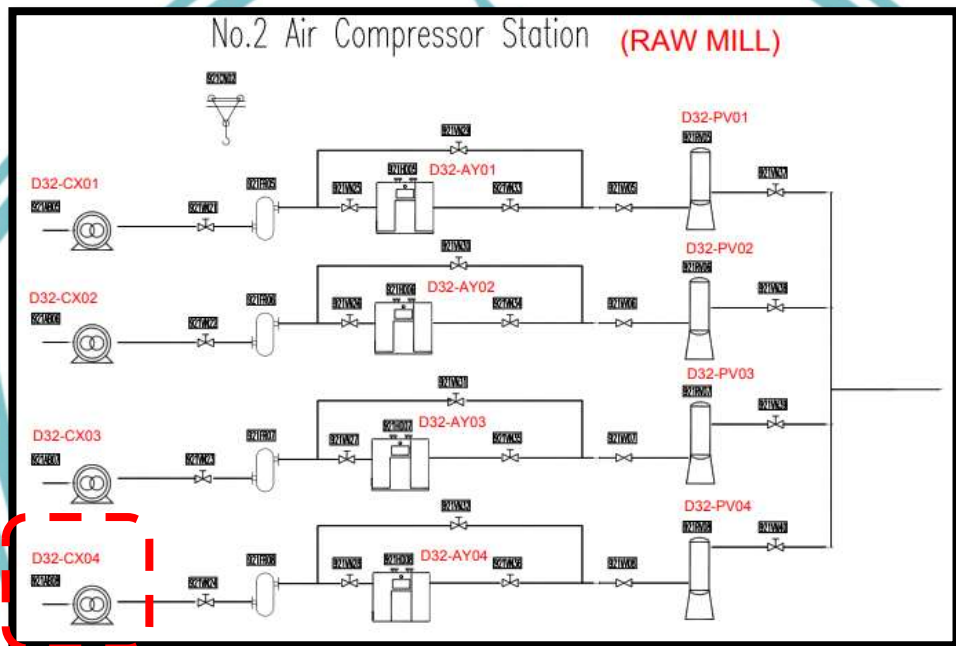
1. Hanya membahas nilai *inrush current* serta daya pada saat *starting motor* sampai putaran motor mencapai kecepatan stabil.
2. Hanya membahas tentang arus *inrush* pada saat *starting motor* yang sebelum serta sesudah dilakukan modifikasi.
3. Tidak membahas secara mendetail mengenai rangkaian panel, dan komponennya hanya secara garis besar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Lokasi

Lokasi objek tugas akhir dilakukan di area *Air Compressor Station Rawmill*. *Air Compressor Station Rawmill* adalah ruangan yang didalamnya terdapat 4 *unit air compressor* yang berfungsi sebagai *supply* angin bertekanan untuk area *Rawmill*. D32-CX04 merupakan *unit* yang dimodifikasi sistem *stater* motornya yaitu dari *Star-Delta* ke *Soft Starter*



Gambar 1.5. 2 Lokasi Tugas Akhir

1.6 Manfaat

Manfaat dari modifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04 yaitu:

1. Mengurangi beban pada sistem saat *start*, sehingga mengurangi kerugian pada sistem.
2. Menghasilkan *start* yang halus, sehingga mencegah kerusakan pada motor.
3. Mengurangi tegangan *drop* dan arus beban pada saat *start*, sehingga mengurangi beban pada sistem distribusi daya.
4. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan penulis dalam berfikir kritis dan *problem solving*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1.7.1 Bab I Pendahuluan

Pada Bab Pendahuluan, menjabarkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, lokasi, metode penyelesaian masalah, manfaat, dan sistematika penulisan.

1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Pada Bab Tinjauan Pustaka, menjabarkan tentang teori mengenai motor listrik, *Current Start*, sistem *Star-Delta*, *system Soft Starter* dan data pendukungnya untuk kelengkapan analisis data.

1.7.3 Bab III Metodologi

Pada Bab Metodologi, menjabarkan tentang metode dan alur yang digunakan dalam memodifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04 dengan diagram alir.

1.7.4 Bab IV Pembahasan dan Hasil

Pada Bab Pembahasan dan Hasil, menjabarkan tentang pembahasan pada proses di Bab III, serta data hasil dari proses modifikasi sistem *start motor* dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04

1.7.5 Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada Bab Kesimpulan dan Saran, penulis melakukan kesimpulan dari hasil modifikasi sistem *start motor* dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04, dan memberikan saran dari pengalaman penulis saat melakukan penelitian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan dipaparkan ringkasan hasil analisis data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Dari ringkasan tersebut akan dipaparkan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data - data dan perhitungan yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah menggunakan *Soft Starter* pada motor *screw* kompresor D32-CX04, dapat menyelesaikan beberapa masalah dengan sistem *Star-Delta* sebelumnya pada modifikasi ini, seperti nilai *Current Start* tinggi atau masalah tentang pembakaran komponen listrik. dan motor *screw* kompresor D32-CX04 tiga fasa tidak mengalami *start* yang berbahaya. Kompresor D32-CX04 diaplikasikan sistem *Soft Stater* 200kW untuk memulai motor 90 kW dan mendapatkan beberapa efek yang jelas dalam prosesnya. Oleh sebab itu, dianjurkan untuk menggunakan *Soft Stater* dalam proses *starting* motor *screw* kompresor D32-CX04.
2. Nilai efektifitas penggunaan metode *Soft Starter* dalam menurunkan nilai lonjakan arus saat *start* awal adalah sebesar 46,3%.
3. Biaya operasional kompresor D32-CX04 yang dapat dihemat setelah dilakukan modifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Stater* dalam setahun berjumlah sebesar Rp. 9,004,331.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Modifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Stater* pada Kompresor D32-CX04 yang telah diimplementasikan bisa dikatakan belum sempurna dan masih dapat dikembangkan lebih lanjut, oleh karena itu ada beberapa saran yang diberikan, yaitu:

1. Penelitian ini untuk kedepannya perlu di analisis mengenai nilai torsi pada motor, pengaruh hubungan antara parameter tegangan, arus, daya dan torsi dalam menentukan kualitas kerja motor.
2. Dalam Tugas Akhir ini masih mengabaikan faktor yang mempengaruhi besarnya *current start* saat proses motor starting seperti *load test*, sehingga analisa motor *starting* yang dilakukan menghasilkan nilai *current start* yang besar. Diharapkan ke depannya Tugas Akhir ini dapat dikembangkan dengan memperhatikan faktor tersebut.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- A., S., & Al, E. (2020). Comparative analysis of star-delta starter and soft starter for three phase induction motor. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(3), 889–893.
- Addawami, F. (2022). Sistem Kerja Rangkaian Kontrol Star Delta Pada Motor 3 Fasa. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 1(4), 56–65. <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/jtmei/article/download/793/809>
- B. Ganar, S., V. Jodh, O., & G. Gulhane, G. (2017). Implementation of Soft Starter Using 3 Phase Induction Motor. *Technical Research Paper Competition for Students (TRPCS-2K17)*, 1–5. <https://www.ijsr.net/conf/TRPCS2017/TRPCS2K17-33.pdf>
- Erick, Y. (2022). *Pengertian Star Delta: Fungsi, Sistem Kerja, Kelebihan, Kekurangan*. Stella Maris College. <https://stellamariscollege.org/star-delta/>
- Gumilar, L. (2021). Penerapan Motor Listrik sebagai Penggerak pada Mesin Penggiling Padi. *Jurnal Teknologi Elektro Dan Kejuruan*, 31(2). <http://journal2.um.ac.id/index.php/tekno/article/view/24089>
- Hannan, M. A., Islam, M. A., & Hossain, M. A. (2014). Investigation of Contactors Failure in Star-Delta Starter. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 4(6), 766–806. <https://doi.org/10.11591/ijece.v4i6.6549>
- Hannan, M. A., Mohamed, A., & Begum, R. (2017). Soft Starter for Induction Motor: A Review. *International Journal of Power Electronics and Drive System*, 8(2), 479–488.
- Indrakoesoema, K., & Taufiq, M. (2017). EVALUASI PEMASANGAN SOFTSTARTER PADA MOTOR POMPA PENDINGIN SEKUNDER (PA-02/03 AP001) RSG-GAS. *PROSIDING PERTEMUAN DAN PRESENTASI ILMIAH PENELITIAN DASAR ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI NUKLIR*, 4.
- Jabbari, M., & Farzanehfard, R. (2019). Comparison of Starting Methods for



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Induction Motors from Efficiency and Starting Time Perspectives. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 55(4).

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8627324>

Junaidi, A., & Damayanti, S. (2019). Analisis Efektifitas Penggunaan Metode Soft Starter saat Start awal pada pengoperasian Motor 220 kW. *Energi & Kelistrikan*, 11(2). <https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.559>

Kjellberg, M., Kling, S., & Rees, J. (2010). *Softstarter Handbook*. ABB Automation Technology Product AB.

<https://library.e.abb.com/public/6b4e1a3530814df0c12579bb0030e58b/1SFC132060M0201.pdf>

Kumar, S. S. S. (2014). A Comparative Study of Star-Delta and Direct-On-Line Starting of Three-Phase Induction Motor. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(5), 1–5.

Kusmatoro, A., & Nuwolo, A. (2015). Pengendali Star Delta pada Pompa Deep Weel 3 Fasa 37 kW dengan PLC Zelio SR3B261FU. *Media Elektrika*, 8(2), 11. <https://www.neliti.com/publications/150859/pengendali-star-delta-pada-pompa-deep-well-3-fasa-37-kw-dengan-plc-zelio-sr3b261>

M. A. H., M., M. M., R., M. S., I., & M. M., M. (2019). Comparison of Star-Delta Starter and Soft Starter on Motor Starting and Energy Saving. *International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT)*, 4.

M. S., S., & A, A. (2019). A Comparative Study between Soft Starter and Star-Delta Starter for Induction Motor Starting. *22nd International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCITECHN.2019.8900064>

Mukare, S. M. (n.d.). IGBT based Induction Motor Soft Starter. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, PP: 27-32. <https://iosrjournals.org/iosr-jece/papers/sicete-volume6/70.pdf>

Nandankar, P., Rathod, A., & Shukla, S. (2020). Soft Starter for Three Phase Induction Motor. *International Journal of Latest Engineering Science*, 03(02), 5–9. <https://ijlesjournal.org/2020/volume-3 issue-2/ijles->



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

v3i2p102.pdf

PT. Solusi Bangun Indonesia. (2021). *TIS*.

QUR'ANANTA, A. R. (2020). *ANALISIS PENGGUNAAN SISTEM STAR-DELTA DENGAN PLC PADA POMPA PENDINGIN [POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA]*. https://library.polteknipel-sby.ac.id/apps/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/ODc2NzZiMzllNjViN2U3MjdjNmY5OTViODA2ZDc2ZDE2YTk5ZGRiMw==.pdf

R., G., & Et, A. (2017). Failure Mode and Effects Analysis of Induction Motor Using Soft Starter and Star Delta Starter. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(4), 5074–5081.

Rama Mohan Rao, J. V., & Sarma, G. R. (2013). Comparison of Star-Delta Starter and Soft Starter in Starting Performance and Energy Efficiency of Induction Motor. *International Journal of Electrical and Electronics Engineering Research (IJEEER)*, 3(1).

https://www.researchgate.net/publication/290469232_Comparison_of_Star-Delta_Starter_and_Soft_Starter_in_Starting_Performance_and_Energy_Efficiency_of_Induction_Motor

Riyaz, A., Iqbal, A., Moinoddin, S., MoinAhmed, S., & Abu-Rub, H. (2009). Comparative performance analysis of Thyristor and IGBT based induction motor soft starters. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 1(1), 90–105.

<https://www.ajol.info/index.php/ijest/article/download/58064/46427>

Siburian, J., Jumari, & Simangunsong, A. (2021). STUDI SISTEM STAR MOTOR INDUKSI 3 PHASA DENGAN METODE STAR DELTA PADA PT.TOBA PULP LESTARI TBK. *Universitas Darma Agung Medan*, 1–7. <https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/teknologienergi/article/download/964/800/>

Singh, S. K. (2014). Variable Frequency Drive: A Review. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(5), 1–5.

T., A., M., I., & A., M. (2022). Electric Motors: Types, Applications and Control Techniques. In *International Journal of Advanced Science and Technology*,



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

31(2), 1958-1967.

TeknisiME, C. (2023). *Metode Star Delta*. Catatan TeknisiME.

<https://www.teknisime.com/2023/02/metode-star-delta.html>

Violita, D., Devarinda, & Wati, T. (2022). *APLIKASI PENGENDALIAN STAR DELTA UNTUK MENGATUR KECEPATAN PADA MESIN JUICER* [Institut Teknologi Adhi Tama].

<https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/download/270/228>

Ying, W. (2003). Harmfulness of the Traditional Way to Start Middle Voltage Motors. *Large Electric Machine and Hydraulic Turbine*, 4, 42–45.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Harmfulness-of-the-Traditional-Way-to-Start-Middle-Ying/5680950c5f06a16c32d9d184ca3931b677f07775>



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Daftar Harga Listrik per KWH Tahun 2023

Golongan	Penggunaan	Batas Daya	Besar Tegangan	Tarif Pemakaian
R-1/TR	Rumah tangga kecil	0 – 450 VA	450 VA	Rp169/kWh
R-1/TR	Rumah tangga kecil	451 – 900 VA	900 VA	Rp274/kWh
R-1M/TR	Rumah tangga kecil	451 – 900 VA	900 VA	Rp1.325/kWh
R-1/TR	Rumah tangga kecil	901 – 1300 VA	1300 VA	Rp1.467,28/kWh
R-1/TR	Rumah tangga kecil	1301 – 2200 VA	2200 VA	Rp1.467,28/kWh
R-2/TR	Rumah tangga menengah	2201-5500 VA	5500 VA	Rp1.467,28/kWh
R-3/TR	Rumah tangga besar	Lebih dari 5501 VA	di atas 6600 VA	Rp1.467,28/kWh
B-1/TR	Bisnis kecil	0 – 450 VA	450 VA	Rp254/kWh
B-1/TR	Bisnis kecil	451 – 900 VA	900 VA	Rp420/kWh
B-1/TR	Bisnis kecil	901 – 1300 VA	1300 VA	Rp966/kWh
B-1/TR	Bisnis kecil	1301 – 5500 VA	5500 VA	Rp1.100/kWh
B-2/TR	Bisnis sedang	5501 VA – 200 kVA	200 kVA	Rp1.467,28/kWh
B-3/TM	Bisnis besar	>200 kVA	di atas 200 kVA	Rp1.035,78/kWh
I-1/TR	Industri dengan skala kecil	0 – 450 VA	450 VA	Rp160/kWh
I-1/TR	Industri dengan skala kecil	451 – 900 VA	900 VA	Rp315/kWh

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

I-1/TR	Industri dengan skala kecil	900 – 1300 VA	1300 VA	Rp930/kWh
I-1/TR	Industri dengan skala kecil	1301 – 2200 VA	2200 VA	Rp960/kWh
I-1/TR	Industri dengan skala kecil	3500 – 14000 VA	14000 VA	Rp1112/kWh
I-2/TR	Industri dengan skala kecil	14001 VA – 200 kVA	200 kVA	Rp972/kWh
I-3P/TM	Industri dengan skala kecil	>200 kVA	di atas 200 kVA	Rp1.035,78/kWh
I-3/TM	Industri dengan skala menengah	>200 kVA	di atas 200 kVA	Rp1.035,78/kWh
I-4/TT	Industri dengan skala besar	>2000 kVA	di atas 2000 kVA	Rp996,74/kWh
P-1/TR	Kantor pemerintahan skala kecil	0 – 450 VA	450 VA	Rp575/kWh
P-1/TR	Kantor pemerintahan skala kecil	451 – 900 VA	900 VA	Rp600/kWh
P-1/TR	Kantor pemerintahan skala kecil	1300 VA	1300 VA	Rp1.049/kWh
P-1/TR	Kantor pemerintahan skala kecil	2200 – 5500 VA	5500 VA	Rp1.076/kWh
P-1/TR	Kantor pemerintahan skala kecil	5501 VA – 200 kVA	200 kVA	Rp1.467,28/kWh
P-2/TR	Kantor pemerintahan skala besar	>200 kVA	di atas 200 kVA	Rp1.035,78/kWh

Source: <https://ruangarsitek.id/harga-lisrik-per-kwh/>

Lampiran 3 Gambar Konstruksi *Soft Stater*



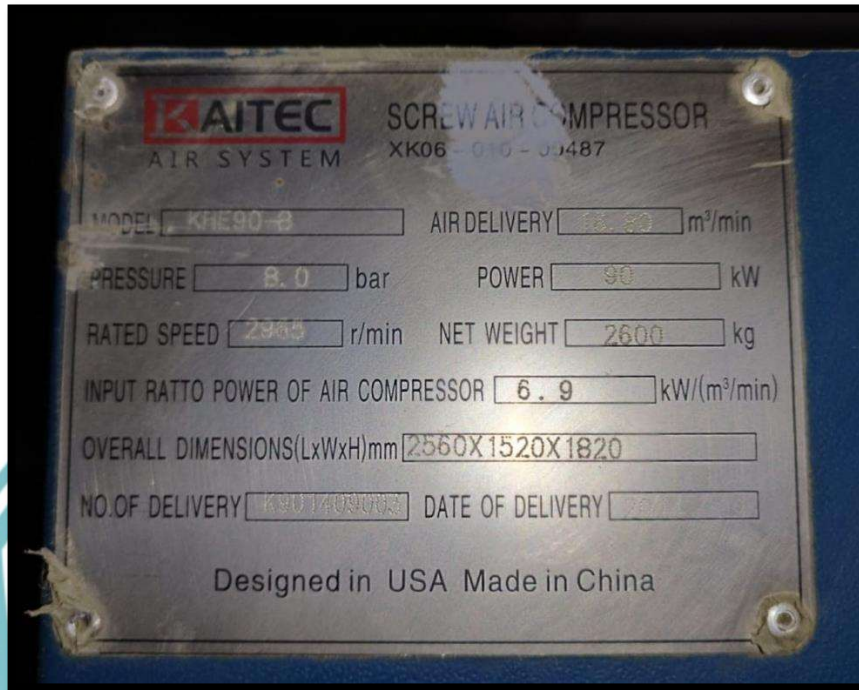
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Spesifikasi Kompresor D32-CX04



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Personalia

Biodata Mahasiswa

1. Nama Lengkap : Mufarrizal
2. NIM : 2002315040
3. Program Studi : Teknik Mesin
4. IPK s/d Semester 6 : 3,65
5. Jenis Kelamin : Laki-laki
6. Tempat, Tanggal Lahir : Banda Aceh, 14 Maret 2001
7. Nama Ayah : Syafruddin (Alm.)
8. Nama Ibu : Endang Wahyuni
9. Alamat : Jl. Banda Aceh-Meulaboh KM. 11,5
Desa Aneuk Paya, Kec. Lhoknga, Kab. Aceh
Besar, Aceh
10. Email : Mufarrizal.eve16@gmail.com
11. Pendidikan
 - SD (2007-2013) : SDN 1 Lhoknga
 - SMP (2013-2016) : MTsN 1 Lhoknga
 - SMA (2016-2019) : SMAN 1 Lhoknga
 - D3 (2020-2023) : EVE16 Narogong–Politeknik Negeri
Jakarta
12. *Specialization* : *Reliability Department, Condition based
Monitoring*
13. Pengalaman Projek :
 - *Project: Fabrication Miniature CCR Simulator Nar 1 (Mechanical)*
 - *Case Study: Analysis of The Causes of Stuck on The 483-RF1*
 - Perancangan *Auto-Tamping Machine*
 - Fabrikasi *Shovel* sebagai alat pengambilan *sample limestone* di *quarry*
 - Fabrikasi *trolley* untuk keperluan laboran di lab fisika
 - Fabrikasi alat *bending acrillic portable 1x1m*
 - Fabrikasi *bench vise portable*

