



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

Mufarrizal ^{1,2}, Hasvienda M. Ridlwan ¹, Abdul Basir ², Rahmat Hidayat ², Ifa Saidatuningtiyas¹

¹Program Studi Teknik Mesin – EVE, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16425

²Departemen Maintenance LHO, PT. Solusi Bangun Andalas Tbk Lhoknga Plant

Corresponding author E-mail address: mufarrizal.eve16@gmail.com

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 stater. Nilai efektifitas penggunaan metode soft starter dalam menurunkan nilai lonjakan arus saat start adalah sebesar 46,3%. Setelah menggunakan soft starter pada motor screw kompresor D32-CX04 dapat menyelesaikan beberapa masalah, seperti nilai current start tinggi atau masalah tentang terbakarnya komponen listrik. serta motor screw 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 Stater, Current Start

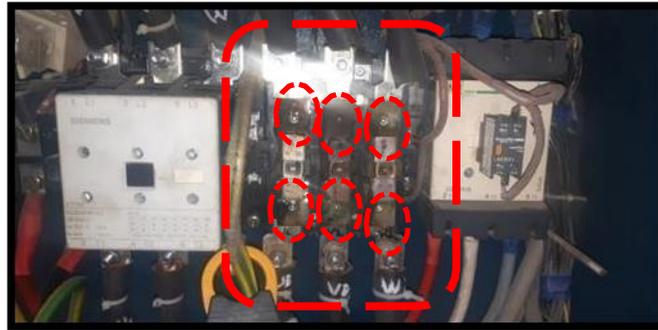
Abstract

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 screw compressor motor D32-CX04 can solve some problems, such as high current start value or problems about burning electrical components. and the three-phase screw 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

1. PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa merupakan pilihan utama dalam industri semen karena kekokohnya, bobot ringan, biaya terjangkau, dan kemudahan perawatannya. Namun, masalah utama yang muncul adalah lonjakan arus yang dihasilkan oleh rotor saat motor berjalan, yang berujung pada pemanasan berlebihan. Motor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan sistem penggerak listrik. Saat motor dihidupkan, arus awal bisa mencapai 5 hingga 7 kali lipat dari arus nominal[1]. Terutama dalam industri semen dengan motor-motor bertenaga besar, masalah lonjakan arus ini menjadi lebih kritis karena dapat merusak kabel dan motor itu sendiri.



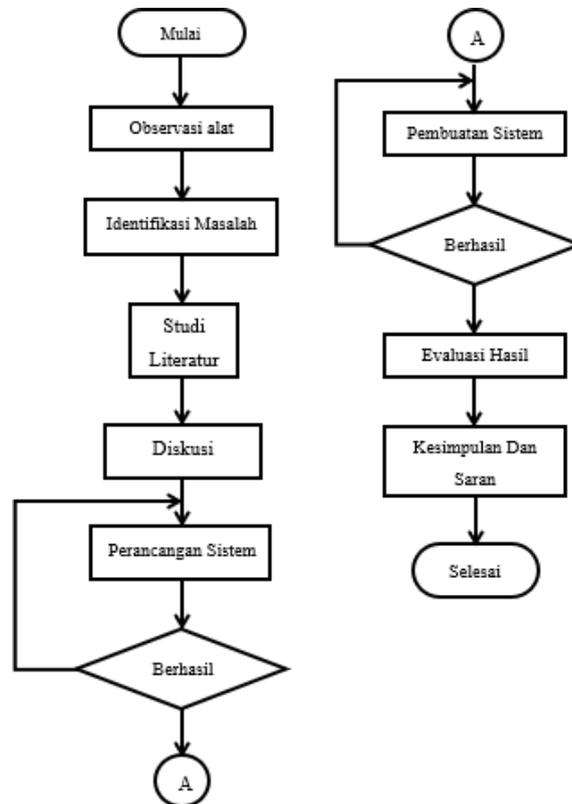
Gambar 1 Kontaktor Terbakar dan *Jammed*

Pada Gambar 1 kontaktor terbakar dan *jammed*, terlihat bahwa penggunaan sistem *starter Star-Delta* pada kompresor D32-CX04 menyebabkan kontaktor terbakar dan *jammed*. *Switching* dari konfigurasi *Star* ke *Delta* menghasilkan lonjakan arus yang tinggi, memberikan beban besar pada motor dan kabel listrik, serta dapat merusak peralatan. Penelitian oleh M.A. Hannan, M.A. Islam, dan M.A. Hossain dalam jurnal "*Investigation of Contactors Failure in Star-Delta Starter*"[2] menunjukkan bahwa salah satu penyebab kerusakan pada kontaktor adalah aus atau terbakar akibat arus yang sangat besar saat beralih dari *Star* ke *Delta*. Kontak yang terlalu panas akibat arus besar dapat mengakibatkan aus atau terbakar pada kontak kontaktor.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan metode *start* awal yang dapat mengurangi lonjakan arus. Ada beberapa pilihan metode *start*, seperti *DOL (Direct on Line)*, *Star-Delta*, *Auto-transformer*, *VSD (Variabel Speed Drive)*, dan *soft starting*. Dalam konteks ini, metode *start* motor *Soft Starter* dipilih sebagai solusi yang efektif untuk mengatasi lonjakan arus awal, membantu melindungi motor dan peralatan dari kerusakan akibat beban awal yang besar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir merupakan alur penulis dalam melakukan penelitian tugas akhir, hal ini bertujuan untuk tercapainya tujuan dalam memodifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04



Gambar 2 Diagram Alir Metode Penelitian

Metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- a. Mulai
Pengerjaan Tugas Akhir dapat dimulai setelah penentuan judul dan penyusunan proposal.
- b. Observasi Alat dan Identifikasi Masalah
Analisis kondisi saat ini: Tahap ini akan meliputi pengumpulan data tentang kondisi saat ini dari motor D32-CX04, termasuk sistem *start* motor yang digunakan, kondisi motor dan sistem listrik, serta masalah yang dihadapi saat ini.
- c. Studi Literatur
Setelah masalah didapatkan, maka perlu adanya rumusan masalah. Merumuskan masalah yang teridentifikasi, masalah yang ada diketahui secara rinci agar diperoleh pokok permasalahan yang tepat. Pokok permasalahan digunakan untuk menentukan tujuan yang ingin dicapai.
- d. Pengumpulan Data
Melakukan pengumpulan data yang diambil dari *plant* dalam bentuk *data sheet* pada motor serta referensi data yang ada dalam *archive plant* milik operator yang bertugas menangani motor induksi 3 fasa yang diteliti.
- e. Perancangan Modifikasi dan Analisis Data
Tahap ini akan meliputi perancangan modifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Starter*, termasuk pemilihan komponen yang sesuai, desain sistem kontrol, dan perhitungan arus *start* dan beban pada sistem listrik
- f. Implementasi Modifikasi
Tahap ini akan meliputi pemasangan komponen *Soft Starter*, pemrograman sistem kontrol, dan pengujian sistem modifikasi.
- g. Pengujian Hasil Modifikasi
Tahap ini akan meliputi pengujian sistem modifikasi dengan mengukur arus *start*, tegangan, dan beban/daya pada sistem listrik, serta mengevaluasi efisiensi, keandalan, dan pengurangan beban/daya pada sistem listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

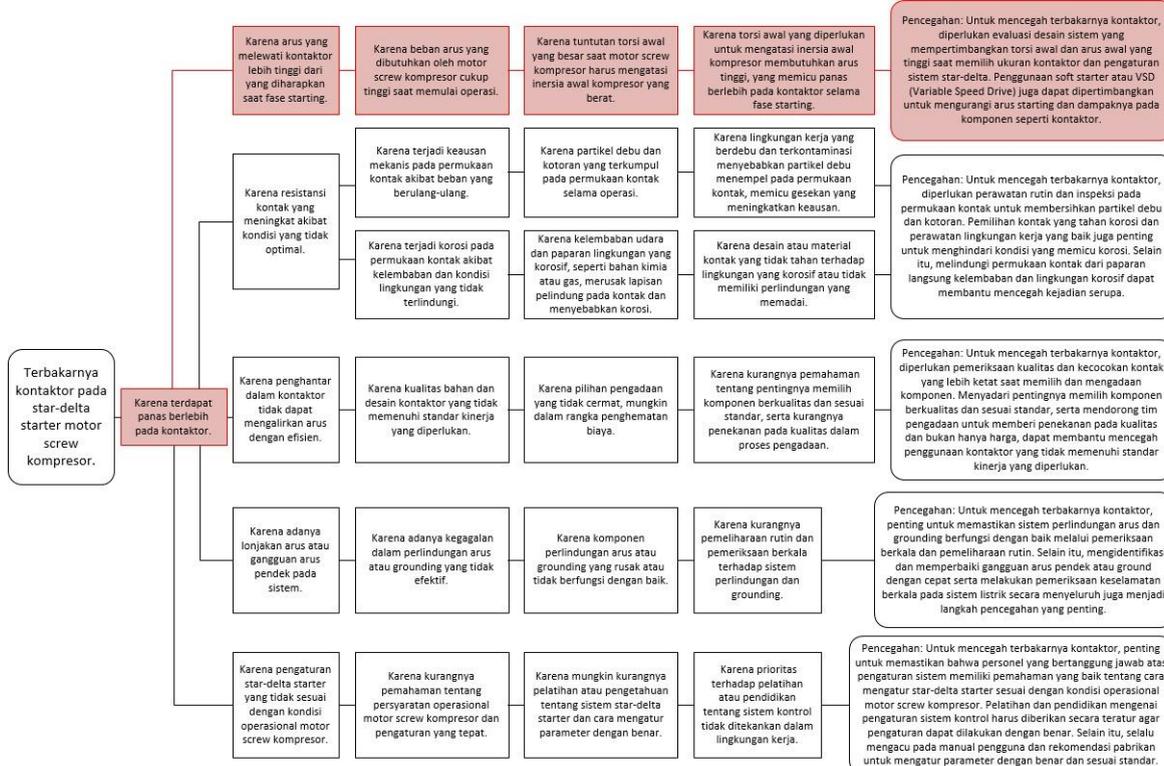
Observasi Alat

Observasi alat sebelum dilakukan modifikasi pada sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04 meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Sistem *start* motor D32-CX04 diamati sebelum modifikasi. Tidak punya kapasitor bank.
- Beban motor diamati dengan sistem *start* motor D32-CX04. Diukur daya dan arus saat *start* motor *Star-Delta*.
- Konsumsi energi diamati saat motor dihidupkan dengan *start Star-Delta*.
- Faktor daya sistem *start Star-Delta* diamati sebelum modifikasi.
- Efek sistem *start Star-Delta* pada listrik dan peralatan lain diamati.

Identifikasi Masalah

Sebelum modifikasi dari sistem *start* motor *Star-Delta* ke *Soft Starter* pada D32-CX04, beberapa masalah telah diidentifikasi. Pertama, terjadi permasalahan seperti *jammed* atau terbakarnya kontaktor pada sistem *Star-Delta*, disebabkan oleh arus *inrush* yang besar saat motor dihidupkan dan siklus *start-stop* yang berulang. Kedua, penggunaan arus *inrush* yang besar ini dapat menyebabkan gangguan pada sistem kelistrikan, seperti penurunan tegangan atau proteksi yang memicu *trip*. Ketiga, saat menggunakan sistem *Star-Delta*, beban awal yang besar terjadi saat beralih dari konfigurasi *Star* ke *Delta*, mengakibatkan getaran, keausan, dan potensi penurunan umur motor. Terakhir, kemungkinan gangguan serius pada sistem kelistrikan dan lamanya *downtime* dapat muncul saat kontaktor mengalami masalah.



Gambar 3 Root Cause Analysis (5 Why Method)

Pada diagram 5 why method diatas yang ditunjukkan oleh Gambar 3 Root Cause Analysis (5 Why Method) yang didapatkan adalah karena arus berlebih untuk torsi awal dan memenuhi inersia awal kompresor yang mendapati inti permasalahan pada pemilihan Tugas Akhir ini.

Analisis Kebutuhan Jenis Stater Motor

Sebagai solusi pengasutan motor kompresor D32-CX04 dengan spesifikasi 2970 rpm, 160 *ampere*, 90 kW, dan 210,08 Nm, pilihan utama adalah antara *Soft Starter*, *Auto-transformer*, dan *Variabel Speed Drive (VSD)*. Fokus utama yaitu mengurangi arus dan torsi awal agar motor dapat dihidupkan secara stabil tanpa kerusakan atau stres mekanikal. Di antara opsi tersebut, *Soft Starter*, *Auto-transformer* serta VSD memiliki potensi untuk mengatasi lonjakan arus dan torsi awal, yang dapat melindungi komponen listrik dan motor dari kerusakan serta meminimalkan stres mekanikal. Pilihan akhir harus mempertimbangkan aspek pengurangan arus *starting*, perlindungan dan perangkat listrik, biaya awal, efisiensi energi, pemeliharaan dan torsi awal yang dibutuhkan.

Tabel 1 Penilaian Jenis Stater Motor

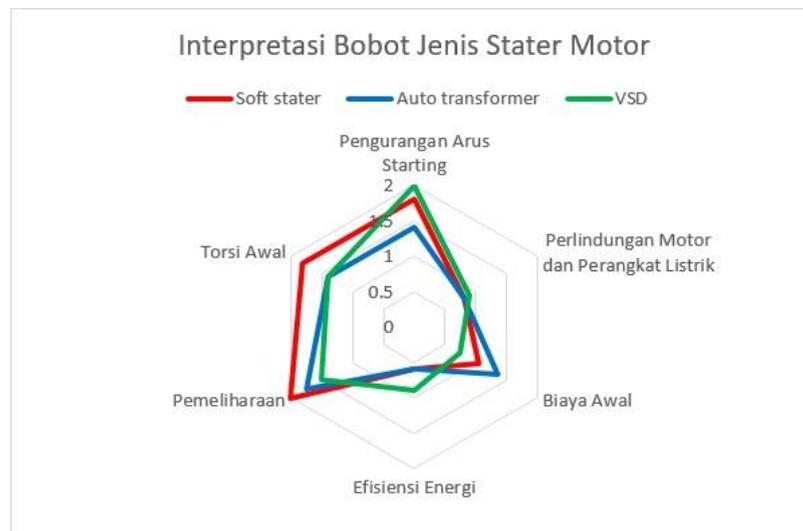
Jenis Motor	<i>Soft stater</i> 3RW55	<i>Auto Transformer</i> <i>Starter</i> ABB T3.01	VSD ACS880
Pengurangan Arus Starting	Baik	Baik	Baik
Perlindungan Motor dan Perangkat Listrik	Efektif	Efektif	Efektif
Biaya Awal	Moderat	Terjangkau	Lebih mahal daripada <i>Soft Starter</i> atau <i>Auto Transformer Starter</i> .
Efisiensi Energi	Memiliki pengurangan arus <i>starting</i> yang baik, tetapi tidak sebaik VSD dalam mengoptimalkan efisiensi energi	Tidak memiliki kontrol kecepatan variabel, namun memiliki efisiensi lebih baik daripada <i>Direct Online Starter</i> .	Dapat mengoptimalkan efisiensi energi dengan mengatur kecepatan motor sesuai permintaan beban.
Pemeliharaan	Relatif sederhana	Relatif sederhana	Memerlukan pemahaman teknis lebih dalam dan pemeliharaan yang lebih intensif dibandingkan <i>Soft Starter</i> atau <i>Auto Transformer Starter</i> .
Torsi awal	Mengurangi torsi awal dengan baik.	Mampu mengurangi torsi awal dengan baik.	Mampu mengurangi torsi awal dengan baik.

Penilaian dari jenis *stater* motor untuk motor *screw compressor* D32-CX04. Setelah melakukan penilaian, selanjutnya diperlukan pembobotan dari jenis bahan agar diperoleh gambaran hasil yang tertinggi dan terendah sehingga dapat ditentukan jenis motor yang digunakan. Hasil dari pembobotan seperti tertera pada Tabel 2 Pembobotan Jenis *Stater* Motor di bawah ini:

Tabel 2 Pembobotan Jenis *Stater* Motor

No	Kriteria	Bobot (%)	Jenis <i>Stater</i> Motor					
			<i>Soft Stater</i>		<i>Auto-transformer</i>		VSD	
			Nilai (1-10)	Nilai x bobot (%)	Nilai (1-10)	Nilai x bobot (%)	Nilai (1-10)	Nilai x bobot (%)
1	Pengurangan Arus Starting	20%	9	1,80	7	1,40	10	2,00
2	Perlindungan Motor dan Perangkat Listrik	10%	8	0,80	8	0,80	9	0,90
3	Biaya Awal	15%	7	1,05	9	1,35	5	0,75
4	Efisiensi Energi	10%	6	0,60	6	0,60	9	0,90
5	Pemeliharaan	25%	8	2,00	7	1,75	6	1,50
6	Torsi Awal	20%	9	1,80	7	1,40	7	1,40
Total		10		8,05		7,30		7,45

Tabel 2 Pembobotan Jenis *Stater* Motor berisi penilaian relatif dari berbagai jenis *starter* motor dengan skala nilai dari 1 hingga 10, di mana 1 adalah tidak tepat dan 10 adalah sangat tepat. Terdapat pengecualian pada penilaian biaya awal, di mana 1 mengindikasikan mahal dan 10 menunjukkan biaya murah. Kriteria seperti pengaturan torsi awal, pengurangan arus *start* yang baik, dan kemudahan pemeliharaan dianggap sangat tepat untuk dipilih dalam pemilihan metode *start* motor.

Gambar 3 Diagram Pembobotan Jenis *Stater* Motor

Gambar 3 Diagram Pembobotan Jenis *Stater* Motor menampilkan tiga jenis *starter* motor: *Soft Starter* (merah), *Auto-transformer* (biru), dan VSD (hijau). Pembacaan dilakukan melalui luas area di setiap bentuk, dengan area terluas menunjukkan nilai tertinggi dan area terkecil menunjukkan nilai terendah. Dalam grafik ini, area terluas terjadi pada garis warna merah, menunjukkan bahwa jenis *Soft Starter* memiliki area terluas. Oleh karena itu, berdasarkan analisis ini, jenis *starter* motor yang paling cocok untuk penelitian ini adalah *Soft Starter*.

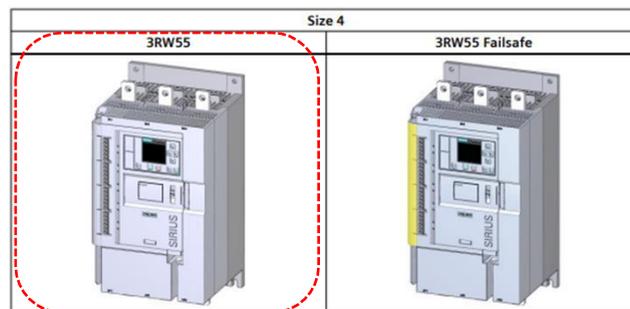
Pemilihan Soft Starter

Pemilihan *Soft Starter* untuk kompresor melibatkan pertimbangan ukuran kW motor. Jika *start* kompresor adalah normal, *Soft Starter* dapat dipilih sesuai ukuran motor. Namun, jika *start* motor sangat berat, *Soft Starter* harus ditingkatkan satu ukuran. Jika ada lebih dari 10 *start* per jam, perlu meningkatkan ukuran *Soft Starter*.

Quick guide for selection	
Normal start Selection Select the softstarter according to the rated motor power. For units with built-in overload, select trip class 10.	Heavy duty start  Selection Select one size larger softstarter compared to the rated motor power. For units with built-in overload, select trip class 30.
Typical applications	
<ul style="list-style-type: none"> • Bow thruster • Compressor • Elevator 	<ul style="list-style-type: none"> • Centrifugal pump • Conveyor belt (short) • Escalator • Centrifugal fan • Crusher • Mixer • Conveyor belt (long) • Mill • Stirrer
If more than 10 starts/h Select one size larger than the standard selection	

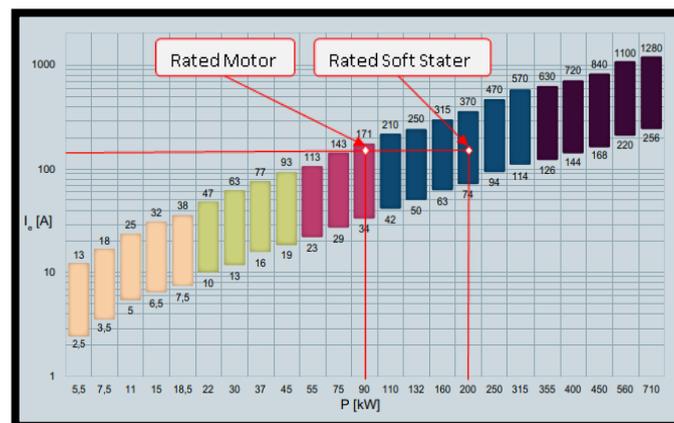
Gambar 4 Kriteria Pemilihan *Soft Starter*

Kompresor dapat dirancang sebagai sistem terbuka atau tertutup. Sistem terbuka (*open system*) umumnya menggunakan *pressure vessels* dan solusi *fix-speed* sederhana (*direct-on-line* atau *Soft Starter*), serta pengontrol dua status dengan regulasi tekanan. Sementara itu, sistem terbuka lebih sering menggunakan *fast-acting actuator*. Pada sistem tertutup (*close loop system*), umumnya menggunakan *variabel-speed drive* yang dinamis.



Gambar 5 Ukuran *Soft Starter*

Nilai yang dinyatakan untuk *rated operational voltage* $U_e = 400$ V dalam standar (*inline*) circuit.



Gambar 6 Rentang Arus Operasional

- Size 1
- Size 2
- Size 3



Size 4

Size 5

 I_e : Rated operational current P : Rated power

Dibandingkan dengan aplikasi pada equipment lain, kompresor memiliki frekuensi *switching* yang jauh lebih tinggi. Sejumlah besar panas proses juga dihasilkan. Berdasarkan kriteria diatas maka dipilihlah *Soft Starter* Siemen tipe 3RW5546-6HA16 dengan daya 200 kW untuk motor 90 kW

Hasil Pengambilan Data dan Hasil Pengujian Data

Hasil pengukuran arus, tegangan dan daya motor Kompresor D32-CX04

Tabel 3 Hasil Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya pada Sistem *Start-Delta*

Selang waktu ke- (detik)	Ist(Arus Starting/Ampere)			V (Tegangan)			P (Daya/kW)
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T	
1	720	687	661	379	380	376	260,8
2	66	76	63	382	383	379	26,1
3	131	138	121	379	383	379	49,4
4	217	226	206	383	384	380	82,7
5	217	226	206	383	384	380	82,7
6	223	233	212	385	386	383	85,7
7	1358	1389	1396	359	362	356	495,8
8	165	179	142	388	388	385	62,7
9	169	180	155	387	388	385	65,0
10	174	183	177	387	388	385	68,8
11	176	186	180	387	388	385	69,9

■ = Nilai arus dan daya mula saat *start* hubung *Star*

■ = Nilai perubahan arus, tegangan dan daya dari posisi *Star* ke *Delta*

■ = Nilai kondisi stabil

Tabel 4 Hasil Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya pada Sistem *Soft Starter*

Selang waktu ke- (detik)	Ist(Arus Starting/Ampere)			V (Tegangan)			P (Daya/kW)
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T	
1	317	320	322	144	161	133	46,7
2	545	551	548	171	177	178	96,1
3	694	696	694	198	208	200	140,3
4	748	814	815	215	232	203	171,7
5	869	872	865	240	277	249	221,8
6	233	237	240	353	367	348	84,3
7	158	160	159	377	379	373	59,8
8	162	163	158	379	380	376	60,9
9	168	167	161	379	380	376	62,6
10	165	168	158	379	380	376	61,9
11	162	165	158	379	380	376	61,2

■ = Nilai arus dan daya mula saat *start* awal

■ = Nilai perubahan arus, tegangan dan daya saat *top peak*

■ = Nilai kondisi stabil

Berdasarkan data dan dua tabel yang diperoleh maka terlihat jelas perbandingan antara nilai arus, tegangan dan daya dengan menggunakan metode *Star-Delta* dan *Soft Starter*. Tujuan utama dilakukannya modifikasi pengasutan motor kompresor menggunakan metode *Soft Starter* ialah untuk mengurangi lonjakan nilai arus yang tinggi saat *start* awal.

Perbandingan arus *inrush* antara metode start *Start-Delta* dan *Soft Starter* dilakukan pada motor kompresor D32-CX04 untuk menentukan metode yang paling optimal dalam mengurangi arus *inrush* saat motor dihidupkan. Pengujian dilakukan dengan waktu *start* selama 11 detik untuk membandingkan kondisi transien dan *steady state* pada pengasutan motor. Selain itu, arus puncak pada setiap fasa juga diamati dan hasilnya tercatat dalam Tabel 5 Perbandingan Penurunan Nilai Arus.

Tabel 5 Perbandingan Penurunan Nilai Arus

Metode <i>Starting</i>	Ist (Arus <i>Starting</i> /Ampere)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
<i>Star-Delta</i>	720	687	661
<i>Soft Starter</i>	317	320	322

Sebelum menentukan persentase penurunan terlebih dahulu dihitung nilai $I_{rata-rata}$ menggunakan rumus berikut:

1. D32-CX04 *Star-Delta*

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{720 + 687 + 661}{3} = 689,3 \text{ A}$$

2. D32-CX04 *Soft Starter*

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{317 + 320 + 322}{3} = 319,6 \text{ A}$$

Setelah didapat nilai $I_{rata-rata}$ dari hasil perhitungan menggunakan rumus diatas maka dapat dihitung nilai persentase penurunan arus dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan} &= \frac{\text{Nilai penurunan}}{\text{Nilai sebelum penurunan}} \times 100\% \\ &= \frac{319,6}{689,3} \times 100\% \\ &= 46,3\% \end{aligned}$$

Melalui hasil perhitungan diatas maka didapatkan persentase efektifitas penggunaan metode *Soft Starter* dalam menurunkan nilai arus *start* sebesar 46,3%, nilai tersebut menunjukkan bahwa prinsip kerja dari metode pengasutan atau *start* awal motor menggunakan sistem *Soft Starter* efektif.

Evaluasi Efisiensi Energi antara *Star-Delta* dan *Soft Starter*

Data dalam Teknologi Informasi Sistem (TIS) tahun 2021 membahas evaluasi sistem *Star-Delta* dengan 32 frekuensi *starting* pada kompresor D32-CX04. Fokusnya adalah menghitung potensi efisiensi dan penghematan yang terjadi dengan penggunaan *Soft Starter*. Data tersebut memberikan wawasan mendalam tentang manfaat peralihan ke teknologi *Soft Starter* dari sistem *Star-Delta*, yang telah digunakan 32 kali frekuensi *starting* pada tahun 2021.

Berikut adalah tabel perbandingan konsumsi energi yang diambil dalam 11 detik *start* awal motor kompresor D32-CX04

Tabel 6 Evaluasi Perbandingan Komsumsi Energi pada saat 11 *Second Start* Awal

Sistem <i>Starting</i>	Durasi <i>running</i> (hour)	Daya yang digunakan	Total Biaya Konsumsi Energi
<i>Star-Delta</i>	24	1349,5 kWh	Rp. 1,345,092
<i>Soft Starter</i>	24	1067,2 kWh	Rp. 1,063,707

Besaran harga listrik per kWh Rp. 996,74

Menurut data TIS, kompresor D32-CX04 telah melakukan *starting* 32 kali dalam tahun 2021[3], maka perhitungan efisiensi jika pemakaian *Soft Starter* sudah diterapkan dalam tahun 2021 adalah sebagai berikut:

1. Sistem *Star Delta*

$$\text{Biaya Starting D32 - CX04 dalam setahun} = 32 \times 1,345,092$$

$$\text{Biaya Starting D32 - CX04 dalam setahun} = \text{Rp. } 43,042,954$$

2. Sistem *Soft Starter*

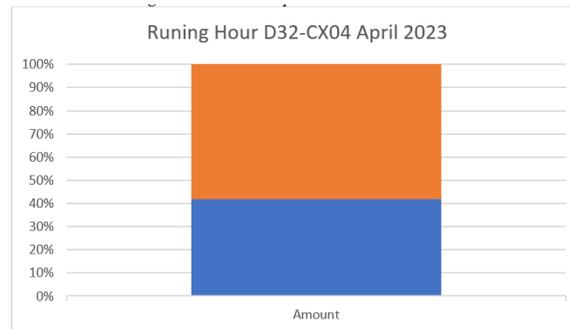
$$\text{Biaya Starting D32 - CX04 dalam setahun} = 32 \times 1,063,707$$

$$\text{Biaya Starting D32 - CX04 dalam setahun} = \text{Rp. } 34,038,623$$

$$\text{saving cost 1 tahun (2021 *)} = 43,042,954 - 34,038,623$$

$$\text{saving cost 1 tahun (2021 *)} = \text{Rp. } 9,004,331$$

Penghematan biaya operasional kompresor D32-CX04 setelah dilakukan modifikasi sistem *start* motor dari *Star-Delta* ke *Soft Starter* dalam setahun berjumlah sebesar Rp. 9,004,331.



Gambar 7 Running Hour D32-CX04 April 2023[3]

Gambar 8 *Running Hour* D32-CX04 April 2023 menunjukkan dalam sebulan *on time* dari *Soft Stater* D32-CX04 hanya 42% atau 302.4 jam, *on time lifetime* dari *Soft Stater* 3RW5546-6HA16 adalah 3 tahun atau 26280 jam, maka didapat *lifetime* dari pemakaian *Soft Stater* 3RW5546-6HA16 sesuai dengan *on time lifetime*-nya adalah 7.2420 tahun atau 7 tahun.

$$\begin{aligned} \text{Besaran saving cost selama 7 tahun} &= 7 \times 9,004,331 \\ \text{Besaran saving cost selama 7 tahun} &= \text{Rp. } 63,030,318 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Setelah menggunakan *Soft Starter* pada motor 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 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 D32-CX04.

Nilai efektifitas penggunaan metode *Soft Starter* dalam menurunkan nilai lonjakan arus saat *start* awal adalah sebesar 46,3%.

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.

REFERENSI

- [1] A. Dani and D. Erivianto, “STUDI PERBANDINGAN ARUS START MOTOR INDUKSI SISTEM PENGASUTAN DOL DAN STAR DELTA MENGGUNAKAN AUTOMATION STUDIO,” *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 4, no. 4, pp. 1–11, 2023.
- [2] M. A. Hannan, M. A. Islam, and M. A. Hossain, “Investigation of Contactors Failure in Star-Delta Starter,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 4, no. 6, pp. 766–806, 2014, doi: 10.11591/ijece.v4i6.6549.
- [3] PT. Solusi Bangun Indonesia, “TIS.”