

Analisis Pengasutan Motor Induksi Menggunakan *Softstarter* dan *Inverter*

¹Muhammad Adam, ²Partaonan Harahap, ³Benny Oktrialdi, ⁴Rino Herlambang

^{1,2,3}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

^{1,2,3,4}Email : muhammadadamumsu@ac.id

ABSTRACT

An induction motor that is started directly without using the starting method will draw 5 to 7 times the full load current and will only produce 1.5 to 2.5 times the full load torque. A large current will result in a voltage drop on the line so that it can interfere with other equipment connected to the line. For large-power motors, especially 3-phase induction motors, it will require a large starting current along with a large-power motor, so with motor power above 30 HP and above it is not recommended to start the motor directly without using the starting method. Some of the most commonly used starting methods are Direct on line (DOL), Star-Delta, Auto-transformer, Primary Resistance, Secondary Resistance, Inverter, and SoftStarter. Where the most widely used in the field is the DOL method, but this method still produces a large starting current. If it continues, it will shorten the life of the motor itself. This paper discusses the comparison between starting on softstarter and inverter on starting current. The results of the analysis of the starting current on the softstarter starting is 741A which is achieved in 9 seconds and the maximum torque produced by a 3-phase induction motor is 368.7 Nm. While the starting current on the inverter starting is 735A which is achieved in 13 seconds and the maximum torque produced by the 3-phase induction motor is 479.5 Nm.

Keywords : 3-phase induction motor, Torque, Starter, Softstarter, Inverter.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang begitu cepat ternyata tidak lepas dari perkembangan kemajuan di bidang energi listrik. Hal ini dapat dilihat dengan semakin luasnya penggunaan energi listrik untuk keperluan industri dan bisnis sehingga dapat dikatakan bahwa energi listrik hampir tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat. Kebutuhan akan energi listrik dalam perusahaan ini cukup besar, disebabkan pemakaian motor-motor listrik sebagai penggerak utamanya. Jenis motor listrik yang paling banyak digunakan pada perusahaan tersebut adalah motor listrik AC 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Motor listrik AC 1 fasa banyak digunakan pada kegiatan-kegiatan kecil misalnya pada pompa air bertenaga kecil. Terkhusus motor induksi 3 Fasa adalah alat penggerak yang paling banyak digunakan pada pabrik tersebut bahkan kebanyakan memang banyak digunakan di dunia industri secara umum. Hal ini dikarenakan motor ini mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh, harganya relatif murah, serta perawatannya yang murah, tetapi terdapat persoalan awal dalam men-start sebuah motor yaitu problem pada arus awal yang besar. Kedua adalah bahwa momen awal yang sering terlampaui kecil. Hal ini dapat dipengaruhi karena Motor induksi yang langsung dihidupkan tanpa menggunakan metode pengasutan akan menarik arus 5 sampai 7 kali dari arus beban penuh dan hanya akan menghasilkan torsi 1,5 sampai 2,5 kali torsi

beban penuh. Arus yang besar akan mengakibatkan drop tegangan pada saluran sehingga dapat mengganggu peralatan lain yang dihubungkan pada saluran tersebut. Untuk motor yang berdaya besar khususnya motor induksi 3 fasa akan membutuhkan arus starting yang besar seiring dengan motor yang berdaya besar, sehingga dengan daya motor diatas 30 HP keatas tidak dianjurkan untuk menghidupkan motor secara langsung tanpa menggunakan metode-metode pengasutan. Beberapa metode pengasutan yang paling umum digunakan yaitu *Direct on line (DOL)*, *Star-Delta*, *Auto-transformer*, *Resistansi Primer*, *Resistansi Sekunder*, *Inverter*, dan *SoftStarter*. Dimana yang paling banyak digunakan pada lapangan yaitu metode DOL tetapi metode ini masih juga menghasilkan arus start yang besar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dengan cara pengambilan data langsung ke lokasi. Untuk mendapatkan data-data perbandingan pengasutan motor induksi menggunakan *soft starter* dan *inverter* yang akurat, penulis langsung ke lokasi yaitu dengan melakukan pengambilan data dengan melakukan pengukuran menggunakan bahan dan peralatan penelitian.

2.1 Bahan dan Peralatan Penelitian

Adapun bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop digunakan untuk pengolahan data, penyimpanan file dan lain lain, dan banyak lagi yang dapat digunakan.
2. *Flashdisk* alat ini digunakan untuk menyimpan data/file guna mempermudah pembuatan tugas akhir
3. Handphone alat ini digunakan sebagai dokumentasi, perhitungan, dan banyak lagi yang digunakan pada alat ini.
4. Multi Tester dan Tang Ampere alat ini digunakan untuk pengukuran besarnya arus, tegangan dan hambatan dan masih banyak lagi kegunaanya.
5. *Tacho Meter* alat ini digunakan untuk mengukur putaran motor (Rpm).

2.2 Data Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa

SIEMENS		IE2		CE			
Made in Czech Rep.							
3-MOT	1CV2282A	1LE15012DA233AB4-Z	UC 1407/142863802				
IEC/EN 60034 280M		IMB3	IP55				
530kg		Th Cl 155(F) · -20°C ≤ TAMB ≤ 40°C					
	Bearing	UNIREX-N3					
DE	6315-C3	25g		Interval: 4000h			
NE	6315-C3	25g					
V	Hz	A	kW	cosφ	NOME EFF	1/min	IE-CL
380 Δ	50	165	90	0.88	94.1 %	2975	IE2
660 Y	50	95	90	0.88	94.1 %	2975	IE2
440 Δ	60	158	101	0.89	94.5 %	3575	IE2
440 Δ	60	142	90	0.88	94.5 %	3575	IE2

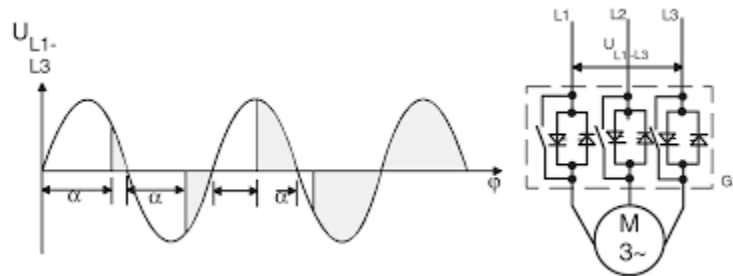
Gambar 1. Spesifikasi motor induksi tiga fasa yang menggunakan *SoftStarter*

SIEMENS		H IE2		CE			
Made in Czech Rep.							
3-MOT	1LE15012BB233AB4-Z		UC 1406/140786401				
IEC/EN 60034		225M	IMB3	IP55			
305kg	Th Cl	155(F)	-20°C <= TAMB <= 40°C				
Bearing							
DE	6213-ZC3						
NE	6213-C3 INS						
V	Hz	A	kW	cosφ	NOME EFF	1/min	IE-CL
380 Δ	50	84	45	0.87	93.1 %	1475	IE2
660 Y	50	48.5	45	0.87	93.1 %	1475	IE2
440 Δ	60	83	52	0.87	94.1 %	1775	IE2
440 Δ	60	73	45	0.86	93.6 %	1775	IE2

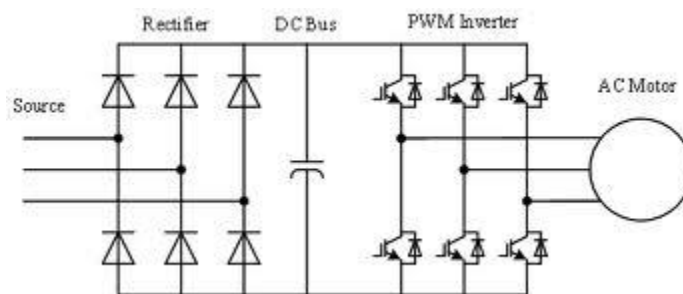
Gambar 2. Spesifikasi motor induksi tiga fasa yang menggunakan *inverter*

2.3 Rangkaian Penelitian

Berikut gambar rangkaian Penelitian pada metode *softstarting* dan *inverter* :



Gambar 3. Rangkaian Penelitian dengan Softstarter



Gambar 4. Rangkaian Penelitian dengan Inverter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang dibutuhkan untuk mendapatkan kurva karakteristik dan membandingkan antara kedua arus start dengan metode berbeda. Data yang diperlukan antara lain : Data spesifikasi motor induksi 3 fasa yaitu Arus start dengan metode *softstarting* dan *inverter*. Untuk mendapatkan perbandingan arus start yang dihasilkan oleh motor induksi tiga fasa maka perlu ditentukan dahulu tegangan . Dengan demikian, bentuk gelombang arus masing-masing fasa, kecepatan dan torsi dapat diperoleh dengan menghitung nilai setiap parameter dan tegangan yang didapat. Dalam penelitian ini penulis ingin melihat adanya perbandingan antara kedua metode pengasutan pada motor induksi 3 fasa dengan melakukan perhitungan torsi dan efisiensi.

3.1 Analisi pengasutan dengan *softstarter* Siemens 3rw4073 :

Spesifikasi motor induksi yang digunakan :

V	: 380 volt
Hub	: Delta
f (frekuensi)	: 50 Hz
Daya	: 90 Kw
Putaran	: 2975 r/min
I	: 165 A
cos ϕ	: 0,88
EFF	: 94,1 %

Tabel 1. Hasil data penelitian arus start pada softstarter :

T (SECOND)	I (AMPERE)	KECEPATAN PUTARAN (RPM)
1	617	238
3	639	788
5	667	1390
7	720	1989
9	741	2559
11	660	2988
13	223	2990
15	134	2991
17	126	2995

Hasil perhitungan untuk mendapatkan besar torsi :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 165 \cdot 0,88 = 95,5 \text{ kW}$$

$$P = (n \times T) / 95,5 \text{ kW}$$

$$T = (95,5 \times P) / n$$

Dimana : T = Besar torsi motor (Nm)

P = Daya motor (kW)

n = kecepatan putar motor (rpm)

Sehingga diperoleh :

$$T1 = (9,55 \times 75) / 551 = 1,30 \text{ Nm}$$

$$T2 = (9,55 \times 75) / 770 = 0,93 \text{ Nm}$$

$$T3 = (9,55 \times 75) / 855 = 0,84 \text{ Nm}$$

$$T4 = (9,55 \times 75) / 993 = 0,72 \text{ Nm}$$

$$T5 = (9,55 \times 75) / 1040 = 0,69 \text{ Nm}$$

$$T6 = (9,55 \times 75) / 1469 = 0,48 \text{ Nm}$$

$$T7 = (9,55 \times 75) / 1470 = 0,47 \text{ Nm}$$

$$T8 = (9,55 \times 75) / 1465 = 0,48 \text{ Nm}$$

$$T9 = (9,55 \times 75) / 1468 = 0,48 \text{ Nm}$$

Hasil perhitungan untuk mendapatkan besar efisiensi dengan metode softstarting

$$\eta = (P_{out} / P) \times 100\%$$

Dimana :

η = Effisiensi motor (%)

P_{out} = Daya keluar motor (kW)

P = Daya masuk motor (kW)

P_{out} = 75 kW

P = $\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$

Dimana :

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

sehingga diperoleh : $P1 = 1,73 \times 380 \times 410 \times 0,88 = 237,18 \text{ kW}$

$$P2 = 1,73 \times 380 \times 467 \times 0,88 = 270,16 \text{ kW}$$

$$P3 = 1,73 \times 380 \times 503 \times 0,88 = 290,99 \text{ kW}$$

$$P4 = 1,73 \times 380 \times 559 \times 0,88 = 323,38 \text{ kW}$$

$$P5 = 1,73 \times 380 \times 693 \times 0,88 = 400,90 \text{ kW}$$

$$P6 = 1,73 \times 380 \times 789 \times 0,88 = 456,44 \text{ kW}$$

$$P7 = 1,73 \times 380 \times 601 \times 0,88 = 347,68 \text{ kW}$$

$$P8 = 1,73 \times 380 \times 400 \times 0,88 = 231,40 \text{ kW}$$

$$P9 = 1,73 \times 380 \times 140 \times 0,88 = 80,99 \text{ kW}$$

$$\eta = (P_{\text{out}} / P_{\text{rata-rata}}) \times 100\% = (75 / 293,21) \times 100\% = 25,50\%$$

3.2 Hasil pengasutan dengan inverter SEW Eurodrive MC07:

Spesifikasi motor induksi yang digunakan :

V : 380 volt

Hub : Delta

f (frekuensi) : 50 Hz

Daya : 45 Kw

Putaran : 1475 r/min

I : 84 A

cos ϕ : 0,88

EFF : 93.1 %

Tabel 2 .Hasil data penelitian arus start pada inverter :

t (second)	I (ampere)	Kecepatan Putaran (RPM)
1	42	183
3	40	558
5	38	973
7	35	1369
9	32	1684
11	30	2122
13	32	2540
15	27	2786
17	26	2986

Hasil perhitungan untuk mendapatkan besar torsi :

$$P = (n \times T) / 9,55 \text{ kW}$$

$$T = (9,55 \times P) / n$$

Dimana : T = Besar torsi motor (Nm)

P = Daya motor (kW)

n = kecepatan putar motor (rpm)

Sehingga diperoleh :

$$T1 = (9,55 \times 75) / 551 = 1,30 \text{ Nm}$$

$$T2 = (9,55 \times 75) / 770 = 0,93 \text{ Nm}$$

$$T3 = (9,55 \times 75) / 855 = 0,84 \text{ Nm}$$

$$T4 = (9,55 \times 75) / 993 = 0,72 \text{ Nm}$$

$$T5 = (9,55 \times 75) / 1040 = 0,69 \text{ Nm}$$

$$T6 = (9,55 \times 75) / 1469 = 0,48 \text{ Nm}$$

$$T7 = (9,55 \times 75) / 1470 = 0,47 \text{ Nm}$$

$$T8 = (9,55 \times 75) / 1465 = 0,48 \text{ Nm}$$

$$T9 = (9,55 \times 75) / 1468 = 0,48 \text{ Nm}$$

Hasil perhitungan untuk mendapatkan besar efisiensi dengan metode softstarting

$$\eta = (P_{out} / P) \times 100\%$$

$$P_{out} = 75 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

Dimana : V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

sehingga diperoleh :

$$P1 = 1,73 \times 380 \times 410 \times 0,88 = 237,18 \text{ kW}$$

$$P2 = 1,73 \times 380 \times 467 \times 0,88 = 270,16 \text{ kW}$$

$$P3 = 1,73 \times 380 \times 503 \times 0,88 = 290,99 \text{ kW}$$

$$P4 = 1,73 \times 380 \times 559 \times 0,88 = 323,38 \text{ kW}$$

$$P5 = 1,73 \times 380 \times 693 \times 0,88 = 400,90 \text{ kW}$$

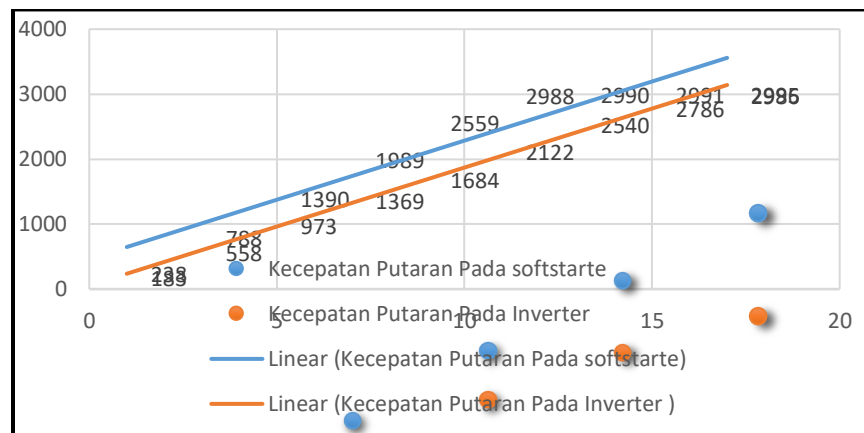
$$P6 = 1,73 \times 380 \times 789 \times 0,88 = 456,44 \text{ kW}$$

$$P7 = 1,73 \times 380 \times 601 \times 0,88 = 347,68 \text{ kW}$$

$$P8 = 1,73 \times 380 \times 400 \times 0,88 = 231,40 \text{ kW}$$

$$P9 = 1,73 \times 380 \times 140 \times 0,88 = 80,99 \text{ kW}$$

$$\eta = (P_{out} / P_{rata-rata}) \times 100\% = (75 / 293,21) \times 100\% = 25,50\%$$



Gambar 5. Perbandingan Kecepatan putaran softstarter dan dan inverter

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Bahwa besar arus start terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai arus maksimum yaitu 741 A dengan waktu 9 s dimana nilai arus rata-rata 503 A pada metode softstarting. Sedangkan metode Inverter sebesar 735 A dengan waktu 13 s dengan nilai arus rata-rata 325,7 A.
2. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa besar torsi maksimal terhadap waktu yang dibutuhkan yaitu sebesar 368,7 Nm dengan metode softstarting sedangkan pada metode inverter untuk mencapai torsi maksimal yaitu sebesar 479,5 Nm.

3. Karakteristik metode softstarting dimana arus start yang dihasilkan stabil. Hal ini membuktikan bahwa metode softstarter ini sangat mempermudah suatu motor induksi untuk mencapai arus maksimum diperlukan waktu hanya 9 s. Sedangkan pada torsi maksimal membuktikan bahwa semakin besar suatu arus start pada motor induksi, maka torsi pada motor tersebut juga akan semakin kecil. Karakteristik metode pengasutan inverter dimana arus start yang dihasilkan kurang stabil, selain itu efisiensi pada metode inverter lebih besar dibandingkan metode softstarting. Hal ini membuktikan kedua metode memiliki keuntungan dan kerugian yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zulfikar, Noorly Evalina, Arfis A., “Penggunaan Inverter 3G3MX2 Untuk Merubah Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Fasa”, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2019.
- [2] Zulfikar, Noorly Evalina, Abdul Azis H, Yoga Tri Nugraha, “Analisis Perubahan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Inverter 3g3mx2”, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2019.
- [3] Indra Roza, Faisal Irsan Pasaribu, Ahmad Yanie, Agus Almi, Thomson Samuel Sinaga, “Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di Pt. Lestari Alam Segar” . 2021.
- [4] Partaonan Harahap ST, MT . “Harmonisa Pada Rangkaian Inverter Satu Fasa” . 2018.
- [5] Wiratman “Analisis Perbandingan Pengasutan Pada Arus Start Dengan Menggunakan Softstarter Dan Inverter Pada Motor Induksi 3 Fasa”. 2016.
- [6] Koes Indrakoesoema, Yayan Andrianto, Kiswanto, ” Pengaruh Softstarter Pada Arus Motor Pompa Pendingin Primer Rsg-Gas”, Pusat Reaktor Serba Guna – Batan, Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan, 15310.
- [7] Asnil, Krismadinata, Irma Husnaini, ”Inverter tiga fasa Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya”, Teknik Elektro Universitas Negeri Padang, 2019.
- [8] Yulis Septarangga, ”Inverter Dengan Tegangan 12V DC Dan Tegangan Keluaran AC Dengan Frekuensi Yang Dapat Di Atur ”, Fakultas Sains Dan Teknologi Sanata Dharma, 2019.
- [9] Ardhan Izatur Rachman, “Analisis Model Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Arus Start Dan Torsi” , Fakultas Teknik Universitas Nusantara, 2020.
- [10] Lalu Riza Aliyan . “Desain Inverter Tiga Fasa Dengan Minimum Total Harmonic Distortion Menggunakan Metode SPWM” , Jurnal EECCIS Vol. 8 No.1 , Juni 2014. 11. Ronaldi Hutabalian , ”Desain Dan Analisa Inverter Tiga Fasa Dengan Metode SVPWM Sebagai Penggerak Motor Induksi Tiga Fasa Pada Aplikasi Sepeda Listrik” , Teknik Elektro Universitas Riau, 2016. 12. Satria Yudha “Anali