

## REDUKSI ARUS *STARTING* PADA PROSES PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA

Muhamad Ma'ruf Amin<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, Ibrahim Nawawi<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar

Jln. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara

muhamadmaruf9988@gmail.com<sup>1</sup>, saptomisworo@untidar.ac.id<sup>2</sup>, ibrahim\_nw@untidar.ac.id<sup>3</sup>

### INTISARI

**Intisari** - Arus *starting* motor induksi merupakan salah satu gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik. Arus *starting* yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan tegangan sesaat pada sumber tegangan listrik sehingga akan mengganggu peralatan yang dihubungkan pada saluran yang sama. Oleh karena itu, dibutuhkan pengasutan pada motor induksi 3 fasa agar dapat mereduksi arus *starting* yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi arus *starting* pada motor induksi 3 fasa dengan metode atau pengasutan secara DOL dan soft starter dengan kendali alfa yang digunakan untuk mengatur gate thyristor rangkaian soft starter pada saat motor *starting* agar tegangan dari sumber masuk secara bertahap ke motor induksi 3 fasa, sehingga arus *starting* motor induksi 3 fasa bisa direduksi. Perancangan rangkaian dilakukan menggunakan *tool software PSIM* dengan Hasil dari penelitian yang dilakukan Pada pengasutan DOL arus pada saat *starting* 8,66 kali dari arus nominalnya. Sedangkan, pada pengasutan soft starter arus pada saat *starting* 6,7 kali dari arus nominalnya dengan rangkaian yang cukup sederhana. Pada kendali alfa pemacu gate thyristor frekuensi disetting sebesar 5 kHz dan pulse width disetting sebesar 90° mengalami kestabilan pada sistem ketika motor dihubungkan dengan beban.

**Kata kunci** - Arus *starting*, soft starter, DOL, motor induksi 3 fasa, kendali alfa

### ABSTRAK

**Abstract** - The induction motor starting current is one of the most common disturbances in the electric power system. Current that starts high can result in a voltage drop at any time at the mains voltage source so that it will interfere with equipment on the same line. Therefore, it is necessary to start a 3-phase induction motor in order to reduce the high starting current. This study aims to reduce the starting current of a 3-phase induction motor with the DOL method or starting and a soft starter with alpha control which is used to adjust the thyristor gate. 3 phase induction motor starting current can be reduced. The circuit design was carried out using the PSIM software tool with the results of the research carried out on the starting DOL current at starting time of 8.66 times the nominal current. Meanwhile, at the start of the soft starter the current at the start is 6.7 times the nominal current with a fairly simple circuit. In alpha control, the gate thyristor trigger frequency is set at 5 kHz and the pulse width is set at 90° to experience stability in the system when the motor is against the load.

**Keywords** - Starting current, soft starter, DOL, 3-phase induction motor, Alpha controller

### PENDAHULUAN

Motor induksi 3 fasa merupakan motor yang digunakan dalam industri dengan hasil putaran tidak harus presisi atau konstan. Namun, terdapat kelemahan pada motor induksi 3 fasa yaitu arus *starting* berkisar antara 5 sampai 7 kali atau lebih dari arus nominalnya apabila motor induksi diasut secara langsung / direct on line (DOL). Hal ini akan menyebabkan pasokan tenaga listrik mengalami rugi tegangan. Motor induksi dengan daya dibawah 30 kW arus *starting* tidak terlalu berpengaruh terhadap rugi tegangan, sedangkan motor induksi dengan daya diatas 30 kW menyebabkan rugi tegangan cukup besar dan menurunkan kualitas daya listrik [1].

Implementasi motor induksi 3 fasa pada industri dengan beban motor penuh yang apabila

terjadi trip / terjadi pemadaman transmisi listrik pada saat motor sedang beroperasi, tidak memungkinkan untuk melepas beban motor yang terpasang ketika motor akan dioperasikan lagi dikarenakan *starting* motor pada kondisi beban terpasang membutuhkan arus yang sangat besar. Oleh karena itu, dibutuhkan metode pengasutan yang tepat untuk mereduksi arus *starting* yang besar [2].

Shabestari dan Mehrizi-Sani (2019) melakukan penelitian pada motor induksi 3 fasa berdaya 5 HP dengan metode DOL dan soft starter berbasis SCR. Hasil dari penelitian pada metode DOL terjadi kenaikan arus sebesar 74 A atau 571 % dari arus nominalnya sebesar 11 A. Pada metode soft starter terdapat mode I dan II, pada mode I terjadi kenaikan arus sebesar 45 A atau 400% dari arus nominalnya sebesar 11 A, pada mode II terjadi

kenaikan arus sebesar 30 A atau 263 % dari arus nominalnya sebesar 11 A [3].

C. O. Nwachukwu, dkk. (2017) melakukan penelitian pada motor induksi 3 fasa berdaya 10 HP. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode DOL dan soft starter disimulasikan menggunakan MATLAB Simulink. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada metode DOL arus mengalami kenaikan sebesar 200 A pada saat motor *starting* lalu menurun sampai akhirnya pada arus nominal yaitu 33 A. pada metode *soft starter* arus melonjak sebesar 130 A pada saat motor *starting* lalu menurun sampai akhirnya apada arus nominal yaitu 33 A [4].

Berdasarkan hasil kajian tentang reduksi arus *starting* pada motor induksi yang telah dibaca melalui buku, jurnal hasil penelitian dan sumber lain, bahwa karakteristik motor induksi 3 fasa pada pengasutan secara langsung / DOL membutuhkan arus *starting* yang tinggi. Arus *starting* pada motor induksi 3 fasa dapat direduksi dengan metode pengasutan. Metode *soft starter* merupakan suatu metode yang cukup signifikan dalam mereduksi kenaikan arus *starting* pada motor induksi 3 fasa [5]. Penelitian ini menggunakan motor induksi 3 fasa dengan spesifikasi daya 11 kW / 15 HP.

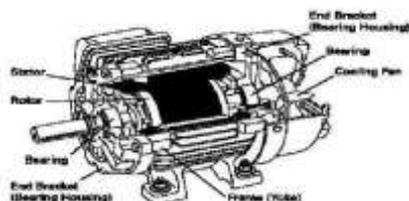
## LANDASAN TEORI

Arus *starting* adalah suatu bab yang cukup luas untuk dibahas, maka dari itu diperlukan dasar teori yang matang. adapun dasar teori yang digunakan antara lain :

### A. Motor induksi 3 fasa

Motor induksi 3 fasa adalah motor *alternating current* (AC) yang mana putaran rotor dengan putaran medan putar stator terdapat selisih putaran yang disebut *slip* [6].

Motor induksi 3 fasa konstruksinya tidak jauh berbeda dengan jenis motor lainnya. Motor induksi memiliki 2 bagian utama, yaitu stator (bagian yang tidak berputar), dan rotor (bagian yang berputar). Terdapat celah udara antara rotor dan stator yang berkisar antara 0,4 mm sampai 4 mm atau biasa disebut dengan *air gap*.



Gambar 1 Bagian-bagian pada motor induksi 3 fasa

Cara kerja motor induksi berdasarkan induksi elektromagnetik, kumparan stator yang dihubungkan dengan sumber tegangan akan menghasilkan medan magnet yang berputar kemudian menginduksikan GGL pada kumparan rotor yang menyebabkan putaran pada rotor.

### B. Pengasutan *direct on line* (DOL)

*Direct On line* (DOL) merupakan pengasutan motor induksi 3 fasa yang dihubungkan secara langsung ke sumber tegangan dengan besar tegangan sesuai dengan nominal motor. Motor dengan kapasitas daya dibawah 30 kW dapat diasut menggunakan pengasutan DOL. Sedangkan, motor dengan kapasitas daya diatas 30 kW jika diasut secara DOL dapat menyebabkan rugi tegangan yang besar dan tegangan pada jaringan suplai akan terganggu [6].

Gangguan tegangan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan elektronik lain yang terhubung dengan sumber tegangan yang sama.

### C. Pengasutan *soft starter*

*Soft starter* merupakan pengasutan pada motor induksi 3 fasa dengan memanfaatkan komponen elektronika yaitu 2 buah thyristor yang dirangkai secara anti paralel pada masing-masing fasanya untuk mengatur tegangan suplai pada motor. Prinsip kerja *soft starter* yaitu awal mulanya motor diberikan tegangan yang rendah sehingga arus dan torsiya rendah. Selanjutnya tegangan akan dinaikkan secara bertahap sampai pada tegangan nominal sehingga motor juga berputar dengan kecepatan nominalnya [7] [8].

Pengasutan ini bisa menjadi solusi untuk mereduksi arus *starting* pada motor induksi 3 fasa yang memungkinkan untuk mengatur tegangan yang masuk kedalam motor dengan pemicu tegangan pada *thyristor* [9] [10] .

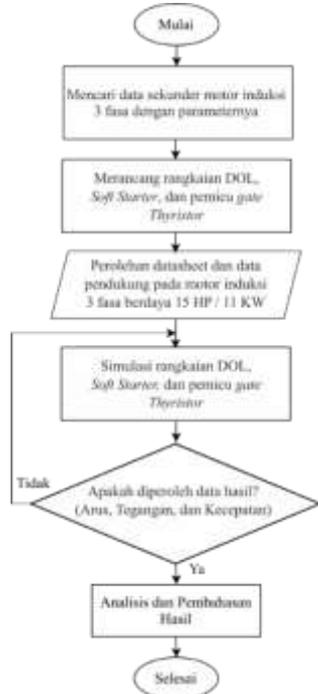
### D. Thyristor

*Thyristor* merupakan komponen elektronika aktif yang difungsikan seperti pintu untuk mengatur tegangan yang masuk dengan input tegangan yang kecil sebagai pemicunya. *Thyristor* dapat dianggap sebagai komponen yang terdiri dari 2 buah transistor dengan melihat dari sisi cara kerjanya, thyristor dapat diibaratkan sebagai saklar. [7].

Implementasi *Thyristor* banyak digunakan pada perangkat elektronika daya seperti timer, osilator, kendali kecepatan motor listrik, dan lain sebagainya.

## METODE PENELITIAN

Data yang diperoleh dari penelitian terdahulu selanjutnya dilakukan analisis data untuk mendapatkan nilai perhitungan dan mensimulasikannya menggunakan *software* PSIM. Berikut merupakan diagram alir perencanaan reduksi arus *starting* pada motor induksi 3 fasa.



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan

Pada diagram alir perencanaan mencari data sekunder motor induksi 3 fasa dilakukan untuk memperoleh spesifikasi dan parameter yang ada pada motor induksi seperti resistansi dan reaktansi pada motor. Perancangan rangkaian pengasutan DOL, *soft starting*, dan kendali alfa pemacu *gate thyristor* dilakukan menggunakan *software* PSIM..

Rancangan rangkaian pengasutan DOL, dan *soft starter* disimulasikan untuk memperoleh data arus *starting*, arus nominal, tegangan dan kecepatan putar pada motor induksi 3 fasa. Apabila pada penelitian arus *starting* tidak tereduksi maka perencanaan rangkaian pengasutan DOL dan *soft starting* motor induksi 3 fasa kembali dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan yaitu untuk mereduksi arus *starting* pada motor induksi 3 fasa. Penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan *tool software* PSIM.

### A. Spesifikasi motor induksi 3 fasa

Setiap motor induksi yang diproduksi dari pabrik, masing-masing dilengkapi dengan keterangan/spesifikasi mengenai motor tersebut

yang dituliskan pada *name plate*. Berikut merupakan spesifikasi motor induksi 3 fasa.

- Daya : 15HP / 11KW / 15 PK
- Frekuensi : 50 Hz
- Kecepatan Rotasi : 1450 rpm (4 pole / 4P)
- Arus : 27,8 (delta)/16,1 (star) Ampere
- Tegangan : 220 (delta)/380 (star) Volt 3 fasa
- Resistansi Stator : 0,294 Ω
- Induktansi Stator : 1,39 mH
- Resistansi Rotor : 0,156 Ω
- Induktansi Rotor : 0,74 mH
- Induktansi (Mag) : 41 mH
- Massa Total : 73 Kg
- Massa Rotor : 24 Kg
- Diameter AS : 4,2 cm
- Diameter Rotor : 36 cm
- Code letter : F = 5,00–5,60 kVA/HP

### 1. Perhitungan berat beban dalam satuan torsi

Pemodelan berat beban yang akan digunakan sebagai data analisis dalam penelitian ini ada 4, yaitu: beban penuh (100%), beban tiga perempat penuh (75%), beban setengah penuh (50%), dan beban seperempat penuh (25%). Presentase tersebut mudah dalam perhitungan dan mudah jika diterapkan pada industri tanpa harus menghitung detail persentasenya, dapat ditentukan dari hasil perhitungan rumus sebagai berikut.

$$T_{load} = \frac{P_{out}}{\omega_m} = \frac{11000}{\frac{2\pi \cdot 1450}{60}} = 72,48 \text{ Nm} \dots\dots(1)$$

Keterangan :

$T_{load}$  = Torsi beban (Nm)

$P_{out}$  = Daya keluaran (Watt)

$\omega_m$  = Kecepatan mekanik (rad/s);

$n_r$  = Kecepatan putar motor induksi (rpm);

60 = Konstanta.

Hasil perhitungan torsi beban motor sebesar 72,48 Nm.

### 2. Perhitungan arus starting

Berdasarkan spesifikasi motor nilai nominal code letter adalah F yang bernilai locked rotor 5,00 – 5,60 kVA/HP. Berikut merupakan hasil perhitungan daya *starting* motor induksi 3 fasa yang diteliti.

$$S_{start} = HP \times Code \ Letter \dots\dots\dots(2)$$

$$= 15 \times 5,60$$

$$= 84000 \text{ VA} = 84 \text{ kVA}$$

Keterangan :

$S_{start}$  = daya motor induksi 3 fasa pada saat *starting* (kVA)

HP = daya motor induksi 3 fasa (HP)  
 Code Letter = nilai daya input per daya output (kVA/HP)

Berdasarkan hasil perhitungan daya *starting* motor induksi 3 fasa lalu disubstitusikan kedalam rumus perhitungan arus *starting* sebagai berikut.

$$I_{start} = S_{start} / (1,732 \times V_T) \dots\dots\dots(3)$$

$$= 84000 / (1,732 \times 220)$$

$$= 220,45 \text{ A}$$

Keterangan :

S start = daya motor induksi 3 fasa pada saat *starting* (kVA)

I start = arus motor induksi 3 fasa pada saat *starting* (A)

1,732 = konstanta

VT = tegangan terminal / suplai motor (V)

Perhitungan pada rumus (4.3) menunjukkan bahwa arus *starting* pada motor induksi 3 fasa yang diteliti sebesar 220,45 A.

### 3. Perhitungan momen inersia

Berdasarkan spesifikasi motor. momen inersia pada motor listrik dapat dihitung menggunakan rumus momen inersia pada benda silinder pejal, sebagai berikut.

$$J = \frac{1}{2} m \times R^2 \dots\dots\dots(4)$$

$$= \frac{1}{2} \times 24 \times (0,18)^2$$

$$= 0,388 \text{ Kg.m}^2$$

Keterangan :

J = momen inersia (kg.m<sup>2</sup>)

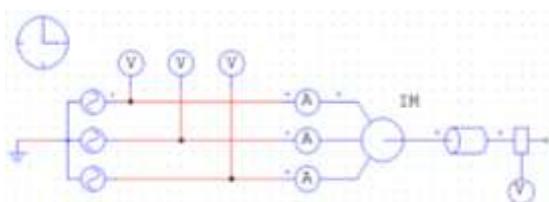
m = massa rotor (kg)

R = jari-jari atau ½ diameter rotor (m)

Perhitungan pada rumus (4.4) menunjukkan bahwa momen inersia pada motor induksi 3 fasa yang diteliti sebesar 0,388 Kg.m<sup>2</sup>.

### B. Hasil pengasutan motor induksi 3 fasa secara *direct on line* (DOL)

Percobaan dalam penelitian yang dilakukan terdapat dua metode, yaitu metode percobaan tanpa beban dan metode percobaan dengan beban (20% - 100%) dari beban penuh. Berikut ini merupakan rangkaian pengasutan motor induksi 3 fasa secara *direct on line* (DOL)

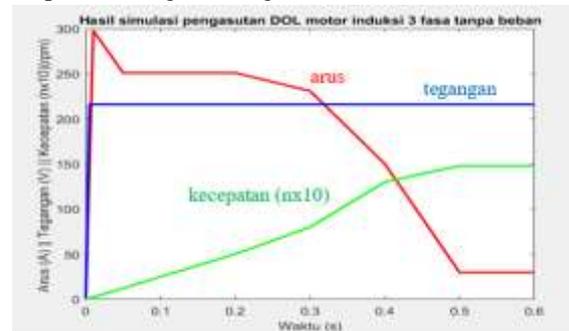


Gambar 3 Rangkaian pengasutan motor induksi 3 fasa secara *direct on line* (DOL)

Berikut merupakan percobaan yang dilakukan menggunakan pengasutan motor induksi 3 fasa secara *direct on line* (DOL).

#### 1. Percobaan tanpa beban

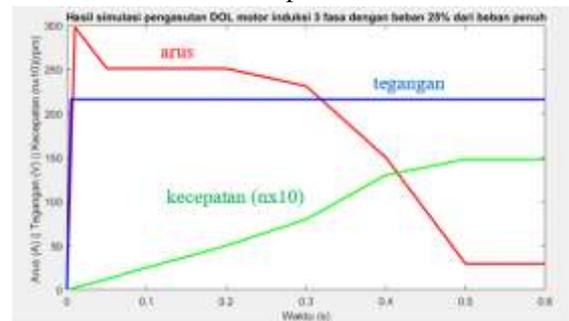
Berikut merupakan grafik gabungan hasil percobaan pengasutan DOL motor induksi 3 fasa tanpa dihubungkan dengan beban.



Gambar 4 Grafik hasil arus stator pengasutan DOL motor induksi 3 fasa tanpa beban

#### 2. Percobaan dengan beban 25% beban penuh

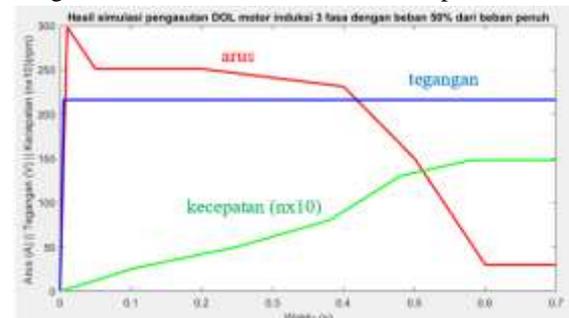
Nilai torsi beban 25% dari beban penuh sebesar 18,12 Nm. Berikut merupakan grafik gabungan hasil pengasutan DOL dengan beban mekanik 25% dari beban penuh.



Gambar 5 Grafik gabungan hasil pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban 25% dari beban penuh

#### 3. Percobaan dengan beban 50% beban penuh

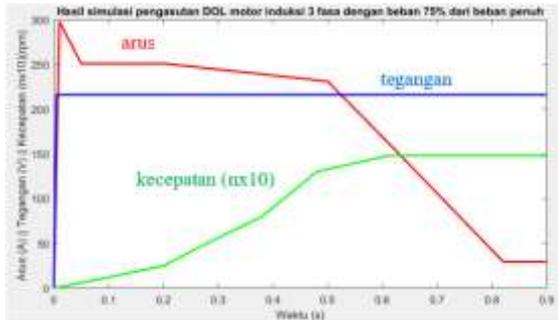
Nilai torsi beban 50% dari beban penuh sebesar 36,24 Nm. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 50% dari beban penuh.



Gambar 6 Grafik gabungan hasil pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban 50% dari beban penuh

#### 4. Percobaan dengan beban 75% beban penuh

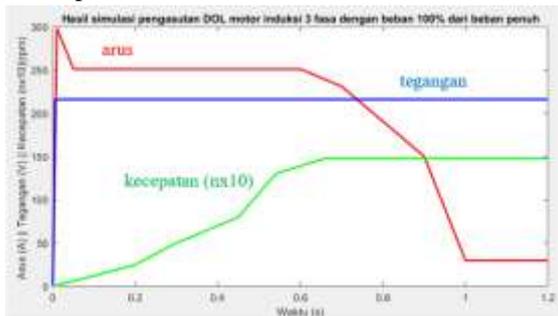
Nilai torsi beban 75% dari beban penuh sebesar 54.36 Nm. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 75% dari beban penuh.



Gambar 7 Grafik gabungan hasil pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban 75% dari beban penuh

#### 5. Percobaan dengan beban 100% beban penuh

Nilai beban penuh pada motor induksi 3 fasa yang diuji yaitu sebesar 54,31 Nm. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 100% dari beban penuh.



Gambar 8 Grafik hasil arus stator pengasutan DOL motor induksi 3 fasa dengan beban 100% dari beban penuh

Dari penelitian yang dilakukan dapat direkap menjadi tabel untuk mempermudah penyajian data penelitian. Berikut ini tabel hasil penelitian pengasutan DOL motor induksi 3 fasa.

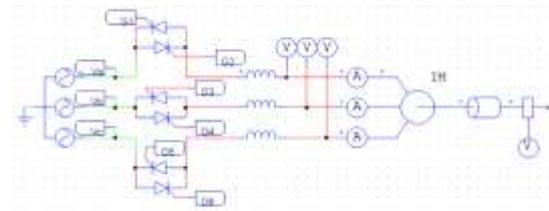
Tabel 1 Hasil penelitian pengasutan DOL motor induksi 3 fasa

Beban Mekanik (Nm)	Arus Starting (A)	Arus Nominal (A)	Steady State Arus (s)	Tegangan (V)	Kecepatan Putar (rpm)	Steady State Kecepatan (s)
Tanpa Beban	251,2	29,6	0,487	216	1480	0,426
25% dari T <sub>load</sub>	251,2	29,6	0,487	216	1480	0,426
50% dari T <sub>load</sub>	251,2	29,6	0,640	216	1480	0,52
75% dari T <sub>load</sub>	251,2	29,6	0,820	216	1480	0,61
100% dari T <sub>load</sub>	251,2	29,6	1,061	216	1480	0,66

#### C. Hasil pengasutan motor induksi 3 fasa secara soft starter

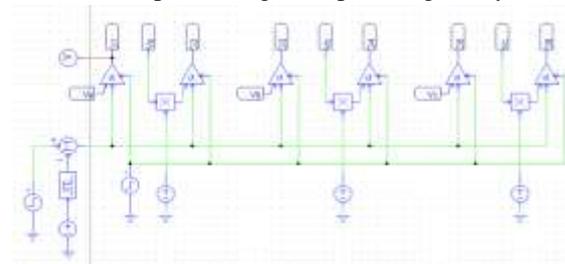
Percobaan dalam penelitian yang dilakukan terdapat dua metode, yaitu metode percobaan tanpa

beban dan metode percobaan dengan beban (20% - 100%) dari beban penuh. Berikut ini merupakan rangkaian pengasutan motor induksi 3 fasa secara soft starter



Gambar 9 Rangkaian pengasutan motor induksi 3 fasa secara soft starter

Thyristor akan beroperasi apabila diberikan pemacu pada gate thyristor dalam bentuk pulse. Berikut merupakan rangkaian pemacu gate thyristor.

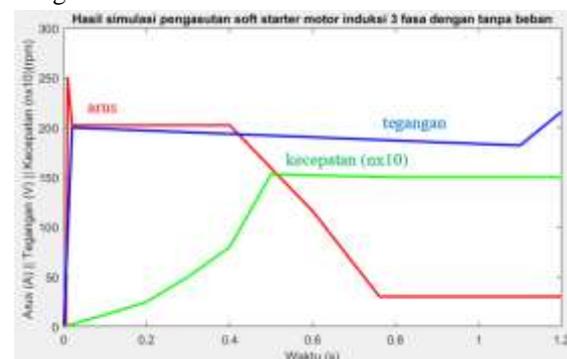


Gambar 10 Rangkaian pemacu gate thyristor pada pengasutan motor induksi 3 fasa secara soft starter

Berikut merupakan percobaan yang dilakukan menggunakan pengasutan motor induksi 3 fasa secara soft starter.

##### 1. Percobaan tanpa beban

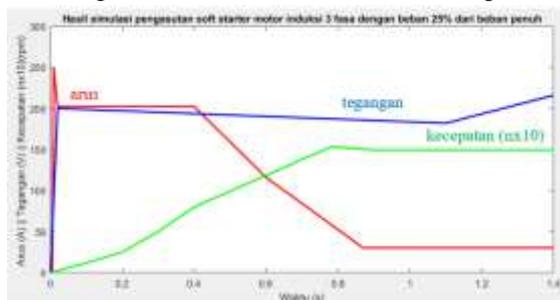
Percobaan tanpa beban bertujuan untuk memperoleh nilai arus starting sampai dengan arus nominal, tegangan, kecepatan putar pada motor induksi 3 fasa tanpa dihubungkan dengan beban. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan soft starter motor induksi 3 fasa tanpa dihubungkan dengan beban.



Gambar 11 Grafik hasil arus stator pengasutan soft starter motor induksi 3 fasa tanpa beban

##### 2. Percobaan dengan beban 25% beban penuh

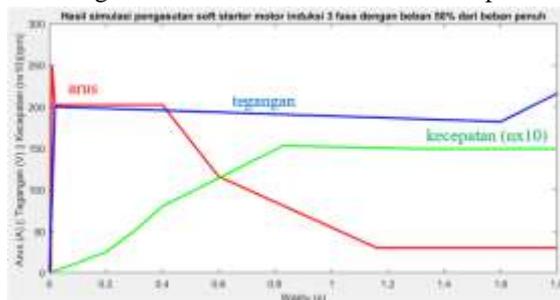
Nilai torsi beban 25% dari beban penuh sebesar 18,12 Nm. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 25% dari beban penuh.



Gambar 12 Grafik hasil arus stator pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban 25% dari beban penuh

### 3. Percobaan dengan beban 50% beban penuh

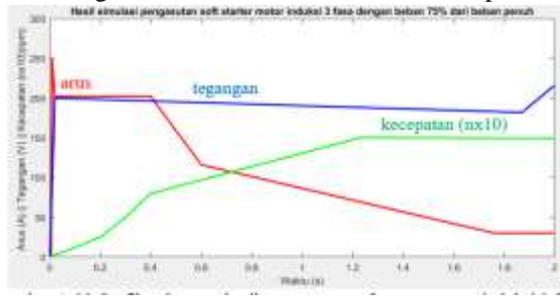
Nilai torsi beban 50% dari beban penuh sebesar 36,24 Nm. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 50% dari beban penuh.



Gambar 13 Grafik hasil arus stator pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban 50% dari beban penuh

### 4. Percobaan dengan beban 75% beban penuh

Nilai torsi beban 75% dari beban penuh sebesar 54,36 Nm. Berikut merupakan hasil percobaan pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 75% dari beban penuh.

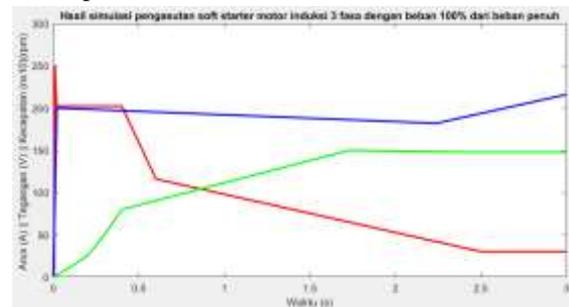


Gambar 14 Grafik hasil arus stator pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban 75% dari beban penuh

### 5. Percobaan dengan beban 100% beban penuh

Beban penuh pada motor induksi 3 fasa yang diuji yaitu sebesar 72,48 Nm. Berikut merupakan

hasil percobaan pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban mekanik 100% dari beban penuh.



Gambar 15 Grafik hasil arus stator pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa dengan beban 100% dari beban penuh

Dari penelitian yang dilakukan dapat direkap menjadi tabel untuk mempermudah penyajian data penelitian. Berikut ini tabel hasil penelitian pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa.

Tabel 2 Hasil penelitian pengasutan *soft starter* motor induksi 3 fasa

Beban Mekanik (Nm)	Arus Starting (A)	Arus Nominal (A)	Steady State Arus (s)	Tegangan (V)	Steady State Tegangan (s)	Kecepatan Putar (rpm)	Steady State Kecepatan (s)
Tanpa Beban	202,3	30,16	0,761	216	1,2	1500	0,8
25% dari Tload	202,3	30,16	0,870	216	1,4	1494	0,9
50% dari Tload	202,3	30,16	1,160	216	1,6	1494	1,3
75% dari Tload	202,3	30,16	1,760	216	1,87	1494	2,2
100% dari Tload	202,3	30,16	2,500	216	2,24	1478	2,4

## D. Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian pada motor induksi 3 fasa berdaya 15 HP/11 KW didapatkan hasil bahwa Arus *starting* pada pengasutan DOL terdapat kelebihan yaitu waktu *steady state* lebih cepat daripada pengasutan *soft starter*, sedangkan *soft starter* terdapat kelebihan yaitu arus *starting* yang direduksi lebih banyak daripada pengasutan DOL. Penelitian yang dilakukan bisa diterapkan di dunia industri dengan beban motor penuh yang tidak memungkinkan untuk melepaskan beban ketika terjadi suatu *trip*.

Berdasarkan percobaan pengasutan DOL nilai arus nominalnya adalah 29,6 A. Pada pengasutan DOL arus pada saat *starting* sebesar 250,23 A atau 866% sehingga nilai arus tersebut adalah 8,66 kali arus nominalnya. Sedangkan, arus *starting* maksimal sesuai perhitungan berdasarkan spesifikasi motor sebesar 220,45 A. Hal ini sangat beresiko ketika pengasutan DOL di terapkan pada suatu industri yang dapat menyebabkan kinerja peralatan yang lain terganggu. Perbedaan kondisi motor tanpa beban dan terhubung beban pengasutan DOL adalah waktu *steady state* atau kestabilan yang dibutuhkan arus dari *starting* hingga arus nominal.

Semakin besar beban yang dihubungkan semakin lama waktu *steady state* motor tersebut.

Berdasarkan percobaan pengasutan *soft starter* nilai arus nominalnya adalah 30,16 A. Pada pengasutan *soft starter* arus pada saat *starting* sebesar 202,3 A atau 670% sehingga nilai arus tersebut adalah 6,7 kali arus nominalnya. Sedangkan, arus *starting* maksimal sesuai perhitungan berdasarkan spesifikasi motor sebesar 220,45 A. Maka pengasutan *soft starter* dianjurkan ketika diterapkan di industri. Dikarenakan mampu mereduksi arus *starting* dengan rangkaian yang cukup sederhana.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan yaitu menggunakan metode pengasutan DOL dan pengasutan *soft starter* pada motor induksi 3 fasa yang berkapasitas daya 15 HP, diperoleh simpulan bahwa Pada pengasutan DOL arus pada saat *starting* 8,66 kali dari arus nominalnya. Sedangkan, pada pengasutan *soft starter* arus pada saat *starting* 6,7 kali dari arus nominalnya dengan rangkaian yang cukup sederhana. Pada kendali alfa pemicu *gate thyristor* frekuensi disetting sebesar 5 kHz dan pulse width disetting sebesar 90° mengalami kestabilan pada sistem ketika motor dihubungkan dengan beban. Hal ini membuktikan bahwa pengasutan *soft starter* dapat diterapkan didunia industri, tentunya dapat dimodifikasi sesuai yang diperlukan pada industri tersebut.

## REFERENSI

- [1] R. Berlianti, A. Multi, and B. A. P, "Motor Induksi Fasa Tiga Tipe Rotor Sangkar Sebagai Generator Induksi Dengan Variasi Hubungan Kapasitor Untuk Eksitasi," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 26, no. 2, pp. 110–119, 2020, doi: 10.37277/stch.v26i2.508.
- [2] N. Evalina and A. A. Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2018.
- [3] P. M. Shabestari and A. Mehrizi-Sani, "Current Limiting and Torque Pulsation Reduction of the Induction Motors," *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.*, vol. 2019-Augus, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/PESGM40551.2019.8973904.
- [4] C. O. Nwachukwu and M. I. Ajumuka, "Asynchronous Machine Response to Transients," *2017 IEEE 3rd Int. Conf. Electro-Technology Natl. Dev.*, 2017.
- [5] A. A. Hidayat, I. M. A. Nrartha, and S. Nababan, "Analisis Soft Starting Metoda Pwm Untuk Motor Induksi 3 Fase 37 Kw," *Dielektrika*, vol. 7, no. 2, p. 132, 2020, doi: 10.29303/dielektrika.v7i2.241.
- [6] D. Agus Saputra, "Perancangan Rangkaian Pengasutan Soft Starting Pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Arduino Nano," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 2, no. 4, pp. 45–51, 2017.
- [7] B. Triyono, M. Y. Fauzan, Soedibyoy, and M. Ashari, "Filter design of PWM AC chopper on soft starting application 3 phase induction motors," *Proc. - 2016 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun. ISEMANTIC 2016*, vol. 1, no. 1, pp. 285–289, 2017, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2016.7873852.
- [8] O. A. Qudsi, E. Prasetyono, I. Ferdiansyah, and S. D. Nugraha, "Soft Starting dengan Redaman Arus Starting Pada Motor BLDC," vol. 2, no. September, 2020.
- [9] A. A. Shevchenko, Z. S. Temlyakova, V. V. Grechkin, and A. A. Temlyakov, "The Asynchronous Motor Start Calculation with the Motor Soft Starter," *2018 14th Int. Sci. Conf. Actual Probl. Electron. Instrum. Eng. APEIE 2018 - Proc.*, pp. 410–412, 2018, doi: 10.1109/APEIE.2018.8545382.
- [10] E. A. Kosykh and A. V. Udovichenko, "Research of a Soft Starter of an Induction Motor Based on Multi-Zone Transistor AC Voltage Regulator," *Int. Conf. Young Spec. Micro/Nanotechnologies Electron Devices, EDM*, vol. 2020-June, pp. 358–362, 2020, doi: 10.1109/EDM49804.2020.9153510.