

Research Article

Perubahan Parameter Motor 140-PM-17 Menggunakan *Strating* Autotrafo Dan *Soft Starter* Pada PT Kilang Pertamina Internasional RU II DumaiAntonius Rajagukguk¹, Althaf Iskandar^{1,*}, Anisah Risle Munte¹

ABSTRAK: Kerusakan motor induksi sering terjadi di lingkungan industri. *Starting* motor yang tidak sesuai dengan kebutuhan motor adalah salah satu penyebab kegagalan/gangguan yang terjadi. Dalam artikel ini digunakan dua metode *starting*, yaitu autotrafo dan *soft starter*. Kedua metode ini dilakukan pengujian dalam bentuk simulasi dan perhitungan dengan tujuan untuk melihat perbandingan perubahan variabel motor pada saat *starting*. Pada metode *starting* autotrafo, perpindahan tegangan dilakukan sekali saat motor hendak mencapai kecepatan nominal yang menyebabkan arus mengalami *overshoot*. Sedangkan pada metode *starting soft starter*, perpindahan tegangan dilakukan secara bertahap sehingga lonjakan arus tidak langsung mengalami *overshoot*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan arus *starting* pada *soft starter* mencapai 2,8 kali arus nominal, sedangkan pada autotrafo mencapai 3,2 kali arus nominal. Torsi *starting soft starter* sebesar 1,17 kali torsi nominal, sementara torsi *starting* autotrafo mencapai 1,5 kali torsi nominal. Meskipun *soft starter* memiliki arus dan torsi awal yang lebih rendah, *soft starter* dapat mencapai keadaan stabil lebih cepat, sehingga menggunakan energi lebih sedikit saat *starting*. Hasil uji validasi arus terhadap RPM metode *starting* autotrafo, menunjukkan kurva arus dimulai dengan tegangan rendah dan beralih ke tegangan nominal saat mendekati kecepatan nominal yang relevan dengan penelitian terdahulu. Pada metode *starting soft starter*, kurva arus meningkat perlahan di awal dan turun perlahan setelah mencapai puncak.

Kata kunci: Arus, Autotrafo, Motor Induksi, RPM, Starting, Soft Starter, Torsi

1. PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan komponen vital dalam penggerak industri karena keandalannya dalam menangani berbagai beban. Penggunaannya dalam skala besar menuntut sistem tenaga yang andal, khususnya dalam menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi. Lonjakan arus saat *starting*, terutama pada beban besar, dapat menyebabkan gangguan tegangan (*voltage dip*) yang berisiko menghentikan proses produksi[1]

Penelitian sebelumnya, seperti oleh Husodo & Irsyad, menunjukkan bahwa metode *direct-on-line* dapat menyebabkan arus awal tinggi dan mengganggu kestabilan sistem. Cahyo Edy Wibowo et al, menekankan pentingnya pemilihan metode *starting* yang tepat bertujuan memperpanjang usia motor. Kebutuhan industri, khususnya di sektor kilang minyak, menuntut metode *starting* yang efisien dan sesuai dengan karakteristik beban. Kasus motor di PT Kilang Pertamina Internasional RU II Dumai menunjukkan

OPEN ACCESS

Afiliasi:

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

Korespondensi:

* Email:

althaf.iskandar3729@student.unri.ac.id

Diterima Redaksi:

29-05-2025

Selesai Revisi:

03-07-2025

Diterbitkan Online:

07/07-2025

Cara mengutip artikel ini (IEEE):

Rajagukguk, A., Althaf Iskandar, & Munte, A. R. Perubahan Parameter Motor 140-PM-17 Menggunakan *Strating* Autotrafo Dan *Soft Starter* Pada PT Kilang Pertamina Internasional RU II Dumai. *Electrical Today*, 11–22.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

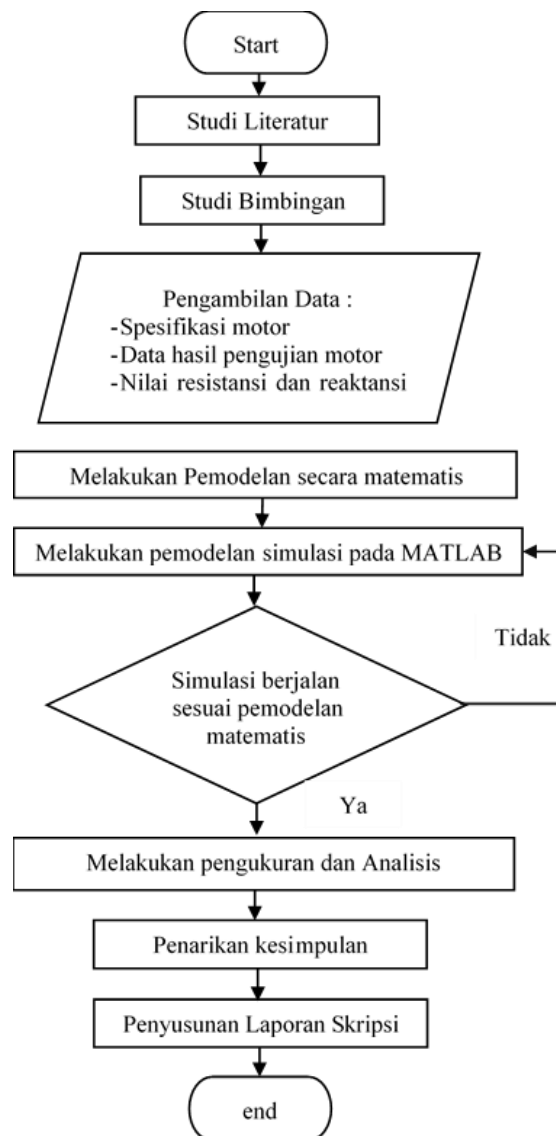


bahwa metode starting yang kurang tepat dapat memengaruhi performa *system* dan motor secara keseluruhan. Studi ini dilakukan sebagai respons atas permasalahan tersebut di lingkungan industri nyata.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan parameter motor yang terjadi akibat penggunaan dua metode starting yang berbeda, yaitu autotrafo dan *soft starter*. Penelitian ini menawarkan *novelty* berupa pendekatan berbasis studi kasus nyata di industri, yang belum banyak diangkat dalam literatur sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan secara berurutan yang digambarkan dalam bentuk *flowchart*, penelitian yang bertujuan untuk dapat mengidentifikasi masalah dan mendapatkan kesimpulan hasil penelitian. Bentuk *flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

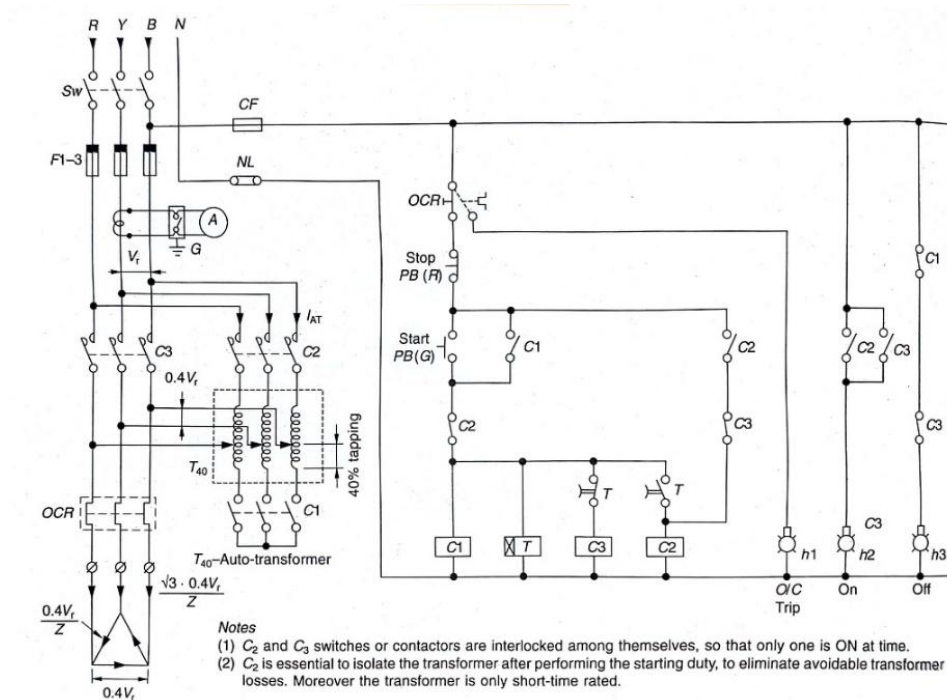


Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Penelitian ini memiliki alur kegiatan perancangan yang dilakukan dengan studi literatur, studi bimbingan, observasi dan pengumpulan data yang dibutuhkan, pemodelan simulasi menggunakan Matlab, melakukan pengukuran perubahan variable motor, dan melakukan validasi hasil pengujian secara perhitungan.

2.1. Metode *Starting* Autotrafo

Starting autotrafo merupakan *starting* menggunakan tap pada autotrafo yang berfungsi untuk mengatur tegangan motor selama *starting*. Rangkaian starting menggunakan autotrafo dapat dilihat pada Gambar 2.

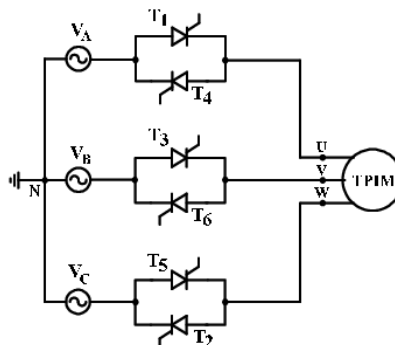


Gambar 2. Rangkaian *Starting* Autotrafo

Pada rangkaian kontrol *starting* auto trafo, terdapa tiga kontaktor yang bekerja untuk memberikan arus ke motor. Kontaktor pertama terhubung dengan trafo yang dirangkaian delta. Kontaktor kedua menghubungkan motro dengan tap tertentu untuk mengatur persentasi tegangan yang masuk ke motor. Kontaktor ke tiga merupakan penghubung langsung antara sistem langsung ke motor. Dengan melakukan penurunan tegangan motor hingga kembali ke tegangan nominal motor maka motor dapat berjalan dengan halus, dengan arus dan torka start yang kecil. Perpindahan tegangan nominal motor dilakukan ketika kecepatan motor mendekati kecepatan nominal.

2.2. Metode *Starting Soft Starter*

Starting soft starter merupakan control motor untuk mengatur tegangan motor menggunakan thyristor selama *starting*. Gambar 3 merupakan rangkaian *starting soft starter*.



Gambar 3. Rangkaian *Starting Soft Starter*

Starting soft starter bekerja dengan cara mengubah gelombang input tegangan kemudian mengubah nilai rms tegangan pada motor. Perubahan nilai tegangan AC dilakukan dengan mengatur penyalaan *thyristor* sehingga merubah gelombang tegangan motor. Pengontrolan ketika *starting* dimulai dengan tegangan rendah dan

kemudian tegangan akan dinaikkan secara perlahan hingga mencapai tegangan nominal motor. Pengontrolan ini memberikan arus dan torsi yang mulus selama *starting*.

2.3. Data Motor

Penelitian ini dilakukan pada motor dengan tag 140-PM-17 dengan nametag motor seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Motor

Motor 140PM17			
Serial Number	82068297NS1~2	Hertz	50
Type	MRA43212	Voltage	3300
Manufacture	Fuji Electric	Amperes	470
Made in	Japan	Poles	2
MFR Year	1982	RPM	2980
Phase	3	Synchro. Speed	3000
Temp. Class	T3	Insulation Class	F
KW	2380	Rotation	CCW
Rule	IEC34-1 (1969)	Connection	Y

Untuk dapat membandingkan metode *starting* yang berbeda dibutuhkan data-data motor untuk dapat dimodelkan menjadi simulasi dan dapat dilakukan perhitungan sebagai validasi dari hasil pengujian. Data motor yang dapat diolah yaitu motor dengan tegangan 3300 V, frekuensi 50 Hz, kecepatan putar rotor 2980RPM. Data yang diperhitungkan untuk validasi hasil pengujian berupa nilai R_s (Resistansi Stator) $0,0526\Omega$, L_s (Reaktansi Induktif Stator) $0,00174H$, R_r (Resistansi Rotor) $0,11873\Omega$, L_r (Reaktansi Induktif Rotor) $0,00174H$ dan L_m (Reaktansi Induktif Magnet) $0,08456H$. jika tahanan magnetisasi disederhanakan dengan tahanan stator maka R_{TH} (Resistansi *Thevenin*) $0,056\Omega$ dan X_{TH} (Reaktansi *Thevenin*) $0,535\Omega$.

2.4. Perhitungan Data

1. Arus Starting

$$I_{strt} = \frac{V_{TH}}{\sqrt{(R_{TH} + R_2/s)^2 + (X_{TH} + X_2)^2}} \quad (1)$$

Dimana V_{TH} merupakan tegangan *Thevenin* (V), R_{TH} merupakan resistansi *Thevenin* (Ω), X_{TH} merupakan induktansi *Thevenin* (Ω), R_2 merupakan resistansi rotor (Ω), dan X_2 merupakan induktansi rotor (Ω)

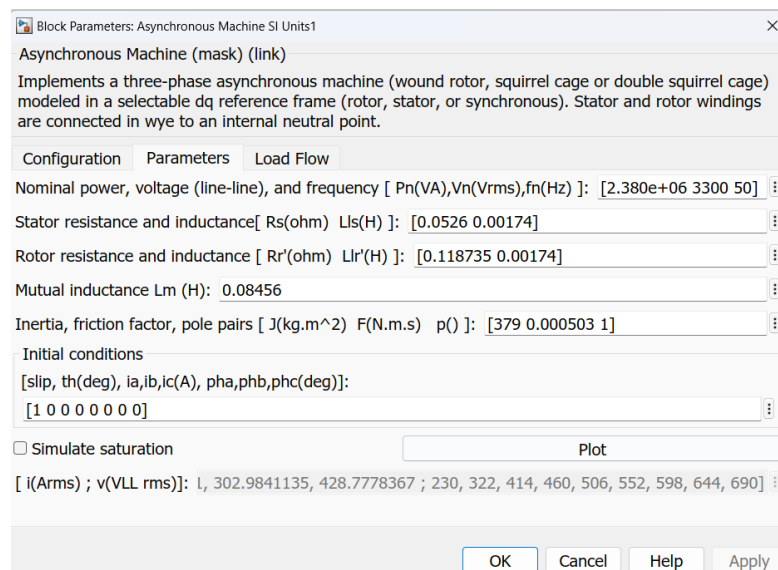
2. Torsi Starting

$$\tau_{ind} = \frac{3V_{TH}^2 R_2/s}{\omega_{sync} [(R_{TH} + R_2/s)^2 + (X_{TH} + X_2)^2]} \quad (2)$$

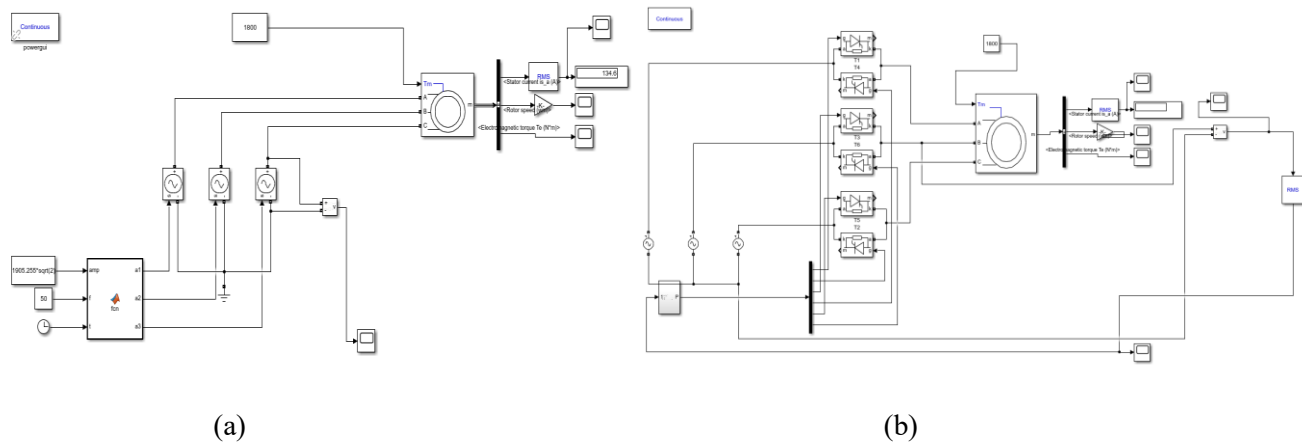
Dimana V_{TH} merupakan tegangan *Thevenin* (V), R_{TH} merupakan resistansi *Thevenin* (Ω), X_{TH} merupakan induktansi *Thevenin* (Ω), R_2 merupakan resistansi rotor (Ω), ω_{sync} merupakan (RPM), dan X_2 merupakan induktansi rotor (Ω).

2.5. Pemodelan Simulasi

Dalam melakukan pemodelan simulasi Matlab nilai yang berhubungan dengan nilai ekuivalen motor dimasukkan untuk dapat dilakukan validasi menggunakan perhitungan dari simulasi. Gambar 4 menunjukan parameter motor pada simulasi.

Gambar 4. Parameter Motor 140 -PM -17 Pada *Software* Matlab

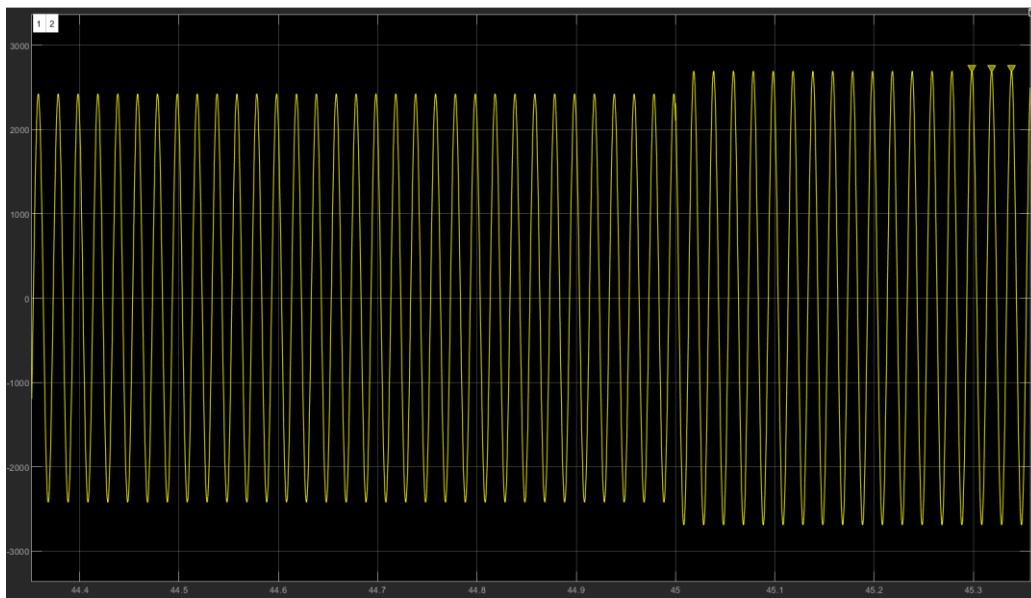
Untuk simulasi pengontrolan *starting* motor terdiri dari 2 rangkaian yang berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 5 yang merupakan rangkaian pengontrolan *starting* motor secara autotrafo dan *soft starter*.

Gambar 5. (a) Rangkaian Simulasi *Starting* Autotrafo, (b) Rangkaian *Starting* Soft Starter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengontrolan Tegangan *Starting* Autotrafo

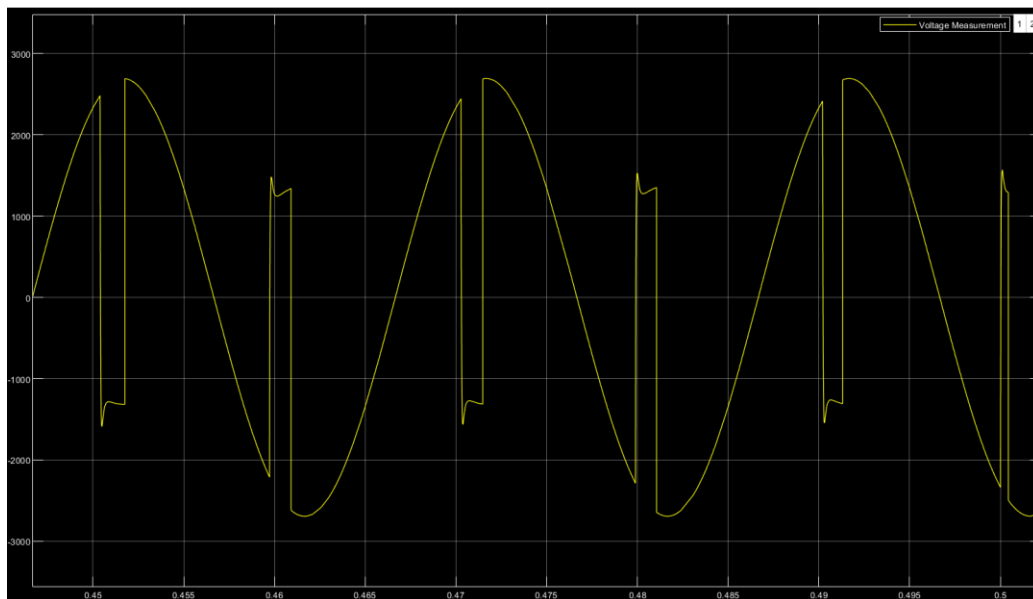
Pada saat pengontrolan tegangan menggunakan autotrafo terdapat perubahan nilai amplitudo pada tegangan yang masuk ke motor. Ketika *starting* motor diberikan tegangan 90% dari tegangan nominal motor, ketika kecepatan motor 85% dari kecepatan nominal, maka dilakukan perpindahan tegangan menjadi tegangan nominal motor. Gambar 6 menunjukkan gelombang tegangan saat dilakukan *starting* autotrafo.



Gambar 6. Perubahan Tegangan Terminal Motor *Starting Autotrafo*

3.2. Pengontrolan *Starting Soft Strater*

Pada saat pengontrolan tegangan menggunakan *soft starter* terjadi perubahan nilai rms tegangan dari motor. Perubahan nilai rms yang terjadi karena dampak pemotongan gelombang tegangan oleh thyristor. Ketika *starting* motor diberikan tegangan 80% tegangan nominal motor. Kemudian setelah itu tegangan dinaikkan secara perlahan- perlahan secara halus hingga mencapai tegangan nominal motor. Ilustrasi proses ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perubahan Tegangan Terminal Motor *Starting Soft Starter*

3.3. Hasil Pemodelan Matemasi dan Simulasi

Dari data yang diperoleh dapat dilakukan perhitungan beberapa parameter. Hasil perhitungan menunjukkan karakteristik masing- masing dari pengontrolan *starting* motor. Parameter berikut merupakan hasil perhitungan dari motor ketika *starting*.

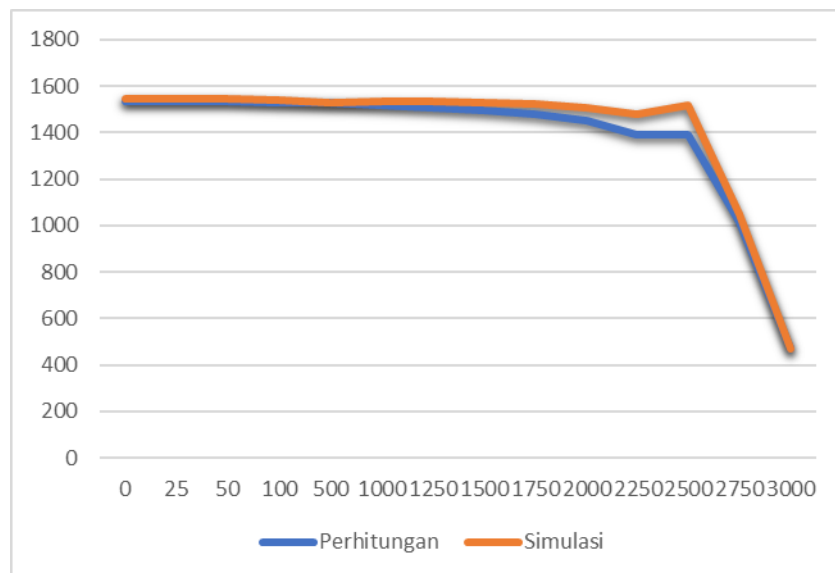
1. Arus *Starting Autotrafo*

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan paramtere arus *starting* dari motor dari keadaan diam hingga mencapai kecepatan nominal motor.

Tabel 2. Arus *Starting* Autotrafo Perhitungan dan Simulasi

RPM	Slip	Tegangan (V)	ARUS (A)	
			Perhitungan	Simulasi
0	1	1679	1532,79	1547
25	0,99	1679	1532,52	1547
50	0,98	1679	1532,24	1545
100	0,96	1679	1531,67	1541
1000	0,66	1679	1516,99	1535
1250	0,58	1679	1509,42	1533
1500	0,5	1679	1498,47	1529
1750	0,41	1679	1478,97	1521
2000	0,33	1679	1449,22	1505
2250	0,25	1679	1393,73	1480
2500	0,16	1866	1388,40	1517
2750	0,083	1866	1015,09	1051
2980	0,006	1866	470	471

Hasil perhitungan dan simulasi dimulai dari motor dalam keadaan diam. Tegangan motor dimulai dengan 90% tegangan nominal motor yaitu sebesar 1679V dengan arus *starting* yang muncul sebesar 1523A. dengan *starting* autotrafo meredam arus hingga 3,2 kali arus nominal motor. Ketika motor hampir mencapai kecepatan nominal motor tegangan dipindahkan menjadi tegangan nominal motor atau sebesar 1866V. Gambar 8 menunjukkan kurva perbandingan arus starting autotrafo perhitungan dan simulasi.



Gambar 8. Kurva Arus *Starting* Autotrafo Perhitungan dan Simulasi

Dari Gambar 8 diatas ditunjukkan kurva arus terhadap RPM yang menunjukkan karakteristik yang relative sama antara perhiutngan dan simulasi.

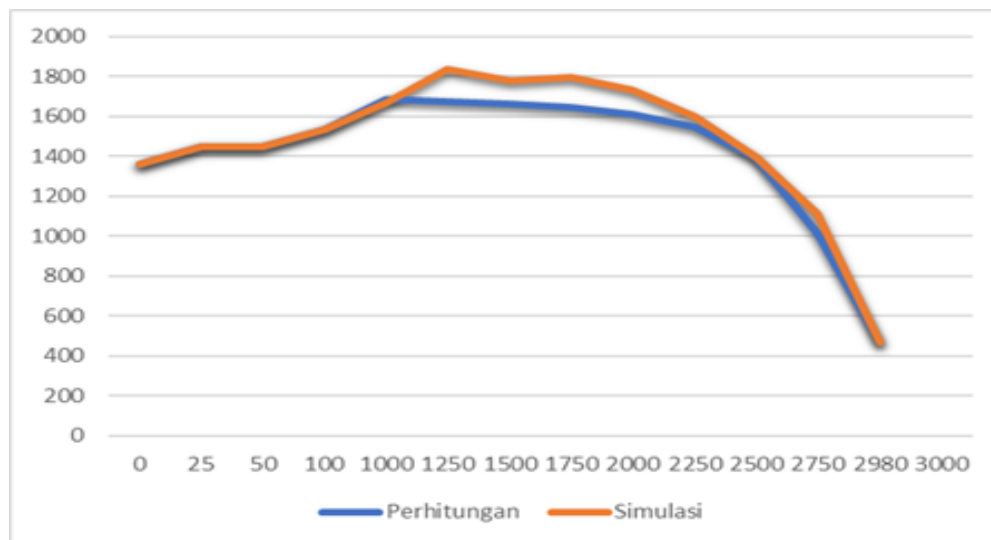
2. Arus *Starting Soft Starter*

Tabel 3 merupakan hasil perhitungan parameter arus *starting* dari motor dari keadaan diam hingga mencapai kecepatan nominal motor.

Tabel 3. Arus *Starting Soft Starter* Perhitungan dan Simulasi

RPM	Slip	Tegangan (V)	ARUS (A)	
			Perhitungan	Simulasi
0	1	1492	1362	1362
25	0,99	1586	1450	1450
50	0,98	1586	1450	1450
100	0,96	1679	1679	1679
1000	0,66	1866	1685	1669
1250	0,58	1866	1677	1839
1500	0,5	1866	1665	1782
1750	0,41	1866	1643	1794
2000	0,33	1866	1610	1735
2250	0,25	1866	1548	1599
2500	0,16	1866	1388	1399
2750	0,083	1866	1015	1115
2980	0,006	1866	470	470

Hasil perhitungan dimulai dari motor dalam keadaan diam. Tegangan motor dimulai dengan 80% tegangan nominal motor yaitu sebesar 1492V dengan arus *starting* yang muncul sebesar 1362A. dengan *starting soft starter* dapat meredam arus *starting* hingga 3,2 kali arus nominal motor. Tegangan *starting* menaikkan secara perlahan untuk membuat motor menyala secara perlahan hingga mencapai tegangan nominal atau sebesar 1866V seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kurva Arus *Starting* Autotrafo Perhitungan dan Simulasi

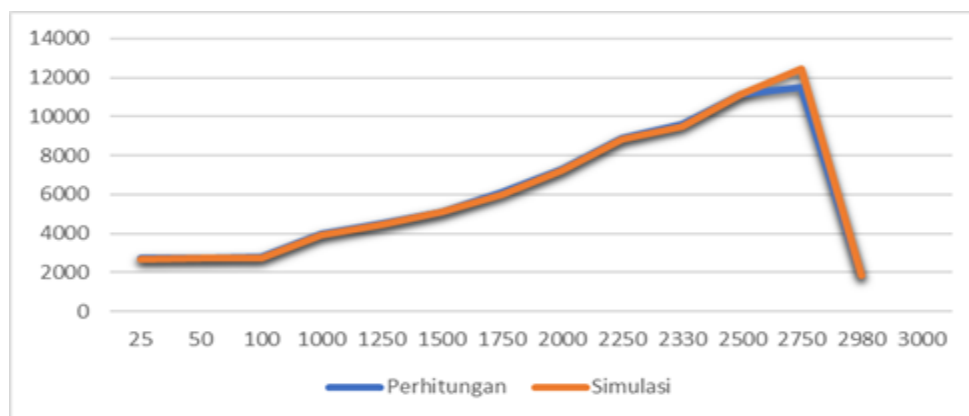
3. Torsi *Starting* Autotrafo

Tabel 4 merupakan hasil perhitungan dan simulasi torsi *starting* dari motor keadaan diam hingga mencapai kecepatan nominal motor.

Tabel 4. Torsi *Starting* Autotrafo Perhitungan dan Simulasi

RPM	Rad/s	Torsi (N.m)	
		Perhitungan	Simulasi
25	2,6	2708	2690
50	5,2	2735	2725
100	10,5	2790	2750
1000	104,7	3980	3923
1250	130,8	4484	4438
1500	157	5127	5098
1750	183,2	6090	5978
2000	209,3	7266	7228
2250	235,5	8870	8863
2330	243,9	9598	9507
2500	261,7	11136	11170
2750	297,8	11475	12465
2980	311,9	1842	1842

Dari Tabel 4 torsi hasil perhitungan dan simulasi dapat menunjukkan karakteristik motor selama *starting* dalam bentuk kurva seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Kurva Torsi Starting Autotrafo Perhitungan dan Simulasi

Terlihat pada Gambar 10 diatas dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dan pengujian nilai torsi terhadap RPM menunjukkan karakteristik yang sama. Dari analisa tabel dan kurva torsi terhadap RPM, dapat dilihat bahwa motor diberikan torsi *starting* sebesar 2708 N.m yang kemudian naik perlahan hingga mencapai torsi puncak sebesar 11475 N.m, yang mana pada tahap ini menarik daya puncak.

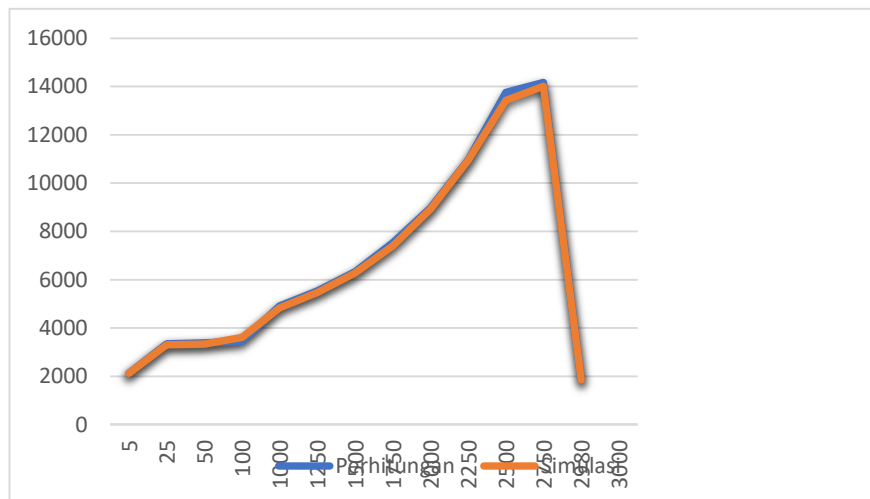
4. Torsi *Starting* Soft Starter

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan dan simulasi torsi *starting* dari motor keadaan diam hingga mencapai kecepatan nominal motor.

Tabel 5. Torsi *Starting Soft Starter* Perhitungan dan Simulasi

RPM	Rad/s	Torsi (N.m)	
		Perhitungan	Simulasi
5	0,5	2118	2117
25	2,6	3345	3305
50	5,2	3378	3336
100	10,5	3446	3613
1000	104,7	4916	4829
1250	130,8	5538	5464
1500	157	6332	6283
1750	183,2	7523	7400
2000	209,3	8974	8916
2250	235,5	10956	10946
2500	261,7	13754	13428
2750	297,8	14173	14015
2980	311,9	1842	1842

Dari tabel torsi 5 dapat diilustrasikan karakteristik motor selama *starting* dalam bentuk kurva seperti Gambar 11.

Gambar 11. Kurva Torsi *Starting Soft Starter* Perhitungan dan Simulasi

Pada gambar 11, terlihat kurva torsi terhadap RPM. Pada awal pengoperasian, motor memiliki torsi starting sebesar 2118 N.m, yang kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai torsi maksimal sebesar 14,015 N.m.

5. Perbandingan *Starting* Autotrafo dan *Soft Starter*

Tabel 6 merupakan hasil pengujian *starting* autotrafo dan *soft starter* terdapat perbedaan karakteristik parameter motor dari kedua metode *starting*. Perbedaan dari kedua metode *starting* ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik *Starting* Autotrafo dan *Starting Soft Starter* pada Beban Tetap

	Autotrafo	<i>Soft Starter</i>
Torsi <i>Starting</i> (N.m)	2757	2118
Rasio $\tau_{strt}/\tau_{nominal}$	1,5	1,17
Arus <i>starting</i> (A)	1547	1362
Rasio $I_{strt}/I_{nominal}$	3,2	2,8
Waktu <i>Starting</i> (S)	48	36

Terdapat perbedaan karakteristik dari *starting* autotrafo dan *soft starter*. Ketika motor dengan menggunakan *starting* autotrafo, arus *starting* motor mencapai 1547 A atau 3,2 kali arus nominal motor. Sedangkan ketika menggunakan *soft starter* nilai arus *starting* sebesar 1360 A atau 2,8 kali arus nominal motor. Pada *soft starter* arus *starting* yang dimiliki lebih kecil dengan nilai 2,8 kali arus nominal, sedangkan pada autotrafo mencapai 3,2 kali arus nominal, sehingga *soft starter* dapat menghindari motor dari terjadinya *overshoot*.

Perbedaan karakteristik yang dihasilkan terjadi karena perbedaan pengontrolan tegangan pada kedua metode *starting*. Metode *starting* Autotrafo menunjukkan karakteristik arus awal yang relatif tinggi, yaitu sebesar 1547A, yang kemudian cenderung stabil untuk beberapa saat sebelum mengalami penurunan bertahap dan turun drastis ketika sudah melewati 90% kecepatan nominal motor. Autotrafo bekerja dengan cara memberikan tegangan awal yang lebih rendah ke motor, sehingga arus *starting* lebih rendah dibanding metode DOL, namun tetap cukup tinggi. Penurunan arus yang tiba-tiba di akhir kurva mencerminkan proses transisi dari *starting* ke operasi normal saat autotrafo dilepaskan dari sirkuit dan motor menerima tegangan penuh. Karakteristik ini menunjukkan bahwa metode autotrafo mampu memberikan torsi awal yang besar dengan arus *starting* yang sedang, sehingga cocok digunakan untuk aplikasi beban berat.

Sedangkan pada metode *starting soft starter*, arus awal dimulai dari nilai yang rendah dibanding autotrafo dan meningkat secara bertahap, mencapai puncak sekitar 1800 A kemudian menurun perlahan tanpa adanya lonjakan atau penurunan tajam. Pola kurva ini mencerminkan proses pengaturan tegangan secara bertahap (*ramp-up*) yang diberikan oleh *soft starter*, sehingga arus *starting* lebih terkendali dan transisi ke kondisi normal terjadi dengan halus. Meskipun arus puncaknya sedikit lebih tinggi dibanding autotrafo, durasinya singkat dan penurunan arus dilakukan secara bertahap, mengurangi stres terhadap sistem kelistrikan maupun mekanik. Oleh karena itu, metode *soft starter* sangat cocok digunakan motor dengan memerlukan proses *starting* yang halus, seperti conveyor atau pompa.

Ketika motor menggunakan *starting* autotrafo, torsi yang diterima motor ketika *starting* nilainya akan lebih besar dibandingkan *soft starter*. Torsi yang lebih kecil yang diberikan pada *soft starter* dapat menjaga motor dari terjadinya stres mekanis, karena motor diberikan gaya yang tidak terlalu besar. Namun pada waktu *starting*, *soft starter* dapat mencapai keadaan normal lebih dahulu dibandingkan autotrafo. Hal ini disebabkan karena mekanisme *soft starter* dapat lebih dahulu mencapai tegangan nominal motor.

4. KESIMPULAN

Perbedaan *starting* autotrafo dan *soft starter* terletak pada cara kerja pengontrolan tegangan. *Starting* autotrafo melakukan pengontrolan tegangan menggunakan tap pada autotrafo, sedangkan *soft starter* menggunakan pengontrolan tegangan dengan perangkat elektronika. Pada pengujian beban tetap, hasil uji simulasi menunjukkan *starting* *soft starter* dapat dilakukan dengan arus *starting* 2,8 kali arus nominal, sedangkan autotrafo memiliki arus *starting* 3,2 kali arus nominal. *Soft starter* dapat melakukan *starting* dengan lebih halus dengan torsi *starting* *soft starter* sebesar 1,17 kali torsi nominal, sedangkan torsi *starting* autotrafo sebesar 1,5

kali torsi nominal. walaupun soft starter memiliki starting yang halus diawal tetapi dapat mendahului autotrafo dalam mencapai kondisi steady state. Pada pengujian dengan beban bervariasi, starting soft starter memiliki durasi starting yang lebih singkat sehingga energi yang digunakan lebih sedikit dibanding autotrafo.

❖ DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Y. Husodo and H. Irsyad, "Analisa Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa 2500 Kw Sebagai Penggerak Fan Pada Bag Filter," *Sinergi*, vol. 21, no. 3, p. 173, 2017, doi: 10.22441/sinergi.2017.3.003.
- [2] ABB, J. Rees, M. Kjellberg, and S. Kling, "Softstarter Handbook," *Abb*, p. 92, 2010.
- [3] M. Adam, P. Harahap, B. Oktrialdi, and R. Herlambang, "Analisis Pengasutan Motor Induksi Menggunakan Softstarter dan Inverter," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 2, no. 2, pp. 81–87, 2021, doi: 10.53695/jm.v2i2.603.
- [4] K. . Agrawal, "Industrial Power Engineering," *Newnes Power Eng. Ser.*, p. 788, 2001.
- [5] N. Cahyo Edy Wibowo, W. Handajadi, and Syafriyudin, "Analisa Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Program Di PT. Madubaru Yogyakarta," *J. Elektr.*, vol. 1, no. 1, pp. 91–100, 2014.
- [6] S. J. Chapman, "Electric Machine Fundamentals, Fifth Edition," p. 680, 2012.
- [7] B. Dwi Nugraha, Andi Dwi Andre, and Safaruddin, "Analisis Sistem Starting Soft Starter Motor Listrik Pt.Semen Baturaja," *J. Multidisipliner KAPALAMADA |Vol 1*, vol. 3, no. 3, p. 2022, 2022.
- [8] S. Gan, W. Gu, J. Chu, and Y. Yuan, "Soft starting high-voltage induction motors with the optimum performance," *ICMREE2011 - Proc. 2011 Int. Conf. Mater. Renew. Energy Environ.*, vol. 1, pp. 655–659, 2011, doi: 10.1109/ICMREE.2011.5930895.
- [9] A. Ghufuran, I. M. A. Nnatha, and S. Nababan, "Analisis Soft Starting Menggunakan Anti Paralel Scr Untuk Motor Induksi 3 Fasa 15 Kw," *Dielektrika*, vol. 7, no. 2, p. 149, 2020, doi: 10.29303/dielektrika.v7i2.247.
- [10] J. Grainger and W. S. Jr., *Power Systems Analysis - Solutions*. 1994.
- [11] H. Naldi, E. Zondra, and H. Yuwendius, "Studi Pengaruh Pemasangan Soft Stater Motor Induksi Tiga Fasa Pada Tisu Machine di PT. Pindo Deli Perawang," *J. Tek.*, vol. 15, no. 2, pp. 104–112, 2021, doi: 10.31849/teknik.v15i2.6169.
- [12] M. H. Rashid, *Power Electronics Academic Press Series in Engineering*. Florida: Academic Press.
- [13] I. D. & A. R. . Rasul, R.A, "Analisa Pegasutan Motor 4.16 Kv Sebagai Air Pengisi Boiler di PLTU Gresik," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 2, pp. 128–136, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1595750%0Ahttps://doi.org/10.1080/17518423.2017.1368728%0Ahttp://dx.doi.org/10.1080/17518423.2017.1368728%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103766%0Ahttps://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689076%0Ahttps://doi.org/>
- [14] B. . Theraja, *A TextBook Of Electrical Technology*. S Chand, 2014.
- [15] S. W. G. Ujang Wiharja, "Analisis Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Soft Starter Pada Reciprocating Compressor," vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2022.