

PERANCANGAN MODUL DAN PERBANDINGAN METODE STARTING DAN PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA

Febrian Nugroho Winarto^{*)}, Tedjo Sukmadi, and Mochammad Facta

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Email : *febrian.nugroho.13@gmail.com*

Abstrak

Pada pengoperasian motor induksi 3 fasa, dua hal yang menjadi permasalahan adalah arus starting yang besar dan kesulitan dalam mengatur kecepatan putar motor. Arus starting yang besar dapat dikurangi dengan menggunakan beberapa metode starting, seperti metode tahanan depan, metode Y- Δ , metode autotransformer dan metode softstarter. Pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa dikembangkan dari sekedar pengaturan tegangan masukan menjadi pengaturan tegangan dan frekuensi menggunakan Variable Speed Drive (VSD) beserta peralatan tambahannya. VSD adalah suatu alat kontrol yang digunakan untuk mengatur kecepatan putar sebuah motor induksi dengan mengatur frekuensi masukan sehingga motor dapat berputar dengan kecepatan yang diinginkan. Dari hasil pengujian didapatkan arus starting dari masing-masing metode yang dipakai, yaitu 1,52 ampere dengan metode DOL; 1,23 ampere dengan metode tahanan depan 15 ohm; 1,41 ampere dengan metode tahanan depan 3 ohm; 1,36 ampere dengan metode tahanan depan 2 tingkat; 1,49 ampere dengan metode Y- Δ (wye-delta); 1,43 ampere dengan metode auto-ransformer tap 110 volt; 1,31 ampere dengan metode auto-ransformer tap 55 volt dan 1,16 ampere dengan metode softstarter. Pada pengaturan kecepatan putar motor induksi 3 fasa menggunakan VSD dengan merk Altivar, nilai frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan putar motor dan tegangan, dimana semakin besar frekuensi maka kecepatan putar motor dan tegangan semakin tinggi.

Kata kunci : motor induksi 3 fasa, arus starting, VSD

Abstract

Two major problems in the operation of three phase induction motor are high starting current and difficulty in speed controlling. High current starting can be reduced by using several starting methods, such as primary resistor, Y- Δ starter, auto-transformer and softstarter. Speed-controlling of three phase induction motor has been developed from a simple voltage adjustment to variable voltage and frequency control. The latest method is known as Variable Speed Drive (VSD). VSD is a control equipment to control the speed of three phase induction by adjusting frequency supply so that motor rotates at desired speed. Based on the experimental results it can be obtained that starting current at 1.52 ampere as obtained by using direct on-line method; 1.23 ampere by using 15 ohm primary resistor; 1.41 by using 3 ohm primary resistor; 1.36 ampere by using two-step primary resistor; 1.49 ampere by using Y- Δ starter; 1.43 ampere by using auto-ransformer at tap 110 volt; 1.31 ampere by using auto-ransformer at tap 55 volt and 1.16 ampere by using softstarter. In the speed-controlling of three phase induction motor using VSD Altivar, the frequency value was proportional to the motor's speed and voltage, where higher frequency caused higher speed and voltage.

Keywords : three phase induction motor, starting current, VSD

1. Pendahuluan

Pada pengoperasian motor induksi 3 fasa, dua hal yang menjadi permasalahan adalah besarnya arus awal (starting) dan sulitnya mengatur kecepatan putar motor. Ketika motor diasut secara langsung, maka akan terjadi lonjakan arus yang besar, mencapai 5 sampai 7 kali arus nominal namun torsi yang dihasilkan hanya 1,5 sampai 2,5 kali dari torsi nominal saat beban penuh. Arus starting yang besar dapat dikurangi dengan menggunakan

beberapa metode starting, seperti metode tahanan depan (primary resistor), metode Y- Δ (wye-delta), metode autotransformer dan metode softstarter. Namun, dengan memperkecil arus masukan maka akan berpengaruh terhadap waktu starting motor untuk mencapai putaran nominalnya dalam keadaan berbeban.

Pada pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa, diperlukan suatu peralatan tambahan berupa VSD (Variable Speed Drive). VSD adalah suatu alat kontrol

yang digunakan untuk mengatur kecepatan putar dari sebuah motor AC dengan mengatur frekuensi masukan sehingga motor dapat berputar dengan kecepatan yang diinginkan. Sebelum pengoperasian, VSD harus di-setting terlebih dahulu, yaitu meliputi setting parameter spesifikasi motor dan setting parameter kerja motor.

Tujuan dari penyusunan Penelitian ini adalah :

1. Perancangan modul starting dan pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa, yang nantinya dapat digunakan sebagai modul praktikum di Laboratorium Konversi Energi Listrik dan Sistem Tenaga Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang.
2. Melakukan perbandingan tentang jenis metode starting dan penerapannya pada motor induksi 3 fasa serta mengetahui karakteristik dari masing-masing metode starting jika dijalankan dengan beban yang sama, yaitu berupa minatur conveyor.
3. Merancang modul dan memahami penggunaan Variable Speed Drive (VSD) sebagai pengatur kecepatan motor induksi 3 fasa berdasarkan variasi frekuensi.

2. Metode

2.1. Perancangan Hardware

2.1.1. Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa

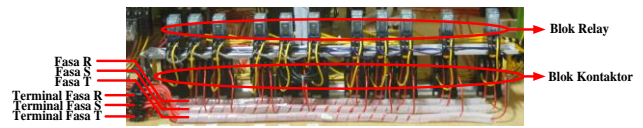
Motor induksi 3 fasa yang digunakan adalah motor induksi 3 fasa 0,5 HP / 0,37 KW merk Branco, model BA 7124.

Tabel 1. Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa

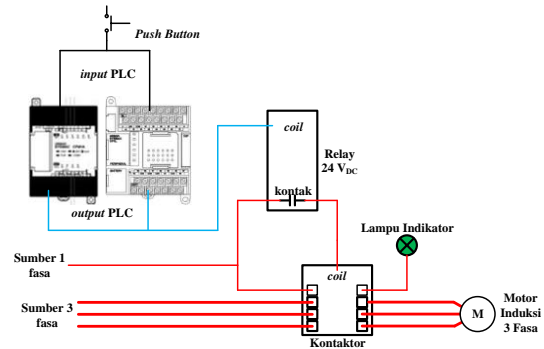
Motor Induksi 3 Fasa	
Merk	: BRANCO (BA 7124)
Daya	: 0,5 HP / 0,37 KW
Tegangan	: 380 V (Y) / 220 V (Δ)
Arus	: 1,17 A / 2,02 A
Kecepatan Putar	: 1370 rpm
Frekuensi	: 50 Hz
IP	: 55
Berat	: 7 Kg

2.1.2. Perancangan Blok Kontrol

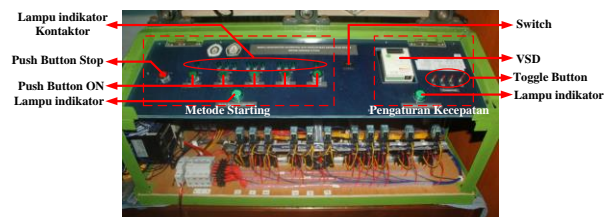
Blok kontrol memiliki tiga komponen utama, yaitu blok kontaktor dan relay, blok PLC dan panel kendali. Ketiga komponen ini saling terhubung dan dikoordinasi oleh dua buah PLC. Blok kontaktor dan relay berisi kontaktor dan relay yang berfungsi memutus dan menghubungkan sumber 3 fasa ke blok starting. Blok PLC menggunakan 2 buah PLC, yaitu PLC Omron CP1L-L20DR-A dan Omron CPM1A-20CDR-A. Blok PLC terdiri dari dua buah PLC yang diprogram agar bekerja secara bergantian, artinya saat PLC pertama bekerja, maka PLC kedua tidak dapat bekerja karena suplai DC untuk input diputus menggunakan relay dan sebaliknya. Panel kendali terdiri dari tombol-tombol untuk mengatur kerja dari sistem dan lampu indikator sebagai penanda.



Gambar 1. Bentuk fisik rangkaian blok kontaktor dan relay



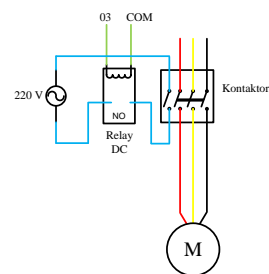
Gambar 2. Rangkaian daya blok PLC



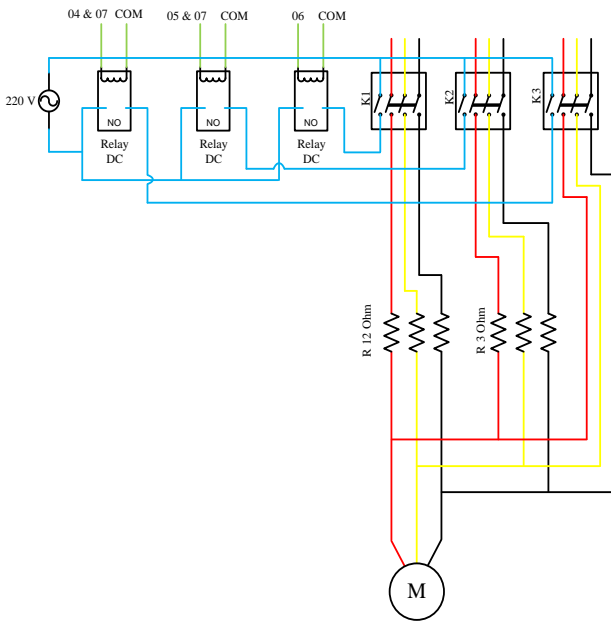
Gambar 3. Panel kendali

2.1.3. Perancangan Blok Starting

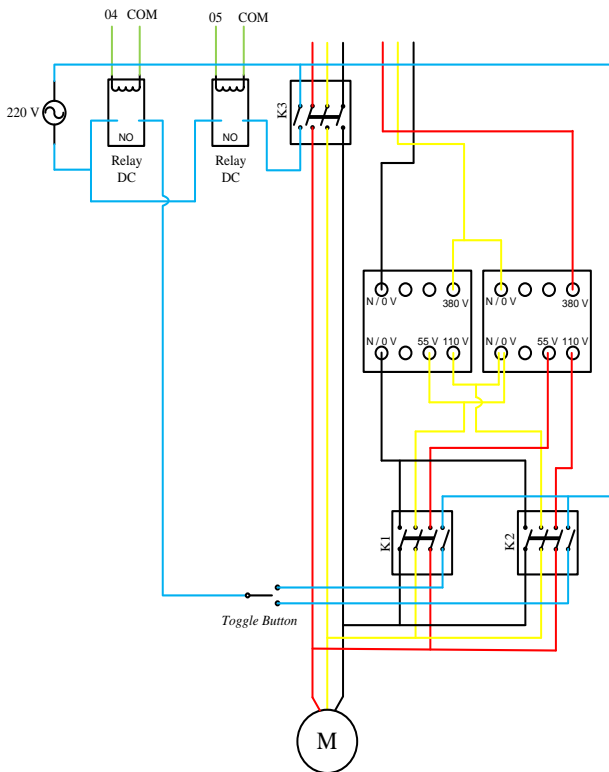
Blok starting DOL diatur oleh sebuah kontaktor dan sebuah relay yang dikontrol oleh PLC CP1L. Blok starting tahanan depan diatur kerjanya oleh tiga buah kontaktor dan tiga buah relay DC yang dikontrol oleh PLC CP1L. Blok starting autotrafo diatur kerjanya oleh empat buah kontaktor dan tiga buah relay DC yang dikontrol oleh PLC CPM1A. Blok starting Y-Δ diatur menggunakan tiga buah kontaktor dan tiga buah relay DC yang diatur oleh PLC CPM1A. Blok sofstarter diatur menggunakan sebuah kontaktor dan sebuah relay DC yang diatur oleh PLC CP1L.



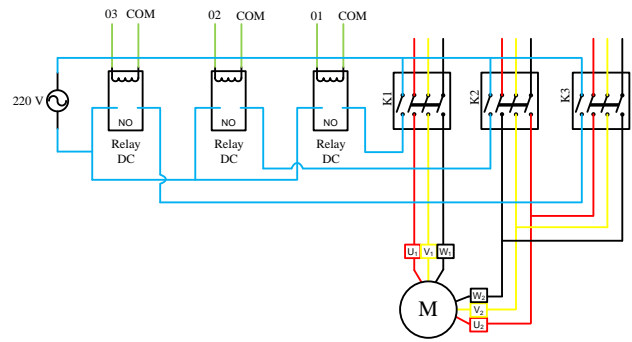
Gambar 4. Wiring Blok Starting DOL



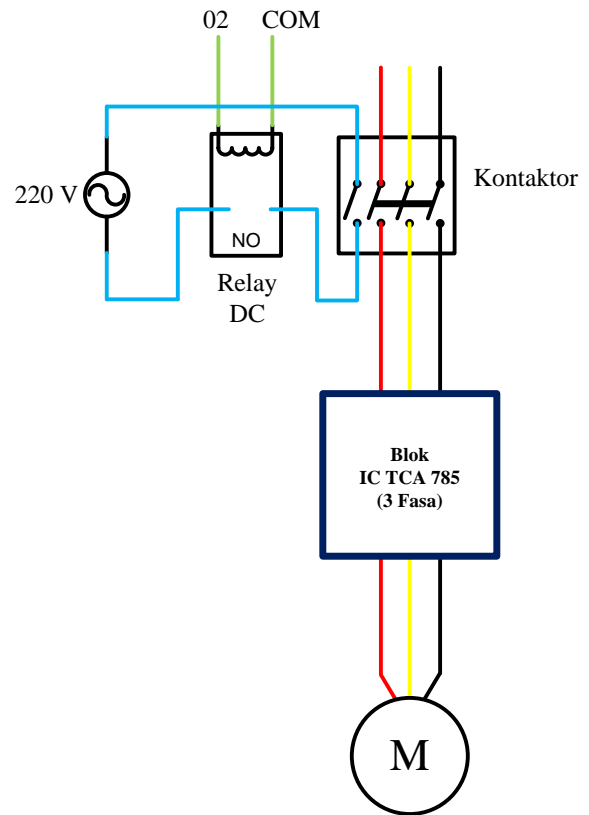
Gambar 5. Wiring Blok Starting Tahanan Depan



Gambar 6. Wiring Blok Starting Autotrafo



Gambar 7. Wiring Blok Starting Y-Δ



Gambar 8. Wiring Blok Softstarter

2.1.4. Perancangan Blok Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa

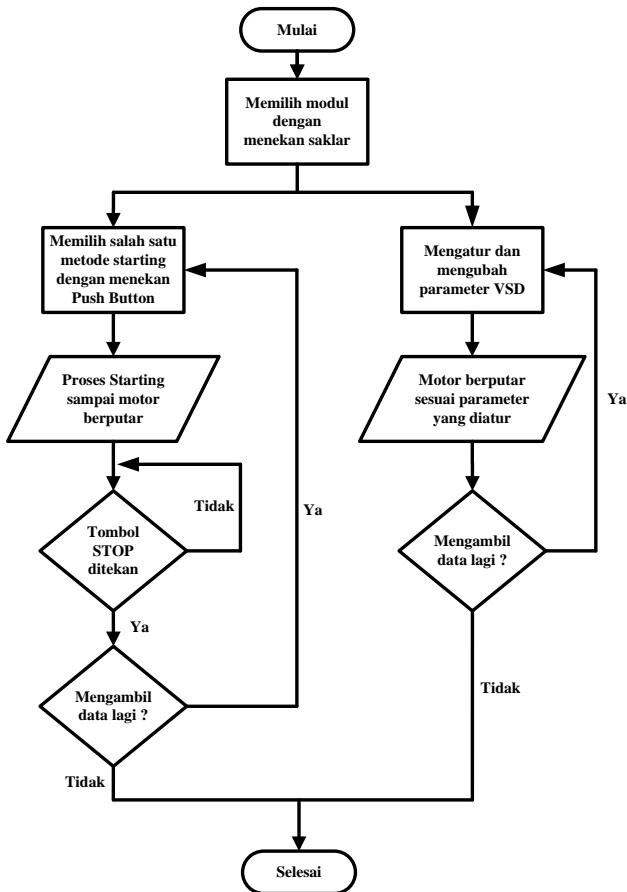
Pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa menggunakan VSD (*Variable Speed Drives*) merk Schneider seri *Altivar ATV12H075M2*. *Setting* atau pengaturan pada *Altivar* meliputi *setting* pada terminal (*wiring*) dan *setting* parameter.

Tabel 2. Setting logic input Altivar

Port	Setting	Keterangan
LI1	Forward	Motor berputar <i>forward</i> dengan frekuensi 10 Hz (sesuai setting <i>l s p</i>)
LI2	rrs	Motor berputar <i>reverse</i> dengan frekuensi 10 Hz (sesuai setting <i>l s p</i>)
LI3	ps 2	Fungsi pengaturan kecepatan dengan 2 frekuensi tertentu
LI4	ps 4	Fungsi pengaturan kecepatan dengan 4 frekuensi tertentu

2.2. Perancangan Software

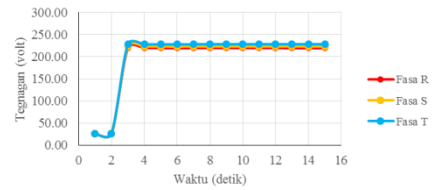
Perancangan perangkat lunak (*software*) meliputi perancangan *ladder diagram* dengan menggunakan *software* CX-Programmer versi 9.0. Program ini dirancang untuk mengatur dan sebagai pengaman dalam pemilihan metode *starting* yang akan digunakan.



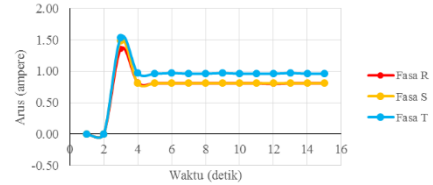
Gambar 9. Flowchart Program

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Starting DOL

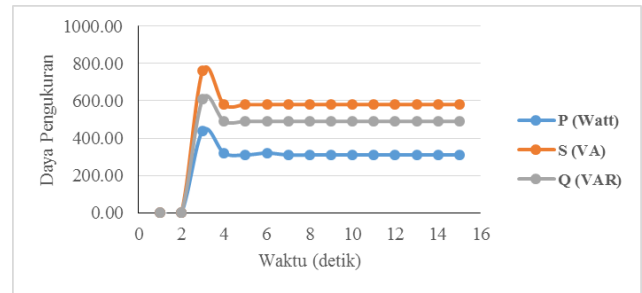


(a)

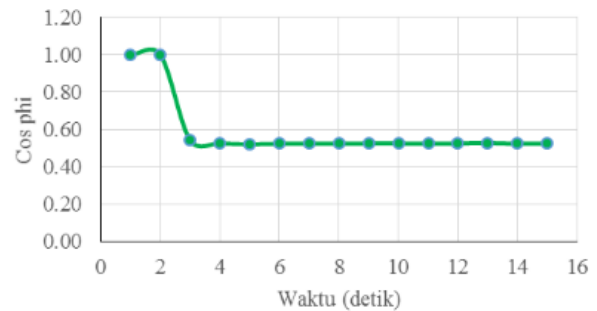


(b)

Gambar 10. Grafik hubungan (a) tegangan terhadap waktu dan (b) arus terhadap waktu pada *starting* DOL



Gambar 11. Grafik hubungan daya keluaran terhadap waktu pada *starting* DOL



Gambar 12. Grafik hubungan cos phi terhadap waktu pada *starting* DOL

Kecepatan putar motor didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan tachometer digital sedangkan nilai torsi didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan 4.1.

$$T = \frac{P}{\omega_s} \quad (4.1)$$

T = torsi (Nm)

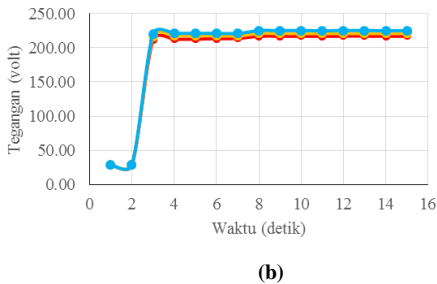
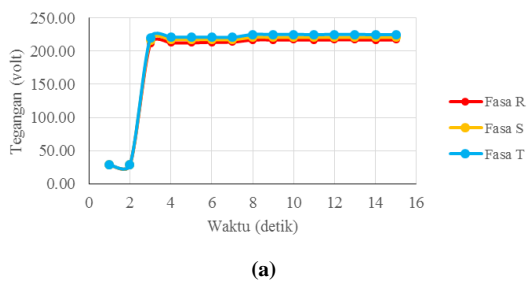
P = daya motor (Watt)

ω_s = kecepatan sudut rotor

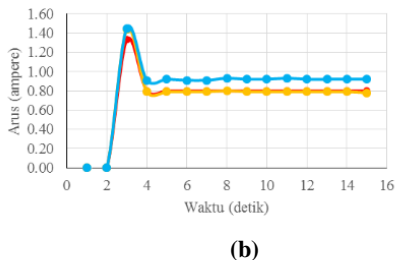
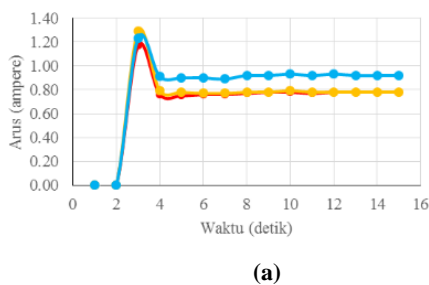
Tabel 3. Data hasil pengukuran kecepatan putar dan perhitungan torsi pada *starting* DOL

Detik ke-	Kecepatan putar (rpm)	P (Watt)	Torsi (Nm)
1	0	0,00	0
2	0	0,00	0
3	1428	470,00	3,145
4	1439	320,00	2,125
5	1440	310,00	2,057
6	1440	310,00	2,057
7	1440	310,00	2,057
8	1440	310,00	2,057
9	1440	310,00	2,057
10	1440	310,00	2,057

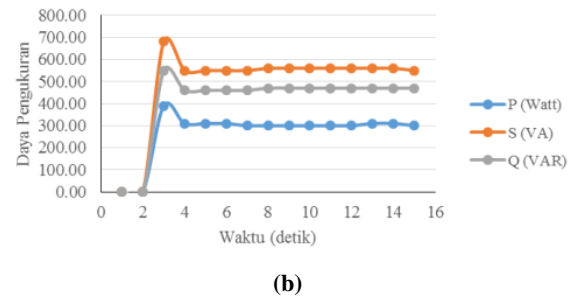
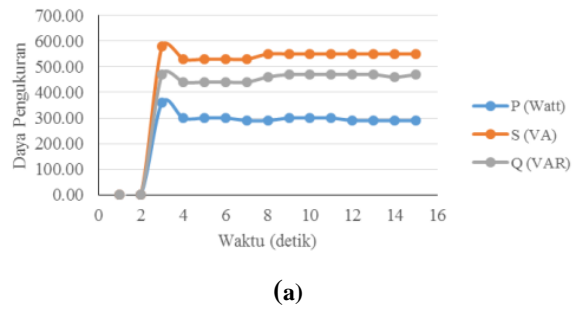
3.2. Pengujian *Starting* Tahanan Depan
3.2.1. *Starting* Tahanan Depan Satu Tingkat



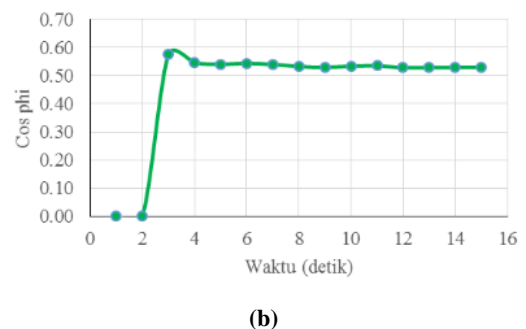
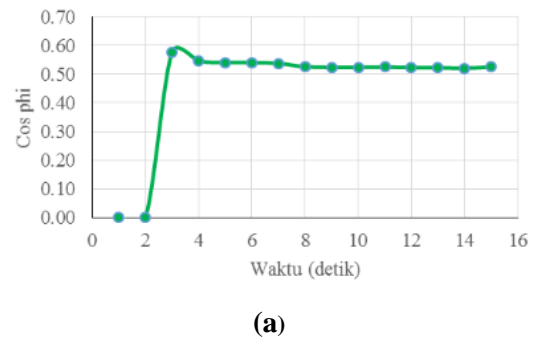
Gambar 13. Grafik hubungan tegangan terhadap waktu pada *starting* tahanan depan satu tingkat untuk (a) tahanan depan 15 ohm dan (b) tahanan depan 3 ohm



Gambar 14. Grafik hubungan arus terhadap waktu pada *starting* tahanan depan satu tingkat untuk (a) tahanan 15 ohm dan (b) tahanan 3 ohm



Gambar 15. Grafik hubungan daya keluaran terhadap waktu pada *starting* tahanan depan satu tingkat untuk (a) tahanan 12 ohm dan (b) tahanan 3 ohm

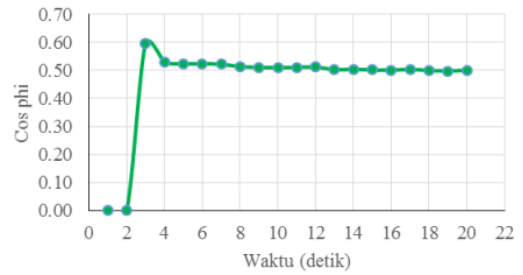


Gambar 16. Grafik hubungan cos phi terhadap waktu pada *starting* tahanan depan satu tingkat untuk (a) tahanan 15 ohm dan (b) tahanan 3 ohm

Kecepatan putar motor didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan tachometer digital sedangkan nilai torsi didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan 4.1.

Tabel 4. Data hasil pengukuran kecepatan putar dan perhitungan torsi pada *starting* tahanan depan satu tingkat

Detik ke-	Tahanan Depan 15 Ohm			Tahanan Depan 3 Ohm		
	rpm	P (Watt)	Torsi (Nm)	rpm	P (Watt)	Torsi (Nm)
1	0	0,00	0	0	0,00	0
2	0	0,00	0	0	0,00	0
3	1392	360	2,47	1383	390	2,69
4	1415	300	2,03	1396	310	2,12
5	1420	300	2,02	1399	310	2,12
6	1414	300	2,03	1399	310	2,12
7	1431	290	1,94	1396	300	2,05
8	1438	290	1,93	1400	300	2,05
9	1440	300	1,99	1402	300	2,04
10	1441	300	1,99	1402	300	2,04

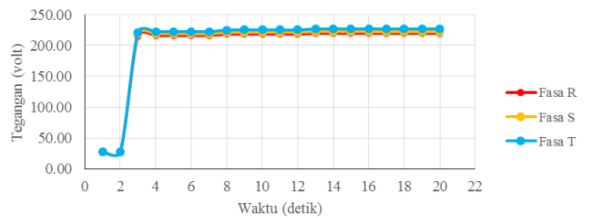


Gambar 19. Grafik hubungan cos phi terhadap waktu pada *starting* tahanan depan dua tingkat

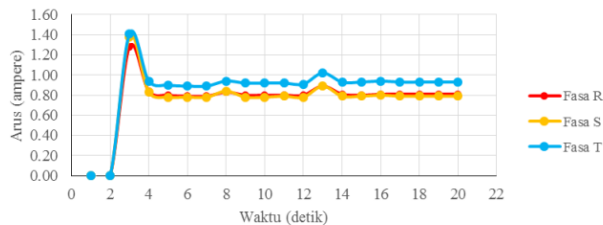
Tabel 5. Data hasil pengukuran kecepatan putar dan perhitungan torsi pada *starting* tahanan depan dua tingkat

Detik ke-	Kecepatan putar (rpm)	P (Watt)	Torsi (Nm)
1	0	0,00	0
2	0	0,00	0
3	1404	340,00	2,31
4	1436	350,00	2,33
5	1435	290,00	1,93
6	1435	290,00	1,93
7	1435	290,00	1,93
8	1433	300,00	2,00
9	1426	290,00	1,94
10	1426	290,00	1,94
11	1429	290,00	1,94
12	1432	290,00	1,93
13	1430	320,00	2,14
14	1433	290,00	1,93
15	1433	290,00	1,93

3.2.2. *Starting* Tahanan Depan Dua Tingkat

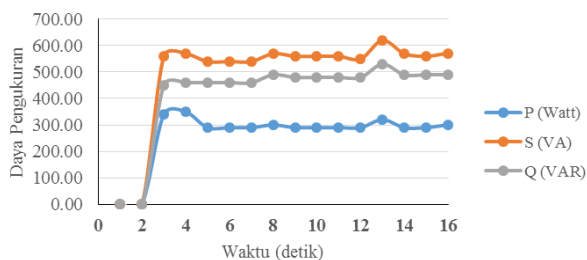


(a)



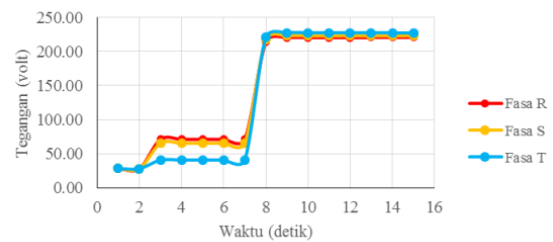
(b)

Gambar 17. Grafik hubungan (a) tegangan terhadap waktu dan (b) arus terhadap waktu pada *starting* tahanan depan dua tingkat

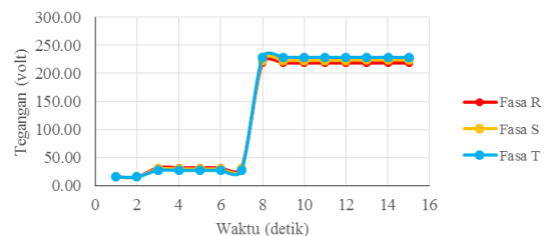


Gambar 18. Grafik hubungan daya keluaran terhadap waktu pada *starting* tahanan depan dua tingkat

3.3. Pengujian *Starting* Autotrafo

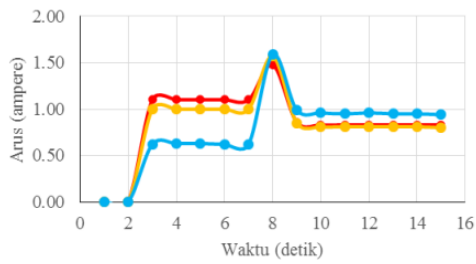


(a)

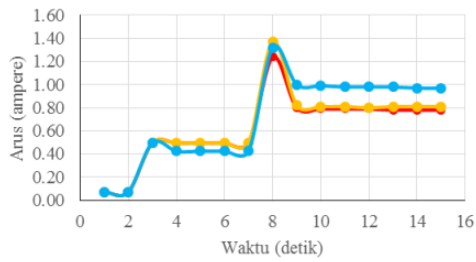


(b)

Gambar 20. Grafik hubungan tegangan terhadap waktu pada *starting* autotrafo untuk (a) tap 110 volt dan (b) tap 55 volt

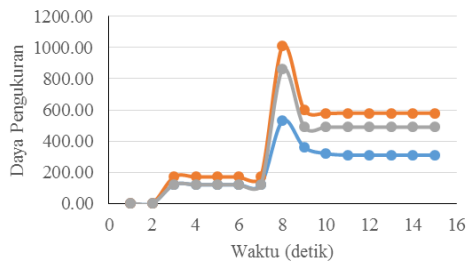


(a)

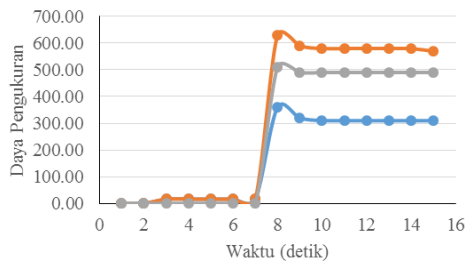


(b)

Gambar 21. Grafik hubungan arus terhadap waktu pada starting autotrafo untuk (a) tap 110 volt dan (b) tap 55 volt

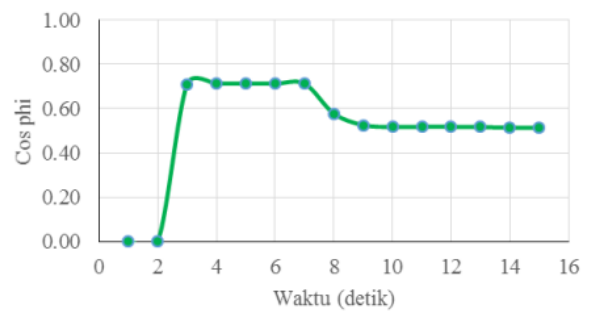


(a)

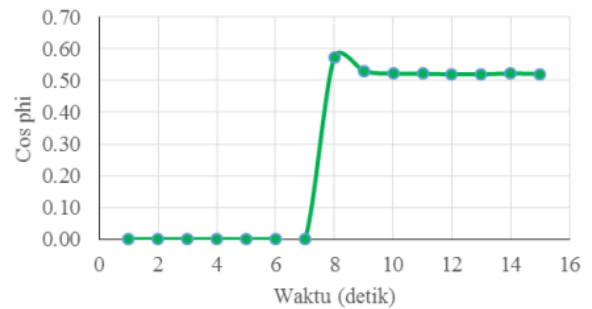


(b)

Gambar 22. Grafik hubungan daya keluaran terhadap pada starting autotrafo untuk (a) tap 110 volt dan (b) tap 55 volt



(a)



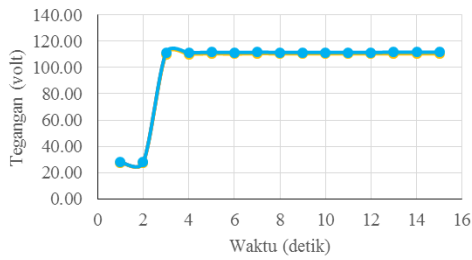
(b)

Gambar 23. Grafik hubungan cos phi terhadap waktu pada starting autotrafo untuk (a) tap 110 volt dan (b) tap 55 volt

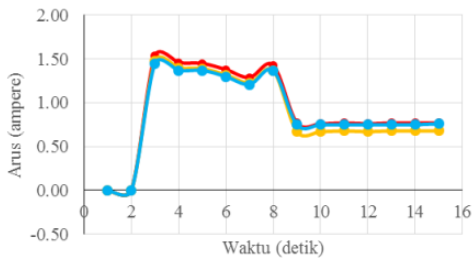
Tabel 6. Data hasil pengukuran kecepatan putar dan perhitungan torsi pada starting autotrafo

Detik ke-	Tap Trafo 110 Volt			Tap Trafo 55 Volt		
	rpm	P (Watt)	Torsi (Nm)	rpm	P (Watt)	Torsi (Nm)
1	0	0,00	0	0	0,00	0
2	0	0,00	0	0	0,00	0
3	0	120	0	0	11,19	0
4	0	120	0	0	11,22	0
5	0	120	0	0	11,22	0
6	0	120	0	0	11,22	0
7	0	120	0	0	11,22	0
8	1005	530	5,04	1411	360	2,44
9	1404	360	2,45	1426	320	2,14
10	1406	320	2,17	1428	310	2,07
11	1408	310	2,10	1419	310	2,09
12	1407	310	2,10	1409	310	2,10
13	1399	310	2,12	1402	310	2,11
14	1441	310	2,27	1396	310	2,12
15	1441	310	2,27	1398	310	2,12

3.3.1. Pengujian Starting Y-Δ

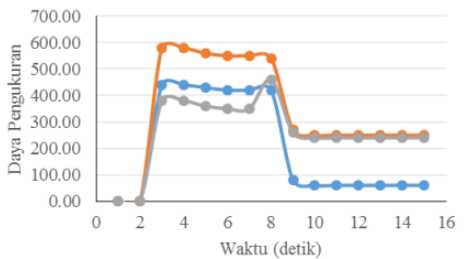


(a)

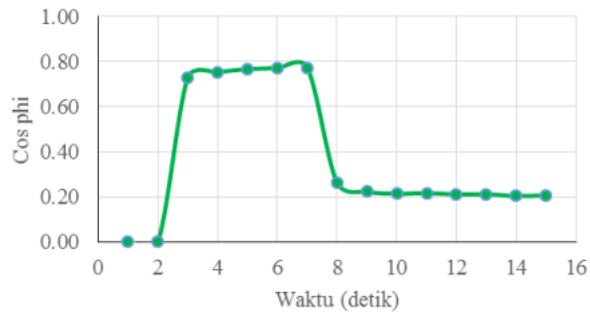


(b)

Gambar 24. Grafik hubungan (a) tegangan terhadap waktu dan (b) arus terhadap waktu pada starting Y-Δ



Gambar 25. Grafik hubungan daya keluaran terhadap waktu pada starting Y-Δ

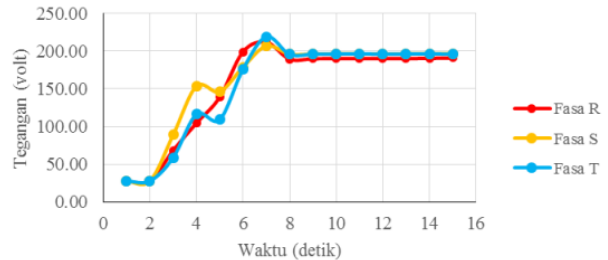


Gambar 26. Grafik hubungan cos phi terhadap waktu pada starting Y-Δ

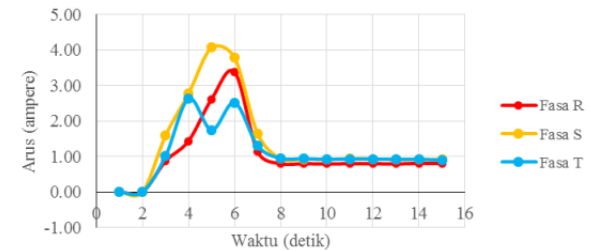
Tabel 7. Data hasil pengukuran kecepatan putar dan perhitungan torsi pada starting Y-Δ

Detik ke-	Kecepatan putar (rpm)	P (Watt)	Torsi (Nm)
1	0	0,00	0
2	0	0,00	0
3	28	390,00	133,08
4	175	380,00	20,75
5	289	390,00	12,89
6	235	360,00	14,64
7	251	340,00	12,94
8	250	260,00	9,94
9	1107	230,00	1,99
10	1390	230,00	1,58
11	1382	230,00	1,59
12	1372	230,00	1,60
13	1371	230,00	1,60
14	1371	230,00	1,60
15	1371	230,00	1,60

3.4. Pengujian Softstarter

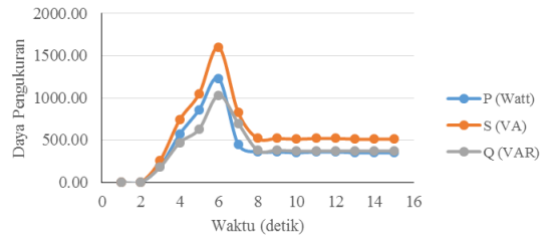


(a)

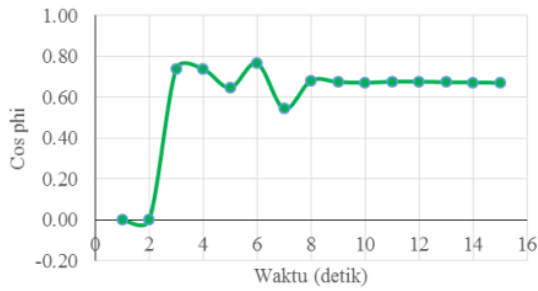


(b)

Gambar 27. Grafik hubungan (a) tegangan terhadap waktu arus terhadap waktu dan (b) arus terhadap waktu pada softstarter



Gambar 28. Grafik hubungan daya keluaran terhadap waktu pada softstarter



Gambar 29. Grafik hubungan cos phi terhadap waktu pada *softstarter*

Tabel 8. Data hasil pengukuran kecepatan putar dan perhitungan torsi pada *softstarter*

Detik ke-	Kecepatan putar (rpm)	P (Watt)	Torsi (Nm)
1	0	0,00	0
2	0	0,00	0
3	277	190,00	6,55
4	291	570,00	18,71
5	8	860,00	1027,07
6	1250	1230,00	9,40
7	1430	450,00	3,01
8	1431	360,00	2,40
9	1431	360,00	2,40
10	1431	350,00	2,34

3.5. Analisa Perbandingan Metode *Starting* Motor Induksi 3 Fasa

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel . Urutan metode starting berdasarkan penurunan arus starting berturut-turut adalah sebagai berikut : metode *softstarter* dengan arus starting 1,16 ampere (penurunan 23,68%), metode tahanan depan 15 ohm dengan arus starting 1,23 ampere (19,08%), metode autotrafo tap 55 volt dengan arus starting 1,31 ampere (13,82%), metode tahanan depan 2 tingkat dengan arus starting 1,36 ampere (19%), metode tahanan depan 3 ohm dengan arus starting 1,41 ampere (7,24%), metode autotrafo tap 110 volt dengan arus starting 1,43 ampere (5,92%) dan metode Y-Δ dengan arus starting 1,49 ampere (1,97%).

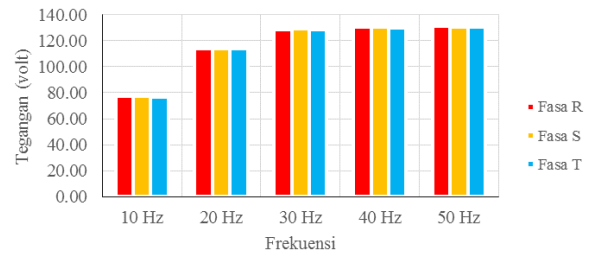
Tabel 9. Data perbandingan metode *starting*

Metode <i>Starting</i>	Arus (ampere)		$T_{starting}$ (Nm)	Δt (s)
	Starting	Range Nominal		
Starting DOL	1,52	0,82 – 0,88	3,145	2
Starting Tahanan Depan				
• 1 tingkat (15 ohm)	1,23	0,82 – 0,88	2,47	5
• 1 tingkat (3 ohm)	1,41	0,82 – 0,88	2,69	5
• 2 tingkat	1,36	0,82 – 0,88	2,31	11
Starting Y-Δ	1,49	0,85	133,08	6
Starting Autotrafo				
• Tap 110 V	1,43	0,82 – 0,88	3,71	6
• Tap 55 V	1,31	0,82 – 0,88	2,44	6
Softstarter	1,16	0,82 – 0,88	6,55	6

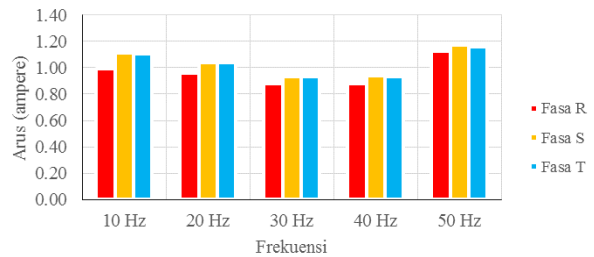
3.6. Pengujian Pengaturan Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Fasa

Pengujian pengaturan kecepatan putar motor dilakukan pada kondisi forward dan reverse dengan variasi frekuensi kerja.

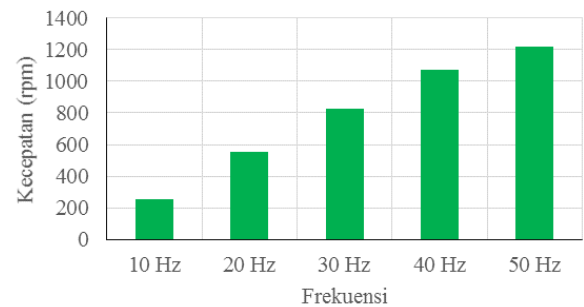
3.6.1. Pengaturan Kecepatan Putar Motor Kondisi *Forward*



(a)



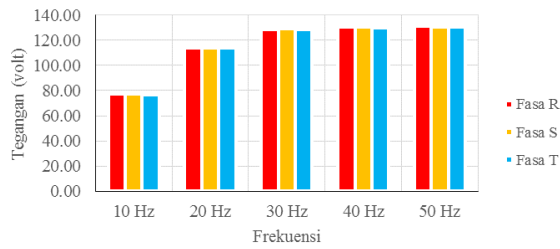
(b)



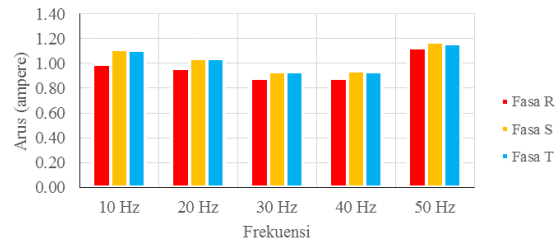
(c)

Gambar 30. Grafik hubungan : (a) tegangan terhadap frekuensi; (b) arus terhadap frekuensi dan (c) kecepatan terhadap frekuensi pada pengaturan kecepatan motor *forward*

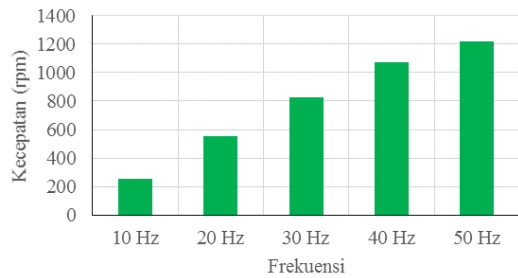
3.6.2. Pengaturan Kecepatan Putar Motor Kondisi *Reverse*



(a)



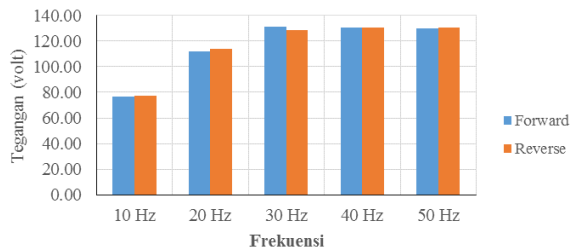
(b)



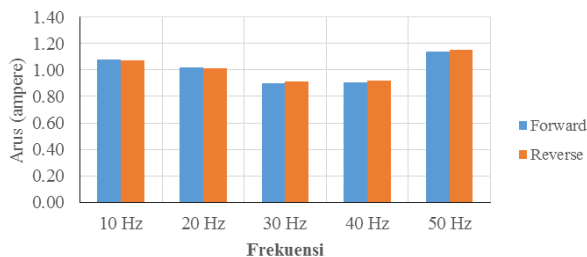
(c)

Gambar 31. Grafik hubungan : (a) tegangan terhadap frekuensi; (b) arus terhadap frekuensi dan (c) kecepatan terhadap frekuensi pada pengaturan kecepatan motor reverse

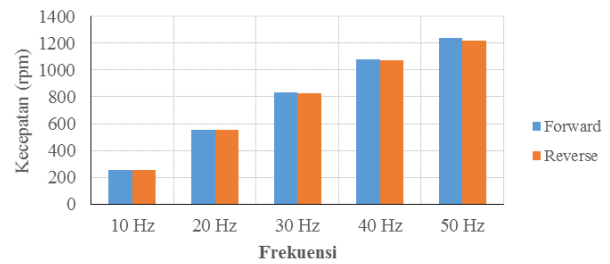
3.6.3. Perbandingan Pengaturan Kecepatan Motor Forward dan Reverse



(a)



(b)



(c)

Gambar 32. Grafik perbandingan tegangan (a), arus (b) dan kecepatan (c) terhadap frekuensi pada pengaturan kecepatan motor kondisi forward dan reverse

4. Kesimpulan

Modul pengasutan (starting) dan pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa telah dirancang dan dapat berjalan dengan baik. Dari hasil pengujian, urutan metode starting berdasarkan penurunan arus starting berturut-turut adalah sebagai berikut : metode softstarter, metode tahanan depan 15 ohm, metode autotrafo tap 55 volt, metode tahanan depan 2 tingkat, metode tahanan depan 3 ohm, metode autotrafo tap 110 volt, dan metode Y-Δ. Pada pengaturan kecepatan putar motor induksi 3 fasa menggunakan Altivar, nilai frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan putar motor dan tegangan, dimana semakin besar frekuensi maka kecepatan putar motor dan tegangan semakin tinggi. Pada frekuensi rendah, nilai arus besar untuk mendapatkan torsi yang cukup agar dapat memutar beban dan semakin kecil seiring kenaikan frekuensi. Pengaturan kecepatan putar motor induksi 3 fasa dengan Altivar pada kondisi forward maupun reverse memiliki karakteristik yang sama. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan variasi beban atau variasi spesifikasi motor agar dapat mengetahui lebih jelas karakteristik starting dengan spesifikasi motor dan beban yang berbeda. Dapat dilakukan simulasi atau pemodelan dengan software, seperti Simulink, dsb pada kondisi yang sama agar dapat dibandingkan antara hasil simulasi dan keadaan nyata sehingga dapat dianalisa lebih jauh tentang karakteristik dari suatu metode starting.

Referensi

- [1]. Krause, Paul C., Oleg Wasynczuk, Scott D. Sudhoff, "Analysis of Electric Machinery and Drive System", Wiley Inter-Science, 2002
- [2]. Theraja, B.L. "Technology Electrical. Volume II. AC & DC Machines", New Delhi: Nirja Construction & Development Co, 1994.
- [3]. Wildi, Theodore. "Electrical Machines, Drives, and Power Systems". Prentice-Hall International, 2002
- [4]. Badruzzaman, Yusnan, 2005, Pembuatan Modul Rangkaian Kontrol Konvensional Motor Induksi Tiga Fasa, Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

- [5]. Bruce, Frank M. ; Square D Company; Graefe, Richard J.; Lutz, Arthur; Panlener, Michael D. "Reduced-Voltage Starting of Squirrel Cage Induction Motors" IEEE Transactions on Industry Applications, Volume:IA-20, Januari, 1984
- [6]. Yuan Youxin; Wuhan; Xia Zezhong; Wang Yalan; Yuan Peigang, "A Soft Starter of Three Phase Asynchronous Motor", IEEE Power Electronics Specialists Conference, June, 2007.
- [7]. Bhuvaneswari, G.; Charles, S.; Nair, M.G. "Power Quality in a Soft Start an Induction Motor", IEEE Transmission and Distribution Conference and Exposition, April, 2008.
- [8]. Popa, G.N.; Popa, I.; Dinis, C.M.; Iagar, A. "Determining Start Time For Three Phase induction Motors That Drive Belt Transport Conveyors" 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM), Mei, 2010