

IMPLEMENTASI INVERTER ALTIVAR 12 DAN TOSHIBA VFS15 SEBAGAI PENGENDALIAN KECEPATAN PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA UNTUK APLIKASI SISTEM KONVEYOR TERKENDALI

Ammar Akbar Ghifari Basyar^{*)}, Susatyo Handoko dan Iwan Setiawan

¹Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang,
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} E-mail: ghifari.basyar@gmail.com

Abstrak

Pada pengoperasian motor induksi 3 fasa, salah satu hal yang menjadi permasalahan adalah kesulitan dalam mengatur kecepatan putar motor. Kecepatan putaran motor induksi dapat diatur dengan cara mengubah frekuensi dengan menggunakan inverter. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan putaran motor induksi 3 fasa menggunakan inverter. Inverter yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor induksi 3 fasa disebut dengan variable speed drive (VSD). VSD yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah produk yang dibuat oleh Schneider Electric yaitu Altivar 12 dan Toshiba VFS15. Selama operasi pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan VSD Altivar 12 dan Toshiba VFS15, nilai frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan putar motor dan tegangan, karena semakin besar frekuensi maka diperoleh kecepatan putar motor dan tegangan semakin tinggi.

Kata kunci: inverter, VSD, Altivar 12, Toshiba VFS15

Abstract

In running of the 3 phase induction motor, one of the problem is difficulty in adjusting the motor rotational speed. The rotation speed of an induction motor can be adjusted by changing the frequency using an inverter. This research used to determine the effect of frequency changes on the rotation speed of a 3 phase induction motor using an inverter. The inverter used to control the speed of the 3 phase induction motor is called the variable speed drive or VSD. VSD used in this final assignment is a product made by Schneider Electric i.e Altivar 12 and Toshiba VFS15. During operation of speed-controlling of three phase induction motor using VSD Altivar 12 and Toshiba VFS15, the frequency value is proportional to the motor's speed and voltage, because at higher frequency then a higher speed and voltage are obtained.

Keywords: inverter, VSD, Altivar 12, Toshiba VFS15

1. Pendahuluan

Era sekarang, cara pengantaran makanan yang di lakukan di sebuah inudtrisi kuliner masih di lakukan secara manual. Cara manual di lakukan secara langsung di antar ke meja. Untuk mendapatkan sesuatu yang lebih praktis dan juga mengurangi pengeluaran biaya tenaga kerja pengantaran dapat dilakukan secara otomatis. Pengantaran makanan otomatis tersebut dapat di lakukan dengan menggunakan sistem konveyor dengan dilengkapi sensor infrared. Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ketempat yang lain. Konveyor tersebut digerakkan oleh motor listrik Motor listrik adalah sebagai penggerak konveyor tersebut. Namun motor listrik memiliki kelemahan yaitu tidak dapat mengatur kecepatan dan torsi. Dibutuhkan alat bantu elektronik yang dapat mengatur frekuensi. Untuk mengatasi masalah tersebut alat yang dapat digunakan adalah inverter atau VSD (Variable Speed Drive)[1].

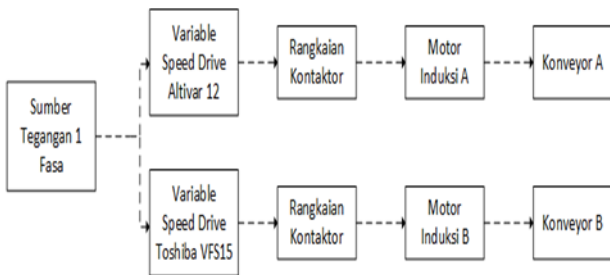
Pada pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa, diperlukan suatu peralatan tambahan berupa inverter atau VSD (Variable Speed Drive). Inverter atau VSD adalah suatu alat kontrol yang digunakan untuk mengatur kecepatan putar dari sebuah motor AC dengan mengatur frekuensi masukan sehingga motor dapat berputar dengan kecepatan yang diinginkan[2]. Menurut M.Pemberton, sekitar 20% sampai 50% dari daya yang dikonsumsi oleh motor listrik bisa dihemat melalui variable speed operation[3]. Inverter banyak dijual bebas di pasaran dan digunakan sebagai alat kontrol motor induksi 3 fasa pada peralatan di industri. Pemilihan dan pengoperasian inverter harus memperhatikan spesifikasi motor yang akan dikontrol agar efektif dan efisien. Sebelum pengoperasian, inverter harus di-setting terlebih dahulu, yaitu meliputi setting parameter spesifikasi motor dan setting parameter kerja motor. Selain untuk mengatur kecepatan putar motor, VSD juga dapat [4] digunakan untuk berbagai operasi motor, seperti operasi forward dan reverse, starting

(softstarting) dan pengereman (braking), sesuai fungsinya sebagai alatkontrol motor. Operasi dari motor yang dikontrol oleh VSD diatur pada setting parameter kerja motor.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Febrian Nugraha W, dimana pada penelitian tersebut membahas mengenaipengaturan kecepatan putar motor induksi 3 fasa menggunakan Altivar12 diperoleh hasil ketika frekuensi kerja 50 Hz didapatkan kecepatan sebesar 1241 rpm, dan ketika frekuensi 30 Hz kecepatannya 832 rpm[5].

Pada penelitian ini, akan dirancang sistem konveyor otomatis yang dilengkapi sensor agar dapat berhenti sesuai tempat yang diinginkan. Konveyor tersebut akan bergerak menggunakan motor induksi 3 fasa. Inverter yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor induksi 3 fasa disebut dengan variable speed drive (VSD). VSD yang digunakan pada konveyor ini adalah produk VSD dari Schneider Electric dengan tipe ATV12H075 M2 dan Toshiba VFS15. Inverter ini berfungsi sebagai starting awal motor induksi 3 fasa, dan operasi pengendalian kecepatan motor induksi 3 fasa.

2. Metode



Gambar 1. Blok diagram sistem

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa pengendalian kecepatan motor induksi A sebagai penggerak konveyor A dan motor induksi B sebagai penggerak konveyor B. Metode pengendalian kecepatan motor induksi yang digunakan berdasarkan variasi frekuensi yang dapat diubah melalui hardware inverter altivar 12 dengan tipe ATV12H075M2 untuk konveyor A dan Toshiba VFS15 untuk konveyor B.

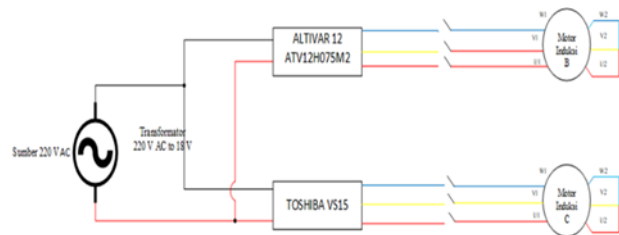
ATV12H075M2 dan Toshiba VFS15 menggunakan sumber tegangan 1 fasa 220 V sebagai sumber tegangan masukan dan menghasilkan tegangan keluaran 3 fasa 380 V[6] dengan frekuensi yang dapat diubah sesuai masukan pengaturan variasi frekuensi yang diberikan.

Inverter ATV12H075M2 dan Toshiba VFS15 akan mulai bekerja ketika tombol start ditekan, setelah itu inverter akan mulai bekerja. Inverter akan memulai memproses masukan pengendalian kecepatan, ATV12H075M2 akan

bekerja untuk motor induksi A, dan Toshiba VFS15 akan bekerja untuk motor induksi B.

Keluaran 3 fasa dari ATV12H075M2 dan Toshiba VFS15 dihubungkan ke rangkaian kontaktor. Kontaktor yang digunakan memerlukan tegangan masukan 1 fasa 220 V sebagai sumber tegangan untuk energize koil didalam kontaktor. Saat koil sudah ter-energize, maka keluaran 3 fasa dari inverter akan diteruskan untuk menggerakkan motor induksi 3 fasa A dan motor induksi 3 fasa B, yang mana motor akan berfungsi sebagai penggerak konveyor

2.2. Perancangan Rangkaian Daya



Gambar 2. Rangkaian daya pengendalian motor induksi tiga fasa dengan altivar 12 dan Toshiba VFS15

Pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa dapat dilakukan dengan variasi frekuensi[7]. Pada proses pengendalian ini, diperlukan 2 inverter untuk masing-masing motor induksi 3 fasa. Perangkat Altivar 12 dan Toshiba VS15 memerlukan sumber tegangan AC 1 fasa 220 V yang diambil dari sumber yang telah disediakan.



Gambar 3. Realisasi Altivar 12

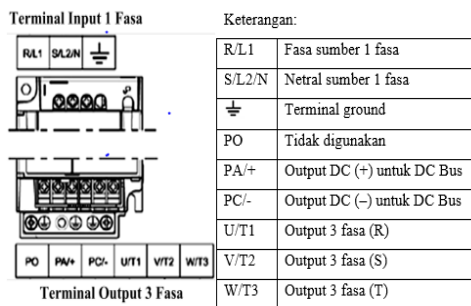


Gambar 4. Realisasi Toshiba VFS15

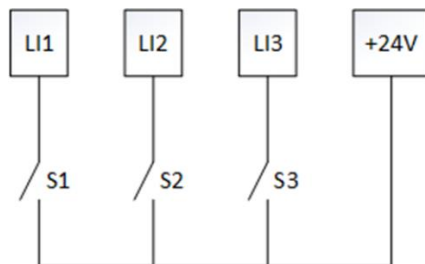
Kedua inverter ini dapat bekerja dalam waktu yang bersamaan karena tidak terhubung dalam rangkaian yang sama.

2.3. Wiring Altivar 12

Salah satu hal yang penting dalam pengoperasian Variable Speed Drives adalah pengkabelan atau wiring. Wiring yang dimaksud meliputi wiring input, wiring output dan terminal kontrol pada Variable Speed Drive, dalam Tugas Akhir ini adalah Altivar. Gambar 5. menunjukkan terminal daya dan kontrol dari Altivar.



Gambar 5. Terminal daya Altivar[8]



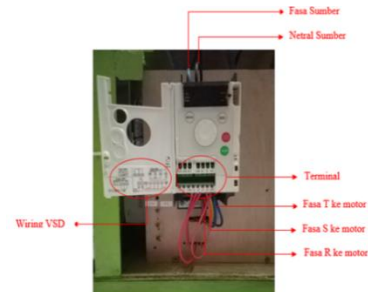
Gambar 6. Wiring dasar Altivar 12

Wiring Altivar 12 merupakan rangkaian logika Altivar 12 yang dapat digunakan untuk memilih proses pengendalian motor induksi tiga fasa[9]. Terdapat 1 pin sumber DC 24 V yang dianggap sebagai tegangan referensi untuk rangkaian logika dan 4 pin dasar dari wiring Altivar yang masing – masing memiliki fungsi berdasarkan setting yang diberikan pada Altivar 12.

4 pin dasar tersebut adalah LI1, LI2, LI3 dan LI4. LI1 adalah pin yang digunakan untuk mengoperasikan motor induksi tiga fasa ketika terhubung dengan pin sumber DC 24 V sehingga pin LI1 harus selalu digunakan, karena Altivar 12 tidak dapat mengoperasikan motor induksi tiga fasa jika pin LI1 tidak terhubung dengan pin sumber DC 24 V[10]. Dalam sistem konveyor terkendali, pin LI1, LI2, LI3, LI4 dan pin sumber DC 24 V terhubung satu sama lain dan digunakan ketika mengoperasikan konveyor A.

3 pin LI2, LI3 dan LI4 dapat digunakan untuk proses pembalikan putaran motor induksi tiga fasa atau variasi

frekuensi berdasarkan rangkaian logika atau tidak digunakan sama sekali. Pilihan penggunaan pin LI2, LI3 dan LI4 berdasarkan setting yang diberikan pada Altivar12.



Gambar 7. Terminal daya dan kontrol Altivar

Terminal daya dan terminal kontrol pada Altivar setelah proses wiring. Altivar ATV12H075M2 ini menggunakan suplai 1 fasa dengan terminal R/L1 dan S/L2/N dan output tegangan 3 fasa dengan terminal U/T1, V/T2 dan W/T3 sebagai terminal outputnya yang akan disambungkan ke motor[11]. Sedangkan terminal kontrol berfungsi sebagai input dan output untuk perintah.

2.4. Setting Altivar

Pada Tugas Akhir ini, tidak semua setting diatur atau diubah. Parameter yang diatur atau diubah dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa frekuensi operasi dasar yang diberikan pada Altivar 12 adalah 15 Hz. Nilai frekuensi ini adalah nilai yang digunakan saat Altivar 12 mengendalikan kecepatan konveyor A dan konveyor B tanpa adanya variasi frekuensi dari pin LI1, LI2 dan LI3. Fungsi reverse yang terdapat pada Altivar 12 tidak digunakan karena sistem konveyor terkendali hanya berjalan satu arah sehingga tidak memerlukan pembalikan arah putaran. Jika LI1, LI2 dan LI3 digunakan seluruhnya untuk variasi frekuensi, maka Altivar 12 dapat menghasilkan 8 variasi frekuensi. Jika hanya dua pin yang digunakan, maka Altivar 12 dapat menghasilkan 4 variasi frekuensi.

Pada sistem konveyor terkendali, 4 variasi frekuensi yang digunakan adalah 15 Hz, 20 Hz, 30 Hz dan 40 Hz. Tetapi variasi frekuensi yang digunakan secara default adalah 15 Hz.

Pengaturan kecepatan menggunakan VSD dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu local dan logic input[12]. Local artinya pengaturan kecepatan dilakukan secara manual dengan memutar Jog Dial untuk mengubah nilai frekuensi. Sedangkan logic input artinya pengaturan dilakukan dengan mengatur setting pada input LI1, LI2, LI3 dan LI4. Pengaturan logic input dapat difungsikan untuk bermacam-

macam fungsi, seperti Jog (berputar dengan frekuensi minimum), pengaturan kecepatan dan reverse. Namun, pada Tugas Akhir ini hanya fungsi pengaturan kecepatan yang digunakan, sesuai dengan tujuan perancangan modul. Setting logic input dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Setting parameter Altivar

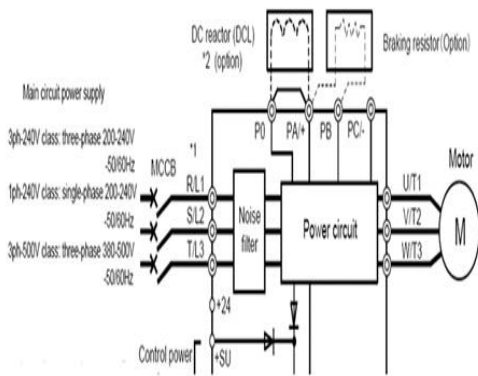
Menu	Simbol/Kode	Keterangan	Nilai Parameter
ConF	LSP	Frekuensi referensi minimum dari Motor	25 Hz
	HSP	Frekuensi referensi maksimum dari Motor	50 Hz
	bFr	Frekuensi Motor	50 Hz
ACC		Waktu akselerasi antara 0 Hz sampai mencapai frekuensi motor induksi tiga fasa yang ditentukan	0 s
	ps2	Pemilihan Logika Masukan untuk Fungsi 2 Preset Speed	L3H
ConF → FuLL → Fun → PSS	ps4	Pemilihan Logika Masukan untuk Fungsi 4 Preset Speed	L4H
	sp2	Nilai Frekuensi Preset Speed 2	30 Hz
	sp3	Nilai Frekuensi Preset Speed 3	35 Hz
	sp4	Nilai Frekuensi Preset Speed 4	40 Hz

Tabel 2. Setting Logic Input

Port	Setting	Keterangan
L1	Forward	Motor berputar forward dengan frekuensi 10 Hz (sesuai setting Lsp)
L2	SP2	Fungsi pengaturan kecepatan dengan 2 frekuensi tertentu
L3	SP4	Fungsi pengaturan kecepatan dengan 4 frekuensi tertentu

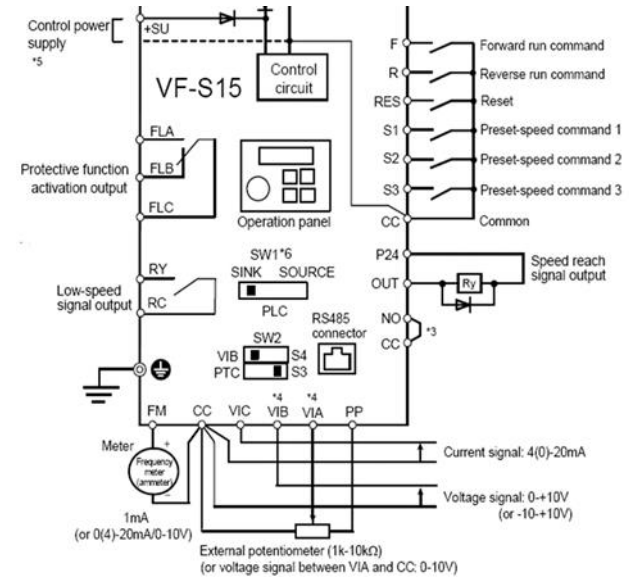
2.5. Wiring Toshiba VFS15

Wiring pada inverter Toshiba VFS15 meliputi wiring input, wiring output dan terminal kontrol, pada Variable Speed Drive.



Gambar 8. Wiring pada rangkaian Terminal daya

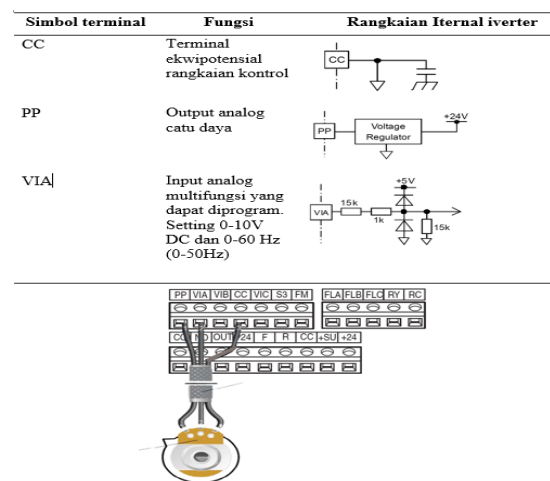
Pada terminal rangkaian daya terdapat 2 opsi masukan yaitu 1 fasa dan 3 fasa. Untuk masukan 1 fasa, terminal yang dapat digunakan adalah R/L1 dan S/L2 sedangkan T/L3 tidak mendukung pada pemakaian dengan sumber 1 fasa.



Gambar 9. Wiring pada rangkaian Terminal control[13]

Pada terminal rangkaian kontrol terdapat control circuit yang terhubung dengan power circuit, yang mana power circuit berfungsi sebagai suplai daya dan penerima keluaran dari control circuit[14]. Pada terminal ini juga terdapat terminal untuk mensuplai daya dari luar sebagai cadangan untuk suplai daya control circuit. Untuk input logic terminal pada inverter ini terdapat beberapa port yang juga mendukung untuk pemakaian input menggunakan eksternal potensiometer.

2.6. Setting Toshiba VFS15



Gambar 10. Setting pada Toshiba VFS15

Di dalam inverter frekuensi keluaran dapat diatur melalui dua cara yaitu melalui metode analog dan metode digital [15]. Pada metode digital frekuensi keluaran inverter di atur melalui setting dial inverter. Sedangkan pada metode analog frekuensi keluaran inverter diatur melalui terminal input analog yaitu CC, V1A, dan PP. Dari 3 terminal tersebut dihubungkan dengan potensiometer supaya dapat mengubah frekuensinya.

3. Pengujian dan Analisis

3.1. Pengujian Sumber Tegangan Suplai Altivar 12 dan Toshiba VFS15

Pada sisi input dilakukan pengukuran tegangan masukan 1 fasa sebagai suplai untuk Altivar dan Toshiba VFS15. Pada spesifikasi Altivar dan Toshiba VFS15 tertulis tegangan input 200 – 240 VAC, sedangkan pada hasil pengukuran dengan multimeter digital menunjukkan nilai 233,8 V AC.

3.2. Perbandingan Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa A menggunakan Altivar 12 dengan Setting frekuensi 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz dan 30 Hz

Tabel 3. Perbandingan Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa A menggunakan Altivar 12 dengan Setting frekuensi 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz dan 30 Hz

Frekuensi (Hz)	Tegangan Line to Line (V)	Arus RMS (A)	Arus Maksimum (A)	Daya Aktif (W)	Daya Semu (VA)
15,15	123,6	0,68	1,4	110	210
20,35	147,1	0,70	1,5	110	230
25,36	172,6	0,71	1,5	100	230
30,35	188,1	0,72	1,6	120	260

Dari Tabel 3. dapat diketahui bahwa nilai tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan semakin besar ketika nilai frekuensi operasinya semakin besar juga. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan motor induksi tiga fasa berbanding lurus dengan frekuensi operasi motor induksi tiga fasa.

3.3. Perbandingan Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa B menggunakan Toshiba VFS15 dengan Setting frekuensi 215 Hz, 20 Hz, 25 Hz dan 30 Hz

Tabel 3. Perbandingan Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa A menggunakan Altivar 12 dengan Setting frekuensi 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz dan 30 Hz

Frekuensi (Hz)	Tegangan Line to Line (V)	Arus RMS (A)	Arus Maksimum (A)	Daya Aktif (W)	Daya Semu (VA)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya	Kecepatan (rpm)
15,15	123,6	0,68	1,4	110	210	170	0,427	321
20,35	147,1	0,70	1,5	110	230	200	0,489	465
25,36	172,6	0,71	1,5	100	230	210	0,546	623
30,35	188,1	0,72	1,6	120	260	230	0,560	770

Dari Tabel 4. dapat diketahui bahwa nilai tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan semakin besar ketika nilai frekuensi operasinya semakin besar juga. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tegangan, arus, daya, faktor daya

dan kecepatan motor induksi tiga fasa berbanding lurus dengan frekuensi operasi motor induksi tiga fasa.

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pengujian dan analisa pada Tugas Akhir “Implementasi Inverter Altivar 12 dan Toshiba Vfs15 Sebagai Pengendalian Kecepatan pada Motor Induksi 3 Fasa untuk Aplikasi Sistem Konveyor Terkendali.” ini didapatkan kesimpulan yaitu implementasi penggunaan inverter 3 fasa menggunakan Altivar 12 dan Toshiba VFS15 sebagai pengatur kecepatan motor induksi tiga fasa yang menggerakkan konveyor. Pada hasil pengujian motor induksi 3 fasa menggunakan Altivar 12 pada konveyor A diperoleh hasil bahwa nilai tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan semakin besar ketika nilai frekuensi operasinya semakin besar juga. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan motor induksi tiga fasa berbanding lurus dengan frekuensi operasi motor induksi tiga fasa. Pada hasil pengujian motor induksi 3 fasa menggunakan Toshiba VFS15 pada konveyor B diperoleh hasil bahwa nilai tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan semakin besar ketika nilai frekuensi operasinya semakin besar juga. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan, arus, daya, faktor daya dan kecepatan motor induksi tiga fasa berbanding lurus dengan frekuensi operasi motor induksi tiga fasa.

Referensi

- [1]. Atma Zondra, and Zulfahri. "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Fasa Dengan Menggunakan Inverter." SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri) 1.2 (2017): 1-8..
- [2]. Yuan Youxin ; Wuhan ; Xia Zezhong ; Wang Yalan ; Yuan Peigang, "ASoft Starter of Three Phase Asynchronous Motor", IEEE Power Electronics Specialists Conference, June, 2007
- [3]. Pemberton, Mike, 2005, Variable Speed Pumping: myths and legends, WorldPumps
- [4]. 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
- [5]. F. Nugroho W, M. Facta, dan T. Sukmadi, "Perancangan Modul dan Perbandingan Metode Starting dan Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa," Transient, vol. 4, no. 1, pp. 58–68, 2015
- [6]. Rangkuti, Riski Anda, Atmam Atmam, and Elvira Zondra. "Studi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)." JURNAL TEKNIK 14.1 (2020).
- [7]. Sutikno, Tole. "Optimalisasi desain kendali kecepatan putar motor induksi tiga fasa berbasis FPGA." Telkomnika 6.2 (2008): 83
- [8]. Schneider Electric, 2013, Altivar 12 User Manual

- [9] M. Anantha B P, A. Warsito, dan M. Facta, "Pengeraman Dinamik Pada Motor Induksi Tiga Fasa," *Transmisi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2006..
- [10] R. Fakhrizal, "Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) Pada Pengasutan dan Proteksi Bintang (Y) - Segitiga (Δ) Motor Induksi Tiga Fasa," Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- [11] Wildi, Theodore."Electrical Machines, Drives, and Power Systems". Prentice-Hall International, 1997.
- [12] Barnes, Malcolm. "Practical Variable Speed Drive and Power Electronic",Great Britain : An imprint of Elsevier. 2003:
- [13] Tosvert VF-S15 Instruction Manual, Web version, Toshiba Corporation, Tokyo, Jepang.
- [14] Atmam, Atmam, Elvira Zondra, and Zulfahri Zulfahri. "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Fasa Dengan Menggunakan Inverter." *SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri)* 1.2 (2017): 1-8.
- [15] Wicaksono, LeoHutri. Rancang Bangun Troughed Belt Conveyor Pengangkut Bentonit Dengan Kapasitas 28 Ton/Jam. Diss. Universitas Brawijaya, 2013.