

IMPLEMENTASI PENGATUR KECEPATAN GANDA MOTOR PADA MESIN CONVEYOR PENYORTIR LOGAM OTOMATIS

Mindit Eriyadi¹, Indra Maryana Lesmana Putra²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Politeknik Enjineri Indorama
Email: ¹mindit.eriyadi@pei.ac.id, ²indramlesmanaputra@gmail.com

Abstrak

Abstrak-- Conveyor penyortir logam merupakan sebuah alat yang dimanfaatkan untuk memisahkan antara benda ber kandungan logam dan non logam, penggerak dari conveyor ini menggunakan motor induksi ½ Horse Power (HP) sebagai penggerak utamanya. Untuk mengatur putaran motor induksi tersebut digunakan Variable Frequency Drive (VFD) 1 HP. VFD ini diatur dengan parameter kecepatan ganda sehingga nantinya motor dapat berputar secara variabel dalam dua kecepatan. Input parameter dari VFD sendiri menggunakan switch berupa photo elektrik dan proximity inductive yang dikontrol secara otomatis menggunakan Programmable Logic Control (PLC). Output digital dari PLC selanjutnya akan berkomunikasi dengan digital input dari VFD sehingga ketika benda diatas belt conveyor terdeteksi oleh photoelectric maka VFD akan mengatur frekuensi sebesar 8,5 Hz, apabila benda di atas belt conveyor terdeteksi logam oleh proximity inductive maka VFD akan mengatur frekuensi sebesar 14,5Hz. Sehingga pada masing-masing frekuensi tersebut motor dapat berputar dengan kecepatan 241,5 rpm dan 359,5 rpm. Hasil dari hasil ujicoba yang dilakukan menunjukkan bahwa VFD dapat mengatur dalam beberapa kecepatan secara variabel, namun pada penelitian ini dibatasi menggunakan dua kecepatan atau kecepatan ganda sebagai percobaan variabel kecepatan.

Kata Kunci: Conveyor, Motor Induksi, VFD

Abstract

Metal sorting conveyor is a device that is used to separate metal and non-metal objects, the drive of this conveyor uses ½ Horse Power (HP) induction motor as its prime mover. To adjust the rotation of the induction motor 1 HP Variable Frequency Drive (VFD) is used. This VFD is set with the double speed parameter so that later the motor can rotate variably in two speeds. The input parameters of the VFD itself use switches in the form of photo electric and inductive proximity which are controlled automatically using Programmable Logic Control (PLC). The digital output of the PLC will then communicate with the digital input of the VFD so that when the object on the conveyor is detected by a photoelectric, the VFD will adjust the frequency by 8,5 Hz, if the object on the conveyor is detected by metal by inductive proximity, the VFD will set the frequency by 14,5Hz . So that at each of these frequencies the motor can rotate with speeds of 241,5 rpm and 359,5 rpm. The results of the trials carried out show that VFD can regulate in a number of speeds in a variable manner, but in this study limited to using two speeds or double speed as a variable speed experiment.

Keywords: Conveyor, Induction Motor, VFD

I. PENDAHULUAN

Sektor industri membutuhkan alat penunjang untuk memudahkan pekerjaan sehingga tingkat produksi dapat meningkat (Singh and Ali, 2017). Dengan banyaknya kebutuhan akan barang, maka industri memerlukan media yang dapat mempermudah proses produksi secara berkelanjutan. Otomasi adalah teknologi yang mengacu pada semakin sedikitnya penggunaan tangan manusia (*hands on less*) dalam proses produksi (Smeu, 2013).

Motor listrik terutama motor induksi banyak digunakan dalam dunia industri. Penggunaan motor listrik sebagai penggerak proses produksi, salah satunya adalah *conveyor* (Li, Xu and Wang, 2017). Dalam penentuan besar daya motor untuk kerja conveyor seperti contoh *screw conveyor* ditentukan oleh besarnya panjang, lebar, perbedaan kemiringan dari *screw conveyor*, dan banyaknya material yang akan diangkut *conveyor* (Simanihuruk and Amin, 2014). *Conveyor* merupakan media antar barang yang bergerak berdasar pada perputaran motor induksi. Hasil dari pengujian sistem yang telah dirancang dalam penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa alat prototipe mesin sortir otomatis berbasis mikrokontroler dengan kecepatan konstan dapat berfungsi dan berguna untuk mempermudah penyortiran barang dalam jumlah banyak serta dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran. Namun motor listrik memiliki kelemahan yaitu tidak dapat mengatur kecepatan dan torsi. Dibutuhkan alat bantu elektronik untuk dapat mengatur frekuensi. Untuk mengatasi masalah tersebut alat yang dapat digunakan adalah *Variable Frequency Drive* (VFD). VFD memiliki keunggulan yaitu dapat meningkatkan efisiensi motor, selain itu energi dapat dihemat apabila kecepatan motor dapat diatur sesuai kebutuhan peralatan (Gomgom and Effendi, 2014).

VFD dapat digunakan sebagai alat bantu pengatur kecepatan otomatis, selain itu VFD dapat dikontrol menggunakan PLC (*Programmable Logic Control*) (Sowmiya, 2015). VFD dengan pengontrolan otomatis tentunya diharapkan dapat mengatur beberapa kecepatan motor secara variabel. Dengan demikian penggunaan VFD sebagai pengatur kecepatan motor listrik diharapkan dapat lebih efektif (Swamy, Kang and Shirabe, 2015).

II. METODE

Alat ini bekerja mengatur kecepatan motor induksi pada *conveyor* dengan menggunakan dua

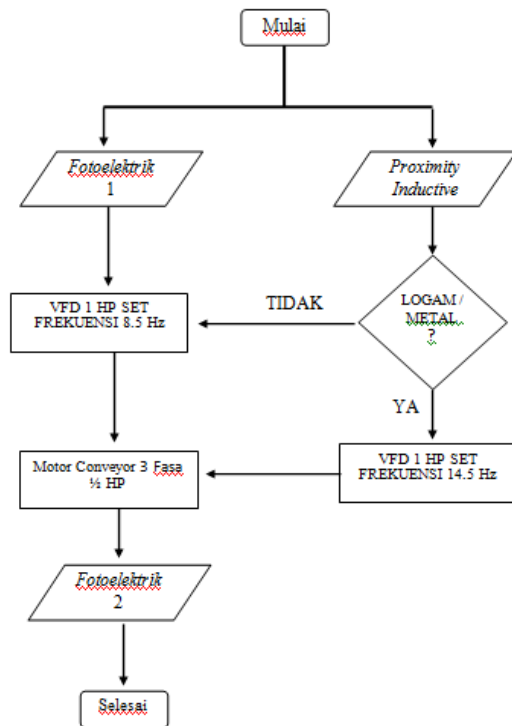
kecepatan yang berbeda. Kecepatan yang berbeda ini bertujuan untuk melihat perbedaan antara benda yang dilalui *conveyor* apakah berupa logam atau non logam. Memahami kondisi operasi dan menghitung keandalan dalam suatu kondisi sangat penting untuk memastikan pengoperasian VFD yang tepat untuk memenuhi waktu pemakaian maksimal (Yellamati *et al.*, 2013).

Input dalam hal ini sensor terhubung pada PLC yang telah di program untuk mengatur cara kerja sistem penyortir logam dan non logam serta *outputnya* terhubung pada VFD untuk memberikan sinyal melakukan variabel kecepatan. Alat yang dibuat nantinya berupa sebuah *conveyor* yang dapat menyortir logam dan non logam. Cara kerja alat pada Rancang Bangun Pengendali Kecepatan Motor Pada Sistem Otomasi *Conveyor* ini menggunakan listrik 1 fasa 220 VAC sebagai sumber daya bagi dua komponen, yaitu PLC Omron, dan VFD. VFD Danfoss yang digunakan dalam sistem ini bertipe Danfoss FC 51 yang dapat mengatur frekuensi yang bervariasi pada motor induksi (Mohammad, Lokshin and Averbukh, 2014).

PLC pada sistem tersebut berfungsi untuk mengendalikan VFD dan motor *wiper* (Ali and Ali, 2018). Dalam salah satu aplikasi sistem alat pengisian air minum otomatis menggunakan PLC ini cukup handal, keandalannya itu sekitar 70% (Chaerunnisa *et al.*, 2018). Prinsip kerjanya adalah saat benda diletakkan diatas *conveyor*, maka *proximity inductive* dan sensor photoelektrik 1 akan mendeteksi benda secara bersama – sama (*parallel*) karena kedua sensor tersebut diletakkan di ujung awal *conveyor*.

Sensor photoelektrik 1 dipasang secara melintang di sisi kanan (*emitter*) dan kiri (*receiver*) *conveyor*. Sensor ini akan mendeteksi barang apapun (*universal*) yang berada diatas *conveyor*. Sinyal yang diterima sensor *photoelektrik* diteruskan pada PLC dan memerintahkan VFD menjalankan motor *conveyor* (Ali and Ali, 2018). Berbeda dengan sensor *photoelektrik* 1, sensor *inductive proximity* hanya mendeteksi barang berunsur logam. Diletakkan di awal *conveyor* tepatnya di pertengahan belt *conveyor*. Sensor ini memerintahkan VFD untuk menjalankan kecepatan kedua (*double speed*) sehingga kecepatan pada motor *conveyor* menjadi bertambah. Untuk kembali menormalkan kecepatan utama maka di ujung *conveyor* terdapat Sensor *photoelektrik* 2 yang mendeteksi benda berunsur logam tersebut.

Gambar 1 adalah *flowchart* cara kerja alat pada pengatur kecepatan motor pada otomasi *conveyor*.



Gambar 1. Flowchart Cara Kerja

Rancangan Setting VFD

Pada sub bab berikut ini, penulis akan menjelaskan mengenai langkah-langkah dalam penyettingan VFD Danfoss FC 51 pada sistem otomasi conveyor penyortir metal. Berikut ini adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan :

1. Menentukan Kapasitas VFD

Untuk menentukan kapasitas VFD yang akan digunakan, perlu mengetahui berapa besar kapasitas motor induksi yang digunakan. Dalam penelitian Sistem Otomasi Conveyor penulis menggunakan motor induksi berkapasitas 370W/0.5 HP maka perlu menggunakan VFD yang berkapasitas diatas motor induksi yang digunakan, maka penulis menggunakan VFD Danfoss FC 51 dengan kapasitas 750W/1HP.

2. Memasukan Data Motor

Setelah kapasitas VFD telah ditentukan maka untuk memulai penyettingan pada VFD adalah dengan memasukan data motor induksi. berikut parameter setting untuk memasukan data motor pada VFD Danfoss FC 51 Micro Drive :

- Parameter 1-20 Motor Power : [5] 0.37 kW/0.50 HP
- Parameter 1-22 Motor Voltage : 220 V
- Parameter 1-23 Motor Frequency : 60 Hz
- Parameter 1-24 Motor Current : 2.20 A

- Parameter 1-25 Motor Nominal Speed : 1710 rpm

3. Menentukan Acceleration dan Deceleration

Acceleration adalah waktu yang dibutuhkan motor untuk mencapai kecepatan maksimal dan Deceleration merupakan waktu yang dibutuhkan motor untuk berhenti. Setting ini diperlukan untuk mengurangi hentakan arus yang dapat merusak perangkat. Berikut parameter setting untuk memasukan Acceleratin dan Deceleration :

- Parameter 3-41 Ramp Up Time : 3 s
- Parameter 3-42 Ramp Down Time : 3 s

4. Menentukan Batas Kecepatan Motor

Menentukan batas kecepatan motor pada VFD sangat diperlukan agar motor tetap aman. Berikut parameter setting untuk menentukan batas kecepatan motor pada VFD Danfoss FC 51 Micro Drive :

- Parameter 3-02 Minimum Reference : 0 Hz
- Parameter 3-03 Maximum Reference : 50Hz

5. Memasukan setting Double Speed

Pada penelitian ini skema yang dilakukan pada otomasi conveyor yaitu dengan melakukan pengaturan 2 kecepatan. Setting ini bertujuan dan membuktikan bahwa VFD dapat menjalankan beberapa kecepatan yang berbeda serta membedakan kecepatan ketika benda yang ada di conveyor berupa logam atau non logam. Berikut parameter setting yang digunakan :

- Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input : [8] Start
- Parameter 5-15 Terminal 33 Digital Input : [17] Preset bit 1
- Parameter 3-10 Preset Reference : [0] 10% [1] 15%

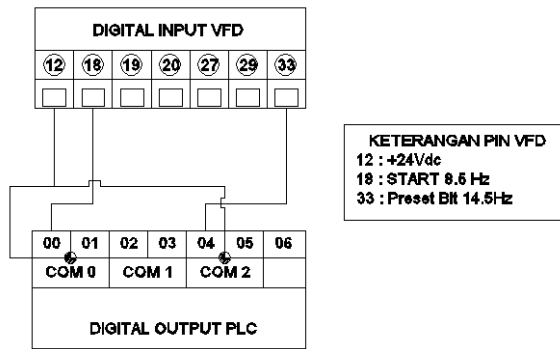
Rangkaian Wiring VFD

Perencanaan wiring input digital VFD dilakukan agar dapat mengubah kecepatan pada motor dengan cara switching dimana pada saat input 18 VFD mendapat 24Vdc frekuensi motor akan menunjukkan 8,5Hz dan apabila input 33 mendapat 24Vdc frekuensi akan menunjukkan 14,5Hz. Gambar 2 menunjukkan hubungan instalasi pada input digital VFD.

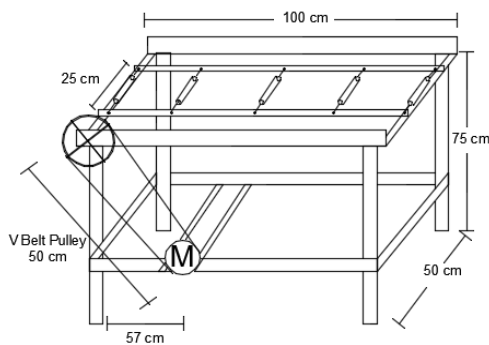
Rancangan Kontruksi Mekanik

Sebelum direalisasikan kedalam bentuk fisik, terlebih dahulu dilakukan perancangan alat

untuk memudahkan pada saat pembuatan produk. Desain awal konstruksi *conveyor* dapat dilihat pada gambar 3.

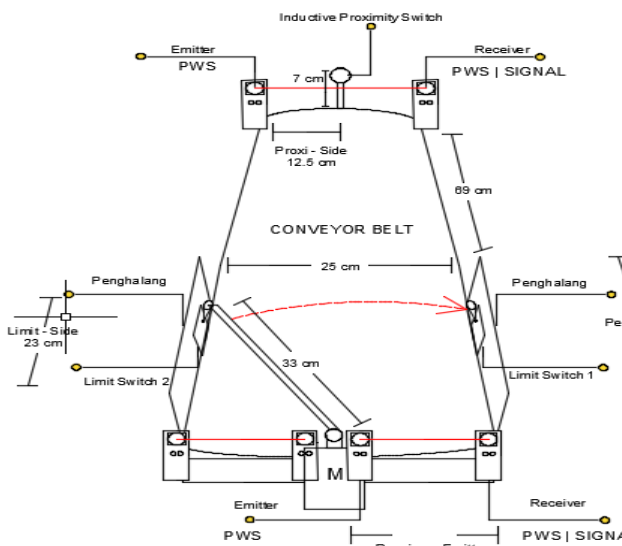


Gambar 2. Wiring Double Speed VFD



Gambar 3. Kontruksi Mekanik

Setelah merancang kerangka utama *conveyor*, selanjutnya adalah melakukan perancangan tata letak komponen pada otomasi *conveyor*, gambar 4 merupakan layout perencanaan tata letak komponen pada *conveyor*.



Gambar 4. Penempatan Komponen

Perancangan konstruksi *conveyor*, penulis menggunakan besi L dengan ukuran besi adalah 40 mm x 40 mm. *Conveyor* dirancang berbentuk *horizontal* dengan kerangka yang menopang berukuran p x l x t adalah 100 cm x 50 cm x 75 cm. Adapun alat dan bahan yang digunakan dtampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan

Komponen	Spesifikasi	Keterangan
Besi L	40 m x 40 m	Secukupnya
Karpet Biru	100 cm x 25 cm	Secukupnya
Bearing		10 Unit
Besi Ash	25 cm	5 Unit
Pulley	0.5 m	1 Unit
V-Belt	0.75 m	1 Unit
Triplek/kayu		4 Unit
Lempengan Besi		1 m ²
Kawat Las		Secukupnya
Pipa Pvc		Secukupnya
Lem Korea		Secukupnya
Cat besi	Vinilex, berwarna biru	1 Kaleng
Thinner	Cobra	1 Kaleng

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memastikan alat sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan perlu dilakukan pengujian. Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat berfungsi sesuai dengan perancangan awal atau tidak. Pengujian sangatlah penting untuk dilakukan, karena pada pengujian akan didapatkan data yang berguna untuk mengetahui kehandalan alat, kekurangan dan kelebihan alat serta analisa untuk pengembangan kedepannya. Dari hasil penelitian penjadwalan operasi yang optimal dari beberapa unit pompa dengan VFD dapat secara efektif mengurangi biaya listrik (Zhang and Zhuan, 2017). Berikut ini penulis mengklasifikasi hasil uji coba ke dalam tabel – tabel berikut ini :

Pengujian Motor Induksi

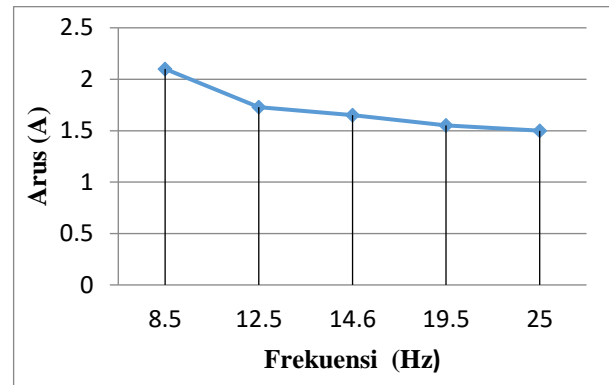
Pengujian motor induksi dilakukan untuk melihat perubahan parameter yang terjadi karena efek dari penggunaan *Variable Frequency Drive*. Penyajian data hasil pengujian ditampilkan pada tabel 2.

Dari tabel hasil pengujian VFD yang dihubungkan ke motor, dapat dibuatkan beberapa grafik yang ditunjukkan pada gambar 5.

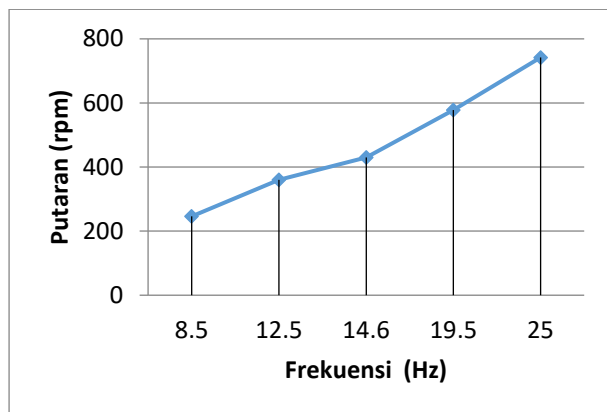
Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi frekuensi maka putaran pada motor akan semakin cepat. Dimana dalam 5 kali percobaan dengan frekuensi yang berbeda putaran motor semakin cepat putarannya.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor Induksi

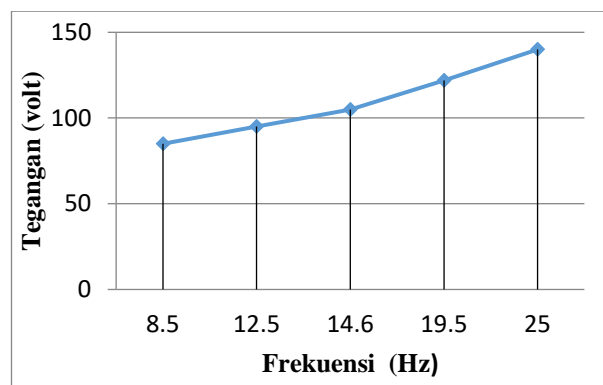
Frekuensi (Hz)	N (rpm)	T (Nm)
8,5	255	10.43
12.5	375	6.56
14.6	438	5.8
19.5	585	4.33
25	750	4.1



Gambar 7. Frekuensi Terhadap Arus



Gambar 5. Frekuensi Terhadap Putaran



Gambar 6. Frekuensi Terhadap Tegangan

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi frekuensi maka tegangan pada motor akan semakin tinggi. Dimana dalam 5 kali percobaan dengan frekuensi yang berbeda tegangan motor semakin tinggi.

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin tinggi frekuensi maka arus pada motor akan semakin kecil. Dimana dalam 5 kali percobaan dengan frekuensi yang berbeda tarus motor semakin kecil.

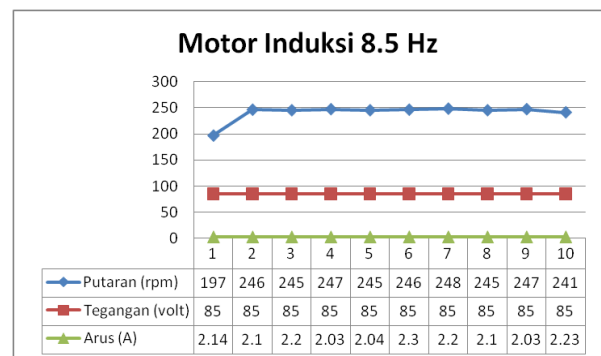
Pengujian Kecepatan Ganda Pada Motor Dengan VFD

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui keberfungsian VFD dapat menjadikan motor berputar secara variabel, tabel 3 menunjukkan hasil pengujian tersebut.

Tabel 3. Hasil Pengujian VFD dengan frekuensi 8,5 Hz

Parameter	Pengujian Ke -										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tegangan (V)	U-V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	V-W	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	U-W	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Arus (A)	U	2.14	2.1	2.2	2.03	2.04	2.3	2.2	2.1	2.03	2.23
	V	2.03	2.18	2.2	2.06	2.2	2.04	2.05	2.10	2.15	2.04
	W	2.08	2.15	2.11	1.97	2.0	1.98	2.2	2.2	2.2	2.06
Putaran (RPM)	197	246	245	247	245	246	248	245	247	241	

Berdasar pada tabel tersebut, maka penulis mencoba mentransformasinya menjadi bentuk grafik. Karena hasil uji pada setiap line sama, maka penulis memutuskan untuk mengambil salah satu line yaitu U-V untuk tegangan, U untuk arus dan putaran motor. Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian frekuensi 8,5 Hz.

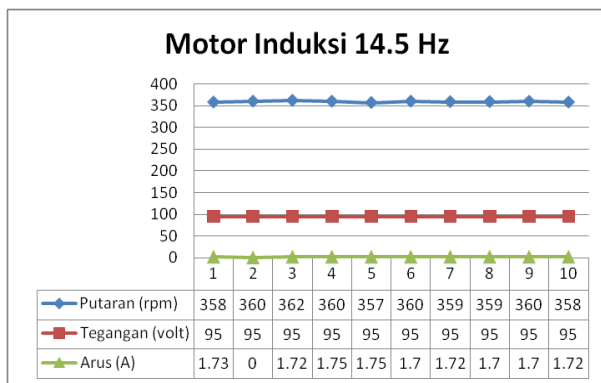


Gambar 8. Hasil Pengujian Frekuensi 8,5 Hz

Tabel 4 merupakan tabel pengukuran kecepatan motor induksi berfrekuensi 14,5 Hz.

Tabel 4. Pengujian VFD dengan frekuensi 14,5 Hz

Parameter		Pengujian Ke -									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tegangan (V)	U-V	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
	V-W	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
	U-W	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Arus (A)	U	1.73	1.73	1.72	1.75	1.75	1.70	1.72	1.70	1.70	1.72
	V	1.72	1.72	1.71	1.76	1.76	1.76	1.77	1.75	1.75	1.71
	W	1.74	1.72	1.75	1.75	1.75	1.73	1.72	1.72	1.72	1.72
Putaran (RPM)		358	360	362	360.5	357	360	359	359	360	358



Gambar 9. Hasil Pengujian Frekuensi 14,5 Hz

Penggunaan 2 kecepatan dalam satu motor induksi ternyata berdampak pada arus dan tegangan. Pada gambar 9 motor berfrekuensi 8,5 Hz dengan rata – rata putaran motor 241.5 rpm memiliki tegangan rata – rata 85 volt dan arus rata – rata 2.13 A. Berbeda dengan Grafik 4.3 berfrekuensi motor 14,5 Hz dengan rata – rata putaran motor 359.5 rpm memiliki tegangan rata – rata 95 volt dan arus rata – rata 1.72 A. Berdasar pada hasil ukur tersebut, besar frekuensi motor berpengaruh pada tegangan dan arus motor. Semakin besar putaran motor maka semakin besar tegangannya namun semakin kecil arusnya.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasar pada perencanaan, pembuatan, pengujian serta analisa data pada “Rancang Bangun Pengatur Kecepatan Motor Pada Otomasi Conveyor Penyortir Logam ” tersebut, simpulan yang dapat diambil adalah :

- Dalam merancang pengatur kecepatan motor induksi, digunakan VFD 1 HP sebagai pengatur kecepatan motor conveyor. VFD ini dapat mengatur kecepatan motor induksi dengan merubah frekuensi 8,5 Hz dan 14,5 Hz

- VFD 1 HP dapat mengatur kecepatan motor dalam beberapa kecepatan, penulis sendiri menggunakan kecepatan ganda dengan menggunakan parameter preset dengan masing-masing frekuensi 8,5 Hz dan 14,5 Hz. Sehingga pada masing-masing frekuensi tersebut motor dapat berputar dengan kecepatan 241.5 rpm dan 359.5 rpm.
- Dengan menggunakan VFD kinerja motor dapat kita atur dengan merubah parameter frekuensi sesuai kebutuhan, dengan merubah frekuensi sesuai kebutuhan dan dibatasi oleh batas maksimum frekuensi yang digunakan sesuai dengan spesifikasi motor sehingga penggunaan motor dapat lebih efisien.

Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hal yang menjadi saran untuk penyempurnaan dan pengembangan alat kedepannya, antara lain :

- Untuk pengembangan kesdepannya bisa menambahkan beberapa kecepatan sehingga dapat lebih terlihat variabel kecepatannya.
- Mengganti Belt Conveyor dari karpet menjadi karet, serta menambahkan Roll agar barang di atas conveyor berjalan normal.

V. DAFTAR PUSTAKA

Ali, M. S. and Ali, M. S. R. (2018) ‘Automatic multi machine operation with product sorting and packaging by their colour and dimension with speed control of motors’, *Proceedings of IEEE International Conference on Advances in Electrical Technology for Green Energy 2017, ICAETGT 2017*, 2018-January, pp. 88–92. doi: 10.1109/ICAETGT.2017.8341466.

Chaerunnisa, I. et al. (2018) ‘Aplikasi plc pada alat pengisian air minum otomatis’, *Jurnal Elektra*, 3(2), pp. 61–68. Available at: <https://pei.ejournal.id/jea/article/download/56/49/>.

Eriyadi, M. and Fauzian, I. F. (2019) ‘Desain Prototipe Mesin Sortir Barang Otomatis’, *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(2), p. 147. doi: 10.31544/jtera.v4.i2.2019.147-156.

Gomgom and Effendi, I. (2014) ‘Penerapan Variable Frequency Drive Pada Motor Fuel Screw Feeder Untuk Bahan Bakar Pada Sistem Boiler’, *Jurnal Desiminasi Teknologi, ISSN: 9772503539042*, 2(1), pp. 50–59.

Li, C., Xu, D. and Wang, G. (2017) ‘High efficiency remanufacturing of induction motors with interior permanent-magnet rotors and

- synchronous-reluctance rotors', *2017 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific, ITEC Asia-Pacific 2017*, pp. 2–7. doi: 10.1109/ITEC-AP.2017.8080993.
- Mohammad, A., Lokshin, E. and Averbukh, M. (2014) 'Energy losses modeling in induction motors fed by danfoss VF micro drive FC51', *2014 IEEE 28th Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel, IEEEI 2014*, (December). doi: 10.1109/IEEEI.2014.7005868.
- Simanihuruk, F. and Amin, S. (2014) 'Penentuan Besar Daya Motor Induksi 3 Fasa Untuk Penggerak Conveyor Dan Pompa Pada Pltbs Sei Mangkei', *Singuda ENSIKOM*, 9(2), pp. 74–79.
- Singh, A. K. and Ali, M. S. R. (2017) 'Automatic sorting of object by their colour and dimension with speed or process control of induction motor', *Proceedings of IEEE International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies, ICCPCT 2017*. doi: 10.1109/ICCPCT.2017.8074289.
- Smeu, G. A. (2013) 'Automatic conveyor belt driving and sorting using SIEMENS step 7-200 programmable logic controller', *2013 - 8th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering, ATEE 2013*, pp. 1–4. doi: 10.1109/ATEE.2013.6563408.
- Sowmiya, D. (2015) 'Monitoring and control of a Plc based Vfd fed three phase induction motor', *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(2), pp. 5005–5014.
- Swamy, M. M., Kang, J. K. and Shirabe, K. (2015) 'Power Loss, System Efficiency, and Leakage Current Comparison Between Si IGBT VFD and SiC FET VFD With Various Filtering Options', *IEEE Transactions on Industry Applications*, 51(5), pp. 3858–3866. doi: 10.1109/TIA.2015.2420616.
- Yellamati, D. *et al.* (2013) 'Predictive Reliability Models for variable frequency drives based on application profiles', *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium*, pp. 3–8. doi: 10.1109/RAMS.2013.6517764.
- Zhang, L. and Zhuan, X. (2017) 'Optimal operation scheduling of multiple pump units on variable speed operation with VFD in the east route of south-to-north water diversion project', *Chinese Control Conference, CCC*, pp. 2818–2823. doi: 10.23919/ChiCC.2017.8027792.