

TRAINER KIT PENGONTROLAN MOTOR INDUKSI 3 FASA FORWARD-REVERSE SERTA ANALISA ARUS STARTING TERHADAP VARIASI TEGANGAN

Nirwan Budiyanto¹, Nurdaim², Zainal Abidin³ Khairudinsyah⁴
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis^{1,2,3,4}
nirwan220192@gmail.com, nurdaimwhy@gmail.com², zainal@polbeng.ac.id³,
khairudinsyah@polbeng.ac.id⁴

Abstract

The purpose of making this final project is to create a practicum learning media in the form of a trainer kit for controlling a three-phase forward reverse induction motor as well as an analysis of the starting current for voltage variations.

In this study using 3 induction motors with a capacity of 0.95 kW or 950 Watts, 380V and 4 poles (Δ). The first test was done manually, the starting forward current measured 2.76 A, calculated 2.77A and for the starting reverse current measured 2.82 A, calculated the same as 2.82 A when the voltage is 380V. While the second test is carried out automatically, the measured forward starting current of 2.71 A is the same as the calculated 2.7A and the measured reverse is 2.83A the same as the calculated 2.82 A.

Keywords: *Trainer Kit, Induction motor, Starting current*

1. PENDAHULUAN

Proses pembelajaran merupakan tahapan yang dilalui dalam mengembangkan kemampuan yang harus dimiliki oleh peserta didik. Politeknik Negeri Bengkalis merupakan salah satu perguruan tinggi yang menyelenggarakan pendidikan vokasi untuk mempersiapkan tenaga ahli profesional dan terampil dibidangnya, Faraby dkk. (2017). Perkembangan teknologi saat ini sudah sangat maju dan diikuti dengan tingkat persaingan yang semakin tinggi. Salah satunya dibidang industri, berkembangnya sistem diperindustrian bertujuan untuk dapat menjamin kualitas produk, meningkatkan efisiensi dalam proses produksinya. Motor induksi adalah motor yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi mulai dari lingkungan rumah tangga sampai dilingkungan industri skala besar, Pratama dkk. (2020). Motor listrik yang umum digunakan diperindustrian adalah motor listrik *asinkron*, dengan dua standar global yakni *International Electrotechnical Commission* (IEC) dan *National Electric Manufacture Asosiation* (NEMA). Motor *asinkron* IEC berbasis *metrik* (milimeter), sedangkan untuk motor listrik NEMA berbasis *imperial* (inch), dalam aplikasinya ada satuan daya dalam *horsepower* (hp) maupun *kiloWatt* (kW), Suherman dkk. (2017). Dipilihnya motor induksi karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor listrik lainnya, yaitu dari harganya yang relatif murah, konstruksinya yang sederhana dan hampir tidak pernah mengalami kerusakan yang berarti, serta dapat diandalkan dan tidak memerlukan perawatan khusus, Pratama dkk. (2020). Motor induksi yaitu motor listrik dengan arus bola-balik (AC) yang sangat luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini berkerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke rotornya, di mana arus rotor pada motor ini bukan didapat dari sumber tertentu, melainkan arus tersebut yang terinduksi akibat adanya perbedaan antara putaran rotor dengan medan putar (*Rotating Magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Motor induksi tiga fasa yang memiliki efisiensi tinggi biasanya mempunyai tahanan rotor yang kecil. Akibatnya motor akan menghasilkan torsi awal yang kecil dan pengasutan arus awal yang besar, Hammi dkk. (2020). Saat melakukan pengasutan motor, nilai arus startingnya akan melonjak cukup besar melebihi arus nominalnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

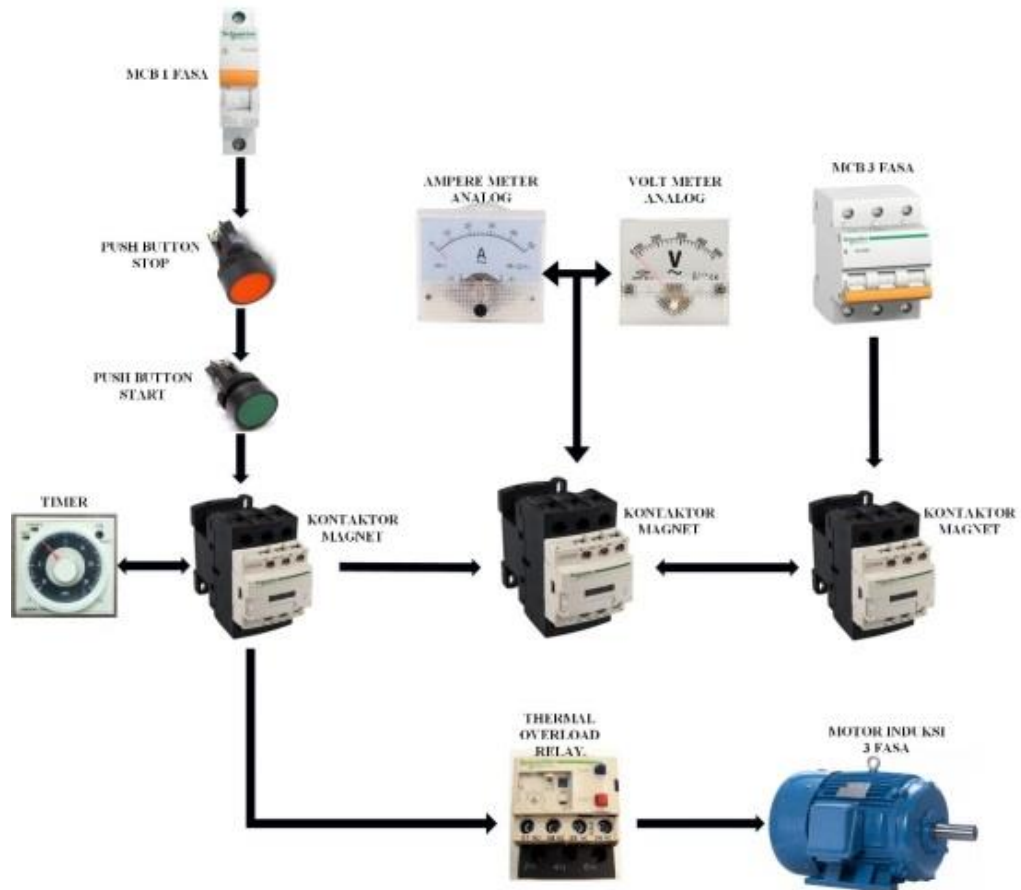
Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhira Dzar Faraby, Yoan Elviralita, Andi Fitriati, Iqbal Mansyur dan Kasma Amelia tentang perancangan “*Trainer Kit* Pengontrolan Motor Induksi Tiga Fasa menggunakan *LabVIEW*”. Pembuatan *trainer kit* tersebut bertujuan untuk memudahkan mahasiswa saat melakukan praktikum dan juga dapat memahami prinsip kerja dari pengontrolan motor induksi tiga fasa dengan model rangkaian *Forward-reverse*, Faraby dkk, (2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tarkul Hammi, Mustofa Abi Hamid dan Endi Permata yang berjudul “Pengembangan *Trainer* Instalasi Motor Listrik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Kejuruan”. Kurangnya minat belajar siswa pada mata pelajaran instalasi motor listrik menyebabkan hasil belajar siswa masih dibawah kriteria ketuntasan minimum (KKM). Mata pelajaran ini sering digunakan sebagai ujian kompetensi yang ada di SMK Negeri 1 Cikande program keahlian Teknik ketenagalistrikan sesuai dengan kebutuhan di industri maupun dalam kehidupan sehari-hari. karena perkembangan teknologi sudah semakin maju, sehingga siswa dituntut memiliki kemampuan dalam mengoperasikan berbagai macam sistem pengendalian. Hal ini yang mendorong mahasiswa Universitas Negeri Malang untuk mengembangkan media pembelajaran berupa *trainer* instalasi motor listrik agar meningkatkan hasil belajara siswa dan mengukur efektivitas siswa dalam menggunakan *trainer* tersebut, Alivsky (2017).

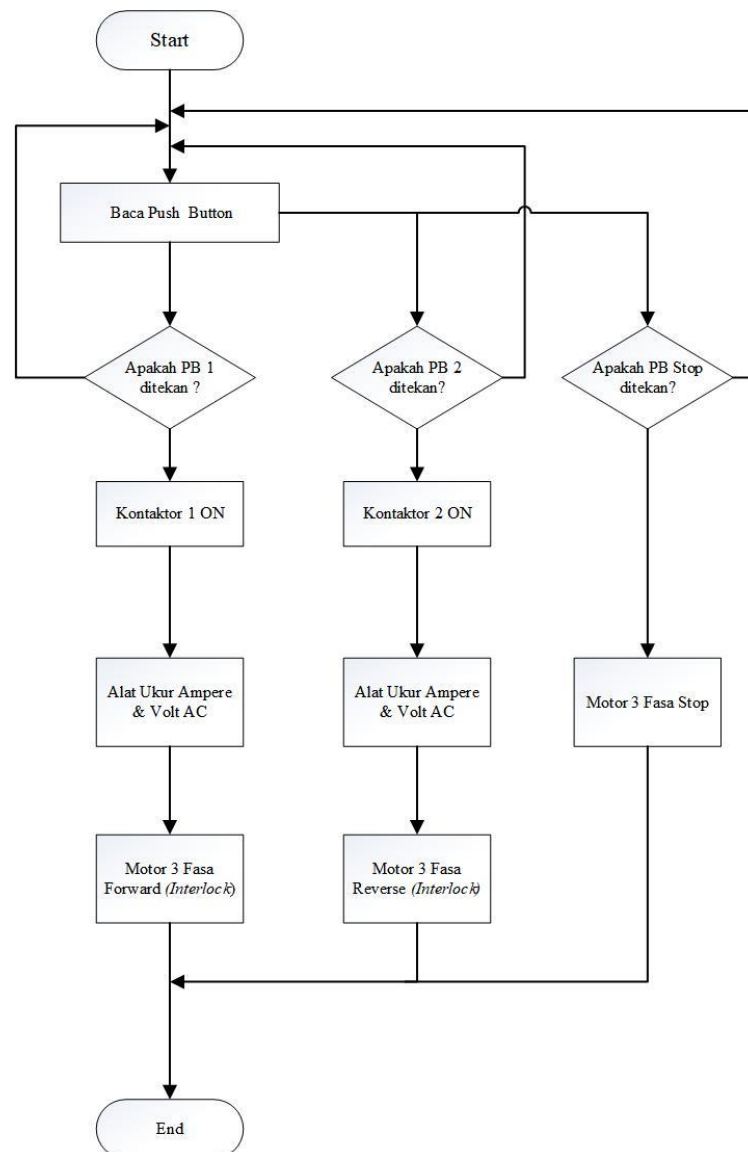
Pada penelitian yang dilakukan oleh Ghiok Nanda Alivsky yang berjudul “Pengujian Arus Pada Modul Praktikum Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode DOL, Wye-Delta, Dan *Soft Starting*” menjelaskan tentang analisis *soft starting* pada motor induksi 3 fasa dengan daya 15 kW dan kecepatan putaran nominal 1480 (RPM). Kekurangan motor induksi pada saat pengasutan yaitu, arus awalan yang besar dapat mengakibatkan penurunan tegangan sistem tenaga listrik, Rasid (2017).

3. METODE PENELITIAN

Sebelum merakit *Trainer kit* pengontrolan motor induksi 3 fasa *forward-reverse* serta analisa arus *starting* terhadap variasi tegangan adalah membuat desain *Trainer kit* agar sesuai dengan ukuran komponen yang akan terpasang. Komponen yang dibutuhkan seperti kontaktor magnetik, motor induksi 3 fasa, MCB 1 fasa, MCB 3 fasa, *push button* , *timer*, *overlod*, *banana jack*, lampu indikator, kabel *jumpere*, volt meter dan amper meter. Rancangan *hardware* dapat dilihat pada Gambar 1, *Flowchart* Sistim pengontrolan manual pada gambar 2, *Flowchart* Sistim pengontrolan otomatis pada gambar 3, Rangkaian kontrol manual pada gambar 4 dan Rangkaian kontrol otomatis pada gambar 3.5.

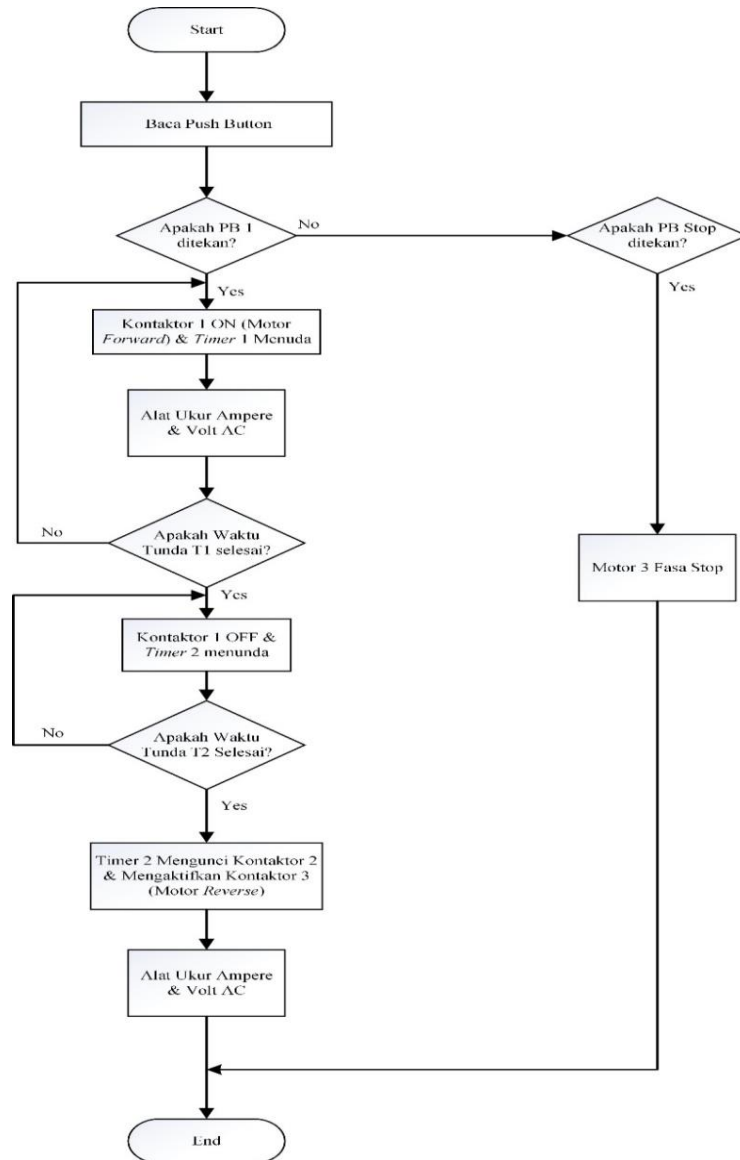


Gambar 1. Rancangan *hardware*
(Sumber: Dokumentasi, 2022)



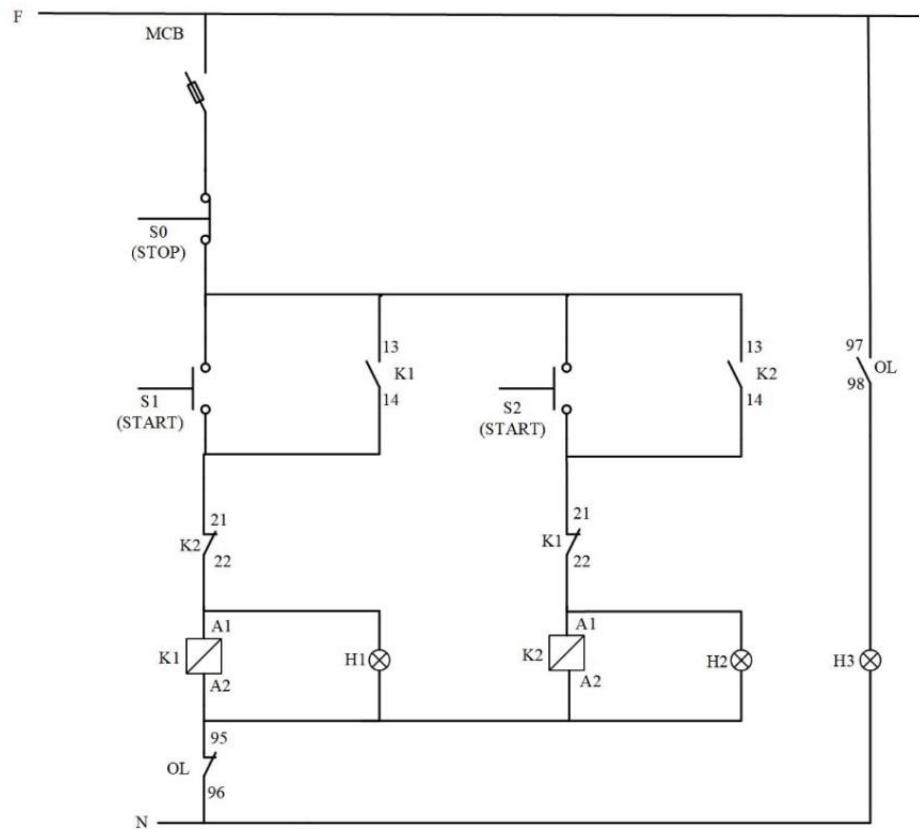
Gambar 2. *Flowchart* Sistem pengontrolan manual
(Sumber: Dokumentasi, 2022)

1. Start adalah tahap awal permulaan dari sistem kerja alat secara manual, dalam tahap ini semua peralatan sudah siap dibuat untuk tahap berikutnya yaitu pengujian alat
2. Mekan *push button* 1 yaitu dimana pada saat ditekan arus yang mengalir dan mengaktifkan kontaktor 1 dan terhubung ke sumber listrik 3 fasa sehingga motor bekerja (*Running Forward*) putar kanan, serta alat ukur akan membaca arus awalan dan tegangan.
3. Untuk mematikan motor yang berputar ke kanan, terlebih dulu menekan *push button* OFF maka motor akan berhenti beroperasi.
4. Ulangi langkah pada No. 2, yaitu dengan menekan *push button* 2. Kemudian arus akan mengalir ke *coil* kontaktor magnet 2 dan motor akan bekerja (*Running Reverse*) putar kiri serta alat ukur akan membaca arus awalan dan tegangan.
5. Untuk mematikan motor yang berputar ke kiri, lakukan hal yang sama pada No. 3 yaitu dengan menekan *push button* off, maka motor akan berhenti beroperasi.
6. End adalah tahapan akhir dari semua sistem kerja alat dan memulai start apabila ingin ngoperasikannya kembali.

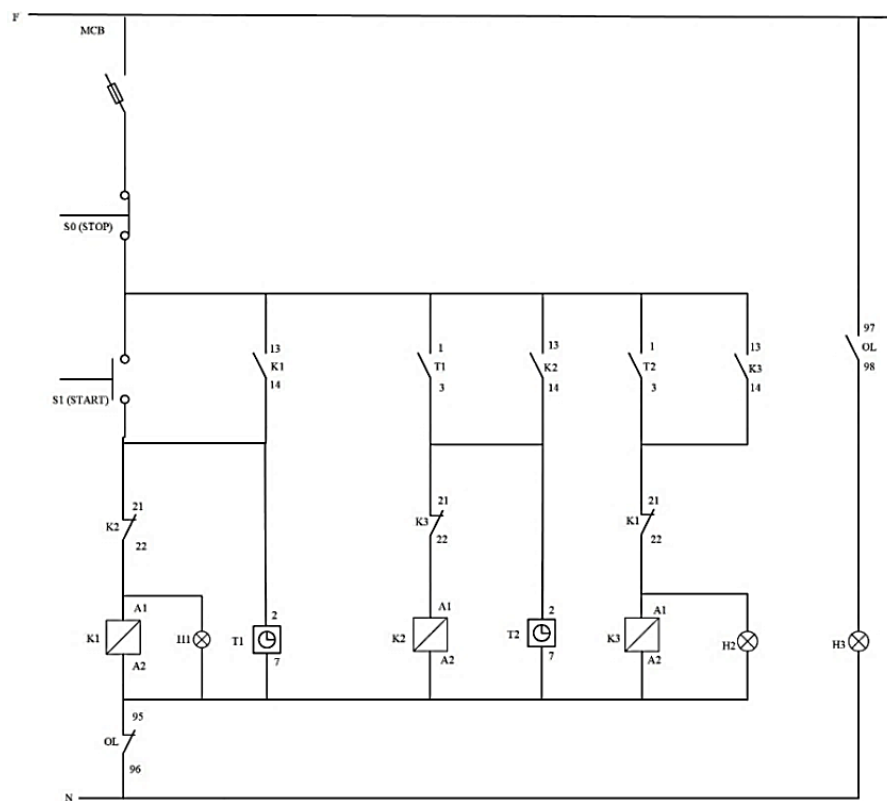


Gambar 3. *Flowchart* Sistim pengontrolan otomatis
(Sumber: Dokumentasi, 2022)

1. Start adalah tahap awal permulaan dari sistem kerja alat secara otomatis, dalam tahap ini semua peralatan sudah siap dibuat untuk tahap berikutnya yaitu pengujian alat.
2. Tahapan selanjutnya yaitu dengan menekan *push button* 1, maka arus akan mengalir ke *coil* kontaktor magnet 1 (motor berputar ke kanan) dan mensuplai arus ke timer 1 sebagai penunda waktu.
3. Setelah waktu pada timer 1 selesai menghitung, maka kontaktor 1 *off* dan arus mengalir ke timer 2. Jika belum selesai menghitung waktu pada timer 1 maka akan mengulang kembali.
4. Timer 2 akan menghitung waktu untuk menunda kontaktor 2. Setelah selesai timer 2 menghitung, kontaktor 2 mengunci dan arus mengalir ke *coil* kontaktor ke 3 (motor berputar ke kiri) alat ukur akan membaca arus awalan dan tegangan.
5. *End* merupakan tahapan akhir dari sistem kerja alat secara otomatis yaitu dengan menekan *push button stop* dan semua rangkaian kontrol akan berhenti beroperasi.



Gambar 4. Rangkaian control Motor 3 Fasa *Forward Reverse* manual
(Sumber: Dokumentasi, 2022)



Gambar 5. Rangkaian control Motor 3 Fasa *Forward Reverse* otomatis
(Sumber: Dokumentasi, 2022)

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rangkaian control Motor 3 Fasa Forward Reverse secara manual

Tabel 1. Pengujian sistem manual Arus *Starting* Dengan Variasi Tegangan Input

Tegangan Input Bervariasi (VLL)	Arus <i>Starting</i> <i>Forward</i>	Arus <i>Starting</i> <i>Reverse</i>	Arus Nominal <i>Forward</i>	Arus Nominal <i>Reverse</i>
250 V	1,48 A	1,5 A	0,74A	0,75A
300 V	1,64 A	1,68 A	0,82 A	0,84 A
350 V	2,3 A	2,34 A	1,15 A	1,17A

Tabel 2. Pengujian sistem otomatis Arus *Starting* Dengan Variasi Tegangan Input

Tegangan Input Bervariasi (VLL)	Arus <i>Starting</i> <i>Forward</i>	Arus <i>Starting</i> <i>Reverse</i>	Arus Nominal <i>Forward</i>	Arus Nominal <i>Reverse</i>
250 V	1,36 A	1,44 A	0,68 A	0,72 A
300 V	1,78 A	1,86 A	0,89 A	0,93 A
350 V	2,4 A	2,42 A	1,20 A	1,21 A

Adapun untuk rumus perhitungan arus awalan motor induksi 3 fasa adalah sebagai berikut:

$$S = 1,732 \times V_T \times I_L$$

Dimana:

S = Daya Tampak (VA)

V_T = Tegangan Terminal Motor (V_{LL})

I_L = Arus Line Motor (I_M)

$$I_{start} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_T}$$

1. Perhitungan Arus Starting *Forward* Manual

a). Tegangan 250 V

$$S = 1,732 \times 250 \times 1,48$$

$$= 640,84 \text{ VA}$$

$$I_s = \frac{640,84}{\sqrt{3} \times 250} = 1,47 \text{ A}$$

b). Tegangan 300 V

$$S = 1,732 \times 300 \times 1,64$$

$$= 852,16 \text{ VA}$$

$$I_s = \frac{852,16}{\sqrt{3} \times 300} = 1,63 \text{ A}$$

c). Tegangan 350 V

$$S = 1,732 \times 350 \times 2,3$$

$$= 1.394,26 \text{ VA}$$

$$I_s = \frac{1.394,26}{\sqrt{3} \times 350} = 2,29 \text{ A}$$

Perhitungan Arus Starting *Reverse* Manual

a). Tegangan 250 V

$$S = 1,732 \times 250 \times 1,5$$

- $$= 497,96 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{497,96}{\sqrt{3} \times 250} = 1,14 \text{ A}$$
- b). Tegangan 300 V
- $$S = 1,732 \times 300 \times 1,68$$
- $$= 872,92 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{872,92}{\sqrt{3} \times 300} = 1,67 \text{ A}$$
- c). Tegangan 350 V
- $$S = 1,732 \times 350 \times 2,34$$
- $$= 1.418,54 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{1.418,54}{\sqrt{3} \times 350} = 2,33 \text{ A}$$
2. Perhitungan Arus Starting *Forward* Otomatis
- a). Tegangan 250 V
- $$S = 1,732 \times 250 \times 1,36$$
- $$= 588,89 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{588,89}{\sqrt{3} \times 250} = 1,35 \text{ A}$$
- b). Tegangan 300 V
- $$S = 1,732 \times 300 \times 1,78$$
- $$= 924,91 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{924,91}{\sqrt{3} \times 300} = 1,77 \text{ A}$$
- c). Tegangan 350 V
- $$S = 1,732 \times 350 \times 2,4$$
- $$= 1.454,9 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{1.454,92}{\sqrt{3} \times 350} = 2,39 \text{ A}$$
3. Perhitungan Arus Starting *Reverse* Otomatis
- a). Tegangan 250 V
- $$S = 1,732 \times 250 \times 1,44$$
- $$= 632,53 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{632,53}{\sqrt{3} \times 250} = 1,46 \text{ A}$$
- b). Tegangan 300 V
- $$S = 1,732 \times 300 \times 1,86$$
- $$= 966,48 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{966,48}{\sqrt{3} \times 300} = 1,86 \text{ A}$$
- c). Tegangan 350 V
- $$S = 1,732 \times 350 \times 2,42$$
- $$= 1.467 \text{ VA}$$
- $$I_s = \frac{1.467}{\sqrt{3} \times 350} = 2,41 \text{ A}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *trainer kit* pengontrolan motor induksi 3 fasa *forward reverse* serta analisa arus *starting* terhadap variasi tegangan adalah Perubahan tegangan input yang digunakan dalam penelitian dan pengujian alat pada rangkaian *forward reverse* manual maupun otomatis, memiliki perbandingan arus awalan (*starting*). Pada saat sistem otomatis timer tunda (*reverse*) diseting

harus lebih lama dengan jeda motor berhenti setelah hidup awal (*forward*). Saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah Kedepannya pada rancangan modul alat ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik dan lebih sempurna lagi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alivsky (2017). *Pengujian Arus Pada Modul Praktikum Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode DOL, WYE-DELTA, Dan Soft Starting*.
- Faraby, M. D., Elviralita, Y., Fitriati, A., Mansyur, I., & Amelia, K. (2017, Oktober). *Trainer Kit Pengontrolan Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sistem Monitoring Labview*. *Jurnal Tekonologi Terpadu*, 5(2), 122-127.
- Hammi, T., Hamid, M. A., & Permata, E. (2020, Maret). *Pengembangan Trainer Instalasi Motor Listrik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah*. *Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan*, 30(1), 1-13.
- Pratama, A. K., Zondra, E., & Yuwendius, H. (2020, Desember). *Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Phasa*. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, 5(1), 35-43.
- Rasid, R. A. (2012). *Perancangan Trainer Kit Starting Motor Induksi Dengan Sistem Inverter*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Suherman, A. (2017). *Analisa Performa Motor Asinkron 3 Fasa Rotor Belit Feedback Tipe No. 243 Di laboratorium Listrik Dan Otomasi Kapal*. Falkutas Teknologi Kelautan. Surabaya: Institut Teknologi 10 November.