

**PERANCANGAN TRAINER MOTOR INDUKSI AC 3PH
BERBASIS PROGRAM LOGIC CONTROLLER**

Komaruddin¹, Pamor Gunoto², Endang Susanti³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro
Universitas Riau Kepulauan Batam

*Email : komaruddin.te@gmail.com¹, pamorgunoto@ft.unrika.ac.id², endang@ft.unrika.ac.id³

Abstrak

Perancangan Trainer Motor Induksi AC 3Phase Berbasis *Program Logic Controller* dapat dimanfaatkan berbagai macam kebutuhan dalam proses pembelajaran ke Mahasiswa/i seperti Simulasi dan *Installation*. alat *trainer kontrol* ini dapat membantu dalam proses pembelajaran yang terutama dalam MK. Sistem Kontrol & Dasar Sistem Kontrol dengan tujuan agar Mahasiswa/i bisa cepat untuk memahami.

Adapun rancangan pembuatan alat ini menggunakan *PLC (Program Logic Controller)* sebagai *Main Design Ladder Program PLC* dalam bentuk *Control Simulation* dan *Installation Control Motor Induksi 3phase*, Adapun beberapa percobaan perancangan rangkaian seperti : *DOL (Direct On line)*, *Forward-Reverse*, *Start-Delta & VFD (Variable Frequency Drive)*. *MCB (Miniatur Circuit Breker)*, *Hindication light*, *Contactor Magnet*, *Over load* sebagai komponen pendukung untuk perancangan sebuah rangkaian kontrol motor dan *VFD (Variable Frequency Drive)* yang berfungsi sebagai pengaturan kecepatan motor. sehingga perancangan *trainer* yang berbasis *PLC* ini bisa di monitoring di *Computer* atau *Laptop* untuk *Operation On/ Off* sebuah *Control Motor Induksi 3 phase*.

Kata kunci – *PLC Schneider, MCB, Push Button, Hindication Light, Contactor Magnet, Over Load, VFD, Motor Induksi 3Phase.*

Abstract

Design a 3Phase AC Induction Motor Trainer Based on Logic Controller Program can be used for various needs in the learning process to students such as Simulation and Installation. This control trainer tool can help in the learning process, especially in the Constitutional Court. Control System & Basic Control System with the aim that students can quickly understand.

The design of making this tool uses PLC (Program Logic Controller) as the Main Design Ladder Program PLC in the form of Control Simulation and Installation Control of 3phase Induction Motors, there are several circuit designs experiments such as: DOL (Direct On line), Forward-Reverse, Start-Delta & VFD (Variable Frequency Drive). MCB (Miniature Circuit Breaker), Indication light, Contactor Magnet, over load as supporting components for design a motor control circuit and VFD (Variable Frequency Drive) which functions as motor speed regulation. so that the design of this PLC-based trainer can be monitored on a computer or laptop for Operation On / Off 3-phase Induction Motor Control.

Keywords – *PLC Schneider, MCB, Push Button, Indication Light, Contactor Magnet, Over Load, VFD, 3Phase Induction Motor.*

I. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan kualitas sarana dan prasarana pendukung kebutuhan dalam kebutuhan media pembelajaran dan praktikum pada Mata Kuliah Komponen Sistem Kontrol, Dasar Sistem Kontrol dan PLC maka dari itu untuk membekali skil kompetensi dari lulusan kampus UNRIKA, dengan dirancang *trainer* motor listrik 3Phase berbasis PLC ini untuk mewujudkan daya saing dengan Universitas-Universitas yang lain.

Dengan adanya *trainer-trainer* pendukung sebagai media pembelajaran sehingga Mahasiswa/i dapat cepat memahami dalam proses penyampaian materi dan di tunjukkan ke bentuk fisik secara nyata (*real*). akan tetapi Mahasiswa/i ditekankan agar bisa membaca Gambar Rangkaian, Pengawatan Kontrol yang ingin di design untuk dijalankan dan memahami prinsip-prinsip kerja dari komponen-komponen yang akan di pasang (*Installed*).

Pada penelitian ini penulis ingin merealisasikan alat *trainer* kontrol motor induksi berbasis PLC yang merupakan salah satu solusi metode untuk membantu proses media pembelajaran dan praktikum dengan masalah yang dijelaskan di atas. pada *trainer* motor induksi berbasis PLC ini dirancang untuk diaplikasikan beberapa rangkaian seperti *DOL (Direct One Line)*, *Forward-Reverse*, *Start Delta* dan *2 Auto Run Motor dan VFD (Variable Frequency Drive)*. berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis akan melakukan penelitian dengan Judul “*PERANCANGAN TRAINER MOTOR INDUKSI AC 3PH BERBASIS PROGRAM LOGIC CONTROLLER*”.

II. LANDASAN TEORI

A. Programmable Logic Controls (PLC)

Secara mendasar PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat di *program* untuk mengontrol proses atau operasi mesin. kontrol *program* dari PLC adalah menganalisa sinyal

input kemudian mengatur keadaan *output* sesuai dengan keinginan pemakai. [1]

Keadaan *input PLC* digunakan dan disimpan didalam *memory* dimana PLC melakukan instruksi logika yang di *program* pada keadaan *inputnya*. Peralatan *input* dapat berupa sensor elektrik, *push button* pada panel kontrol, *limit switch* atau peralatan lainnya dimana dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk ke dalam PLC. Peralatan *output* dapat berupa *switch* yang menyalakan lampu indikator, *relay* yang menggerakkan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal *output* dari PLC.

Selain itu PLC juga menggunakan *memory* yang dapat di *program* untuk menyimpan instruksi – instruksi yang melaksanakan fungsi – fungsi khusus seperti: logika pewaktuan, sekuensial dan aritmetika yang dapat mengendalikan suatu mesin atau proses melalui modul – modul I/O baik *analog* maupun *digital*.

B. Komponen–Komponen Instalasi Listrik

- a. *MCB* merupakan sebuah alat proteksi *overload* dan juga proteksi *short circuit*. *MCB* dapat digunakan berulang-ulang walaupun terjadi *overload* atau *short circuit*. *MCB* banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa.
- b. *Push button* merupakan sebuah saklar yang bekerja hanya menghubungkan atau memutuskan sesaat yaitu selama *push button* ditekan. *Push button* terdiri dari berbagai jenis dan tipe sesuai dengan kebutuhan pemakaian. Dalam pemakaian *push button* memiliki dua kondisi yaitu posisi *Normally Open (NO)* atau pada kondisi normal kontak-kontaknya tidak saling berhubungan satu dengan yang lain, dan *Normally Close (NC)*.
- c. *Magnetic Contactor* merupakan peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. pada *Contactor* terdapat sebuah belitan yang mana bila dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada inti besinya, yang akan membuat kontakannya tertarik oleh gaya magnet yang

timbul. Kontak Bantu *NO (Normally Open)* akan menutup dan kontak Bantu *NC (Normally Close)* akan membuka. Kontak pada *Magnetic Contactor* terdiri dari kontak utama dan kontak Bantu. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak Bantu digunakan untuk rangkaian kontrol.

- d. *Thermal Overload Relay* merupakan alat pengaman rangkaian dari arus lebih yang diakibatkan beban yang terlalu besar dengan jalan memutuskan rangkaian ketika arus yang melebihi setting melewatinya. *Thermal Overload Relay* berfungsi untuk memproteksi rangkaian listrik dan komponen listrik dari kerusakan karena terjadinya beban lebih.
- e. *VFD (Variable Frequency Drive)* merupakan pengontrol gerak (*drive*) yang bekerja dengan cara mengubah frequency dari sebuah Motor AC. *VFD* hanya untuk dihubungkan dan digunakan untuk Motor-Motor Induksi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

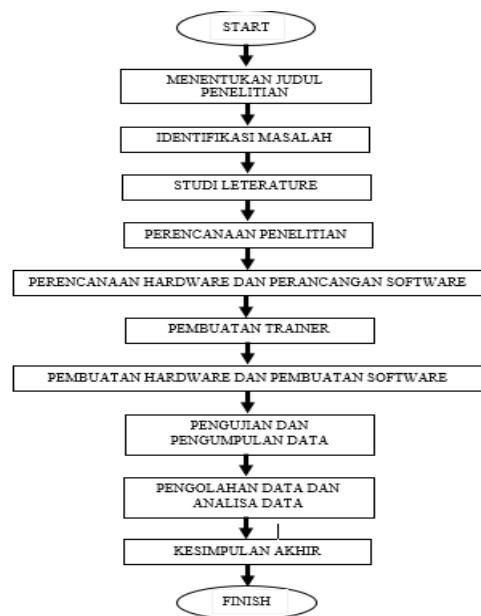
A. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan kerangka pemecahan masalah yang menggambarkan tahap-tahap penyelesaian masalah secara singkat beserta penjelasannya. Secara umum metodologi penelitian disusun untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan, maka keseluruhan kegiatan penelitian dirancang untuk mengikuti langkah-langkah yang dapat di lihat pada Gambar 3.1.

B. Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dalam penulisan skripsi ini merupakan langkah yang di ambil untuk mendukung proses penelitian yang akan dibuat agar penelitian dapat berjalan lebih terarah dan sistematis, penelitian diawali dengan menetapkan judul penelitian, yaitu “*PERANCANGAN TRAINER MOTOR INDUKSI AC 3PH BERBASIS PROGRAM LOGIC CONTROLLER*”. setelah itu

menetapkan judul dan objek penelitian, penulis terlebih dahulu menentukan identifikasi masalah dari objek penelitian tersebut. kemudian dilakukan studi literatur dengan mengumpulkan referensi-referensi yang dibutuhkan saat akan merancang sistem. referensi-referensi ini menjadi landasan teori penulis yang digunakan, sehingga penulis memiliki dasar-dasar saat mengalami kendala tertentu. berikut adalah tahap-tahap penelitian :



Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian

Pada Gambar 3.1 dapat di lihat kegunaan masing-masing dari setiap blok, yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan Judul Penelitian Judul dari objek penelitian adalah Perancangan *Trainer* Motor Induksi AC 3Ph Berbasis *Program Logic Controller*.
2. Identifikasi Masalah Identifikasi masalah merupakan langkah yang sangat penting, karena langkah ini akan menentukan kemana suatu penelitian akan ditujukan. Identifikasi masalah pada hakikatnya merupakan perumusan pertanyaan yang jawabannya akan dicari melalui penelitian.
3. Studi Literatur Mencari informasi sehubungan dengan alat Perancangan *Trainer* Motor Induksi AC

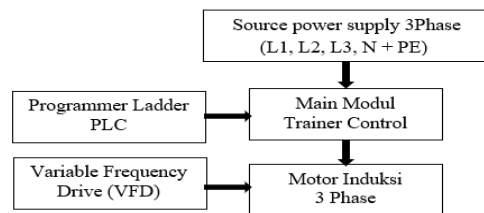
3Ph Berbasis *Program Logic Controller* untuk menghasilkan *trainer* yang sangat maksimal.

4. Perancangan Penelitian
 - a) Perancangan Hardware
 Perancangan *hardware* bertujuan untuk merancang peralatan/rangkaian pendukung untuk sistem yang akan dibuat.
 - b) Perancangan Software
 Perancangan *software* dilakukan untuk mempermudah dalam pembuatan *software* nanti.
5. Pembuatan Alat
 Ada 2 tahap pembuatan alat yaitu sebagai berikut:
 - a. Pembuatan Hardware
 Pembuatan *hardware* merupakan proses dalam pembuatan support dan bok komponen yang akan di *install* pada *trainer* tersebut.
 - b. Pembuatan software
 Merupakan proses pembuatan untuk menjalankan sistem rangkaian yang akan dibuat untuk menggerakan motor induksi 3 Phase tersebut.
6. Pengujian dan Pengumpulan Data
 Pengujian alat yang sudah dibuat dan mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk mendukung pemecahan masalah yang timbul berdasarkan yang difokus pada penelitian.
7. Pengolahan Data dan Analisa
 Setelah tahap pengumpulan data selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah tahap pengolahan data. setelah diambil dan dilakukan analisa agar dapat menarik kesimpulan dari permasalahan.
8. Kesimpulan Akhir
 Berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian dan analisa yang telah dilakukan.

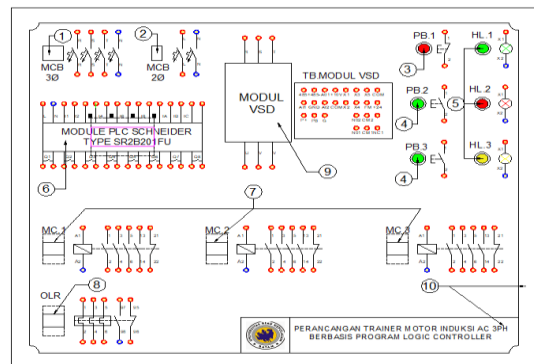
C. Perancangan Sistem

Proses perancangan system merupakan pengembangan dari proses simulasi pembuatan rangkaian untuk mempermudah pemahaman tentang perancangan system yang akan

dirancang. berikut adalah *diagram blok* perancangan untuk menjelaskan bagaimana system kerja suatu alat, kontrol untuk menggerakan motor induksi 3 phase yang digunakan adalah menggunakan *PLC (Program Logic Controller)* yang mana akan difungsikan sebagai main kontrol *Software* dan dilengkapi dengan komponen-komponen pendukung lainnya dan di program dengan *ladder diagram system*.



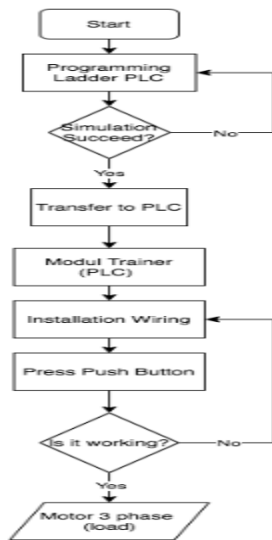
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Trainer



Gambar 3.3 Perancangan Trainer Motor Induksi 3 Phase

D. Perancangan Keseluruhan Sistem

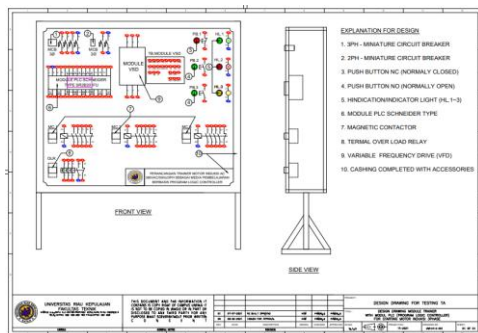
Sistem keseluruhan Perancangan *Trainer* Motor Induksi AC 3PH Berbasis *Program Logic Controller*. Alat *trainer* ini digunakan untuk bahan ajar ke mahasiswa/i terutama pada Jurusan Elektro supaya lebih mudah dalam proses penyampaian materi dan dapat dipahami lebih cepat oleh Mahasiswa/i dengan adanya simulasi-simulasi rangkaian di PC/Komputer dan pengawatan secara langsung pada *trainer*, sistem kerja ini dapat kita lihat pada flowchart pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Flowchart system

E. Wiring Drawings Untuk Pengujian Pada Trainer Module

Pada perancangan ini membahas tentang bagaimana cara membuat ladder-ladder pada PLC dan system intalasi aktual ke trainer modul, dari itu penulis membuat beberapa *Wiring Drawings Control* yang dilengkapi dengan *Ladder PLC*, terlampir *Wiring Drawings Control* yang bisa Simulation dan Installation di *Trainer*. *Drawings* terlampir pada halaman berikutnya. Catatan : pada jurnal ini penulis memasukan plan design hanya DOL (Direct One Line) diantaranya Forward-Reverse, Start-Dela dan 2 Run Auto Motor dan untuk detailnya penulis masukan pada sub bab pembahasan.

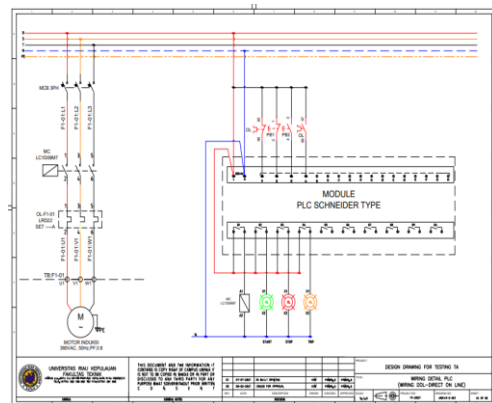


Gambar : Perancangan Pembuatan trainer Motor induksi

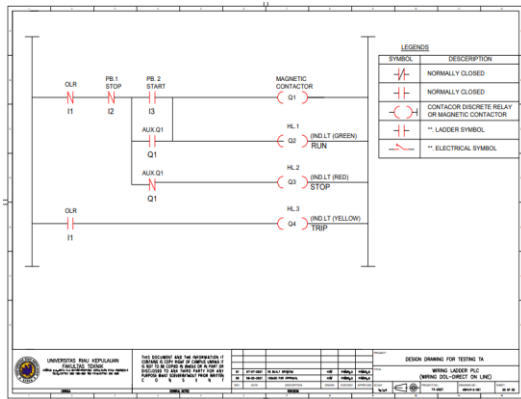
ADDRESS	SYMBOL PLC	ELECTRICAL SYMBOL	REMARKS
I			INPUT NO (NORMALLY OPEN)
I			INPUT NC (NORMALLY CLOSED)
Q			CONTACTOR DISCRETE OUTPUT
Q			CONTACTOR DISCRETE OUTPUT NO (NORMALLY OPEN)
Q			CONTACTOR DISCRETE OUTPUT NC (NORMALLY CLOSED)
M			CONTACTOR AUXILIARY
M			CONTACT AUXILIARY RELAY NO (NORMALLY OPEN)
M			CONTACT AUXILIARY RELAY NC (NORMALLY CLOSED)
TT			TIMER
T			CONTACT AUXILIARY TIMER NO (NORMALLY OPEN)
T			CONTACT AUXILIARY TIMER NC (NORMALLY CLOSED)
CC			COUNTERS
C			CONTACT AUXILIARY COUNTER NO (NORMALLY OPEN)
C			CONTACT AUXILIARY COUNTER NC (NORMALLY CLOSED)

Gambar : Legend PLC

NAMA KOMPONEN	SPEKIFIKASI
Voltage Digital	Merek : KYORITSU KEW 20007R
Tang Ampere Digital	Merek : KYORITSU KEW 20007R
Digital Tachometer	Measuring Range : 2.5 ~ 99999 RPM Accuracy : ± 0.02% + 1 Digital Measuring Distance: 50 ~ 500mm



Gambar : Wiring Detail Installation PLC



Gambar : Wiring Ladder Pemrograman PLC

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

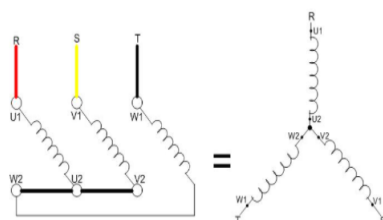
A. Hasil Dan Pengujian

Berdasarkan pembahasan pada bab III, hasil akhir dari Perancangan *Trainer* Motor Induksi AC 3Ph berbasis *program Logic Controller*. *Trainer* ini dapat dioperasikan dengan cara simulasi pemrograman *Ladder* dan *Installation Controls* kendali motor yang berbasis *PLC* ini, *trainer* dapat di lihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.

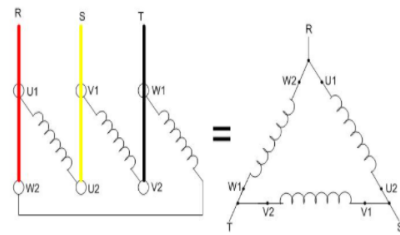


Gambar 4.1 Bentuk Aktual Perancangan *Trainer* Motor Induksi

Tabel 4.1 Spesifikasi peralatan yang digunakan pada saat pengujian Pengukuran



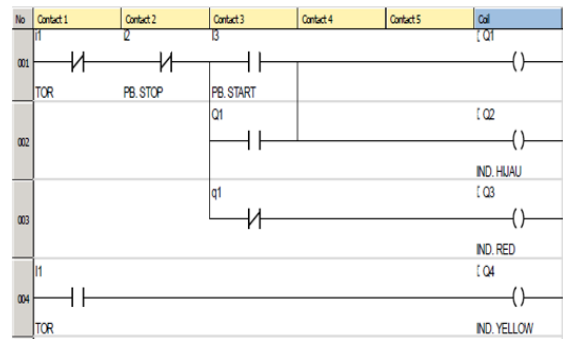
Gambar 4.2 Connection Bintang (Y)



Gambar 4.3 Connection Delta (Δ)

4.1 Wirings Diagram Pengujian Instalasi Control Motor Induksi Berbasis PLC

4.2 Ladder PLC dan Installation PLC (DOL_Direct On Line)



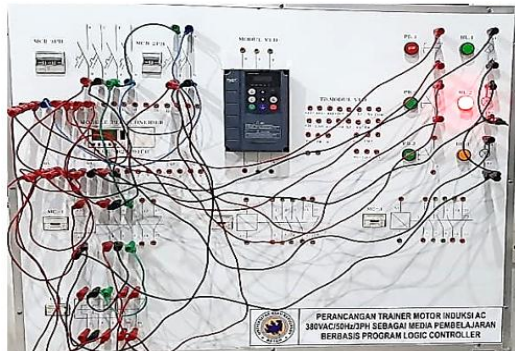
Gambar 4.4 Ladder Program PLC (DOL-Direct On Line)

Tabel 4.2 Tabel Informasi Input dan Output pada Ladder Diagram System (DOL-Direct One Line) Pada PLC Schneider Type.

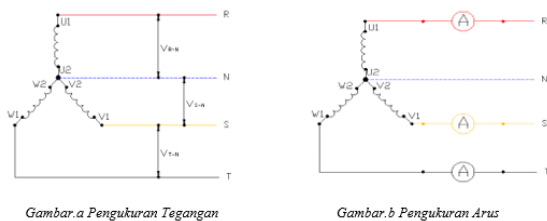
No.	Input PLC	Output PLC
1	Over load Relay - NC	Magnetic Contactor (MC-1)
2	Over load Relay - NO	Hindication Light - Green
3	Push Button - NC	Hindication Light - Red
4	Push Button - NO	Hindication Light - Yellow

Tabel 4.3 Tabel Pengelamatan Input dan Output pada Ladder Diagram System (DOL-Direct One Line) Pada PLC Schneider Type.

Tabel 4.4 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus pada Motor Induksi (DOL_Direct On Line) Hubungan Bintang(Y) Tanpa Beban.



Gambar 4.5 Installation PLC (DOL-Direct On Line)



Gambar 4.6 Test Point Pengukuran PLC (DOL-Direct On Line)

4.3.1 Analisa Pengujian Installation PLC (DOL_Direct On Line)

Analisa dan pengukuran dilakukan untuk mengetahui **Tegangan** dan **Arus** Listrik pada setiap Phase ke Phase, hasil pengujian yang dilakukan dengan 3 kali pengujian dan hasil pengukuran dapat di lihat pada Tabel 4.4 beserta perhitungan **Watt Per Phase & Total Watt** pada motor induksi di bawah ini :

No.	Input PLC	Pengalaman PLC	Output PLC	Pengalaman PLC
1	Over load Relay - NC	I1	Magnetic Contactor (MC-1)	Q1
2	Over load Relay - NO	I2	Hindikation Light Green	Q2
3	Push Button - NC	I3	Hindikation Light Red	Q3
4	Push Button - NO	I4	Hindikation Light Yellow	Q4

Catatan :
 Nilai $\cos \phi$: 0.76 (Data Sheet)
 Efficiency Motor Induksi : 79.6 %

1). $P_{R-N} = V_{R-N} \times I_R \times \cos \phi$

$P_{R-N} = 240.0 \times 1.6 \times 0.76$

$P_{R-N} = 291.84 \text{ Watt}$

2). $P_{S-N} = V_{S-N} \times I_S \times \cos \phi$

$P_{S-N} = 239.5 \times 1.6 \times 0.76$

$P_{S-N} = 291.23 \text{ Watt}$

3). $P_{T-N} = V_{T-N} \times I_T \times \cos \phi$

$P_{T-N} = 240.5 \times 1.5 \times 0.76$

$P_{T-N} = 274.17 \text{ Watt}$

4). $\Sigma P = P_{R-N} + P_{S-N} + P_{T-N}$

$\Sigma P = 291.84 \text{ W} + 291.23 \text{ W} + 274.17 \text{ W}$

$\Sigma P = 857.24 \text{ Watt}$

5). $\text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$

$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 857.24 \text{ Watt}$

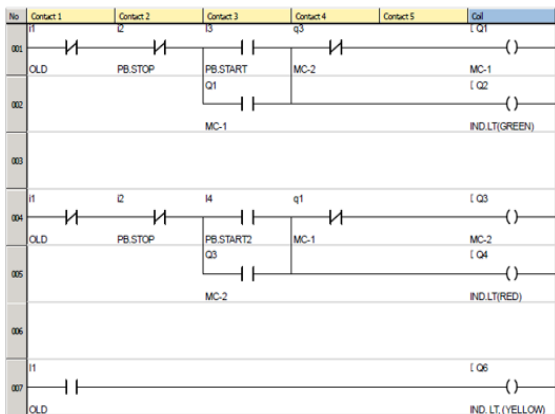
$\text{Eff.} = 682.36 \text{ Watt}$

*(F/R_Forward-Reverse) Pada PLC
 Schneider Type.*

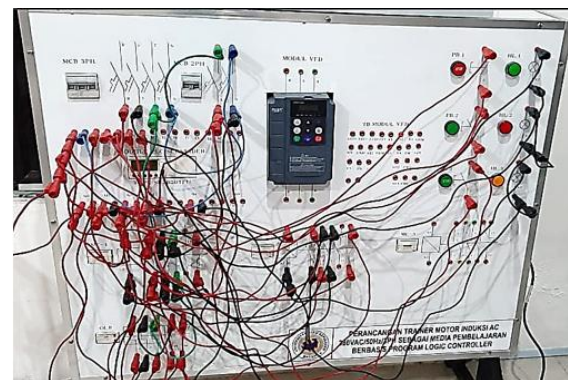
No.	Pengukuran Input Tegangan (V)			Pengukuran Arus (A)		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	240.0	239.5	240.5	1.6	1.6	1.5
2	240.1	239.8	240.5	1.6	1.6	1.5
3	240.1	240.3	240.6	1.6	1.6	1.5

No.	Input PLC	Pengalaman PLC	Output PLC	Pengalaman PLC
1	Over load Relay - NC	I1	Magnetic Contactor (MC-1)	Q1
2	Over load Relay - NO	I5	Magnetic Contactor (MC-2)	Q3
3	Push Button - NC	I2	Hindication Light - Green	Q2
4	Push Button - NO	I3	Hindication Light - Red	Q4
5	Push Button - NO	I4	Hindication Light - Yellow	Q6

**4.4 Ladder PLC dan Installation PLC
 (F/R_Forward-Reverse)**



Gambar 4.7 Ladder Program PLC
 (F/R_ForwardReverse)

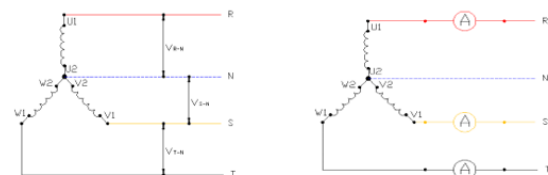


Gambar 4.8 Installation PLC
 (F/R_Forward-Reverse)

Tabel 4.5 Tabel Informasi Input dan Output pada Ladder Diagram System (F/R_Forward-Reverse) Pada PLC Schneider Type.

No.	Input PLC	Output PLC
1	Over load Relay - NC	Magnetic Contactor (MC-1)
2	Over load Relay - NO	Magnetic Contactor (MC-2)
3	Push Button - NC	Hindication Light - Green
4	Push Button - NO	Hindication Light - Red
5	Push Button - NO	Hindication Light - Yellow

Tabel 4.6 Tabel Pengalaman Input dan Output pada Ladder Diagram System



Gambar a Pengukuran Tegangan
 Gambar b Pengukuran Arus

Gambar 4.9 Test Point Pengukuran PLC
 (F/R_Forward-Reverse)

**4.4.1 Analisa Pengujian Installation PLC
 (F/R_Forward-Reverse)**

Analisa dan pengukuran dilakukan untuk mengetahui **Tegangan** dan **Arus** Listrik pada setiap Phase ke Phase, hasil pengujian yang dilakukan dengan 3 kali pengujian dan hasil pengukuran dapat di lihat pada *Tabel 4.7* dan *Tabel 4.8* beserta

perhitungan *Watt Per Phase & Total Watt* pada motor induksi dibawah ini :

Tabel 4.7 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi (F/R _Forward-Reverse) Hubungan Bintang (Y) Tanpa Beban.

No.	Pengukuran Input Tegangan (V) - Forward			Pengukuran Arus (A) - Forward		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	240.2	239.3	240.3	1.6	1.6	1.5
2	239.7	240.0	240.4	1.6	1.6	1.5
3	240.2	240.0	240.2	1.6	1.6	1.5

Tabel 4.8 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi (F/R _Forward-Reverse) Hubungan Bintang (Y) Tanpa Beban.

No.	Pengukuran Input Tegangan (V) - Reverse			Pengukuran Arus (A) - Reverse		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	240.1	239.0	240.8	1.5	1.6	1.6
2	240.3	239.3	240.8	1.5	1.6	1.6
3	240.2	240.1	240.7	1.5	1.6	1.6

Catatan :

Nilai $\cos \emptyset$: 0.76 (Name Plate)
 Efficiency Motor Induksi : 79.6 %

Forward

1). $P_{R-N} = V_{R-N} \times I_R \times \cos \emptyset$

$P_{R-N} = 240.2 \times 1.6 \times 0.76$

$P_{R-N} = 292.08 \text{ Watt}$

2). $P_{S-N} = V_{S-N} \times I_S \times \cos \emptyset$

$P_{S-N} = 239.3 \times 1.6 \times 0.76$

$P_{S-N} = 290.98 \text{ Watt}$

3). $P_{T-N} = V_{T-N} \times I_T \times \cos \emptyset$

$P_{T-N} = 240.3 \times 1.5 \times 0.76$

$P_{T-N} = 273.94 \text{ Watt}$

4). $\Sigma P = P_{R-N} + P_{S-N} + P_{T-N}$

$\Sigma P = 292.08 \text{ W} + 290.98 \text{ W} + 273.94 \text{ W}$

$\Sigma P = 857 \text{ Watt}$

5). $\text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$

$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 857 \text{ Watt}$

$\text{Eff.} = 682.17 \text{ Watt}$

Reverse

1). $P_{R-N} = V_{R-N} \times I_R \times \cos \emptyset$

$P_{R-N} = 240.1 \times 1.5 \times 0.76$

$P_{R-N} = 273.71 \text{ Watt}$

2). $P_{S-N} = V_{S-N} \times I_S \times \cos \emptyset$

$P_{S-N} = 239.0 \times 1.6 \times 0.76$

$P_{S-N} = 290.62 \text{ Watt}$

3). $P_{T-N} = V_{T-N} \times I_T \times \cos \emptyset$

$P_{T-N} = 240.8 \times 1.6 \times 0.76$

$P_{T-N} = 292.81 \text{ Watt}$

4). $\Sigma P = P_{R-N} + P_{S-N} + P_{T-N}$

$\Sigma P = 273.71 \text{ W} + 290.62 \text{ W} + 292.81 \text{ W}$

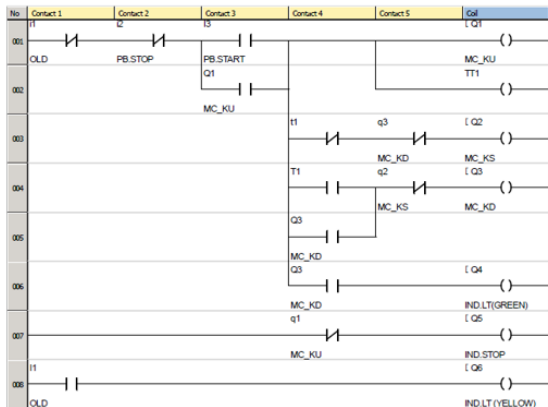
$\Sigma P = 857.14 \text{ Watt}$

5). $\text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$

$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 857.14 \text{ Watt}$

$\text{Eff.} = 682.28 \text{ Watt}$

4.5 Ladder PLC dan Installation PLC (S/D_Start-Delta)



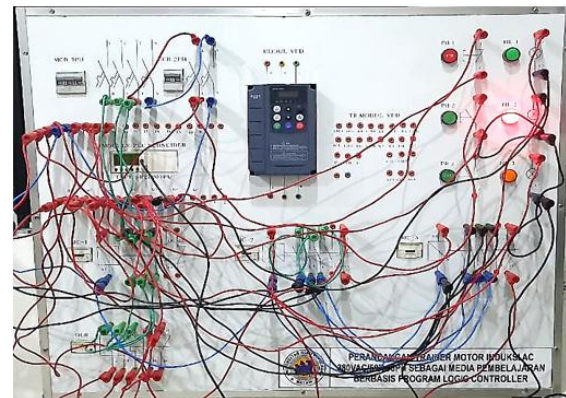
Gambar 4.10 Ladder Program PLC (S/D_Start-Delta)

Tabel 4.9 Tabel Informasi Input dan Output pada Ladder Diagram System (S/D_Start-Delta) Pada PLC Schneider Type.

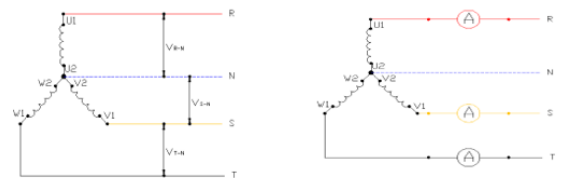
No.	Input PLC	Output PLC
1	Over load Relay - NC	Magnetic Contactor (MC-1)
2	Over load Relay - NO	Magnetic Contactor (MC-2)
3	Push Button - NC	Magnetic Contactor (MC-3)
4	Push Button - NO	Time Delay Relay (TDR)
5	-	Hindication Light - Green
6	-	Hindication Light - Red
7	-	Hindication Light - Yellow

Tabel 4.10 Tabel Pengalaman Input dan Output pada Ladder Diagram System (S/D_Start-Delta) Pada PLC Schneider Type.

No.	Input PLC	Pengalaman PLC	Output PLC	Pengalaman PLC
1	Over load Relay - NC	I1	Magnetic Contactor (MC-1)	Q1
2	Over load Relay - NO	I4	Magnetic Contactor (MC-2)	Q2
3	Push Button - NC	I2	Magnetic Contactor (MC-3)	Q3
4	Push Button - NO	I3	Time Delay Relay (TDR)	TT1
5	-	-	Hindication Light - Green	Q4
6	-	-	Hindication Light - Red	Q5
7	-	-	Hindication Light - Yellow	Q6



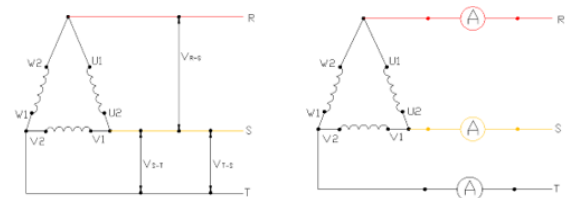
Gambar 4.11 Installation PLC (S/D_Start-Delta)



Gambar.a Pengukuran Tegangan

Gambar.b Pengukuran Arus

Gambar 4.12 Test Point Pengukuran PLC (S/D_Start-Delta) pada Rangkaian Bintang



Gambar.a Pengukuran Tegangan

Gambar.b Pengukuran Arus

Gambar 4.13 Test Point Pengukuran PLC (S/D_Start-Delta) pada Rangkaian Delta

4.5.1 Analisa Pengujian Installation PLC (S/D_Start-Delta)

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui **Tegangan** dan **Arus** Listrik pada setiap Phase ke Phase, hasil pengujian yang dilakukan dengan 3 kali pengujian dan hasil pengukuran dapat di lihat pada *Tabel 4.10* dan *Tabel 4.11* beserta perhitungan *Watt Per Phase & Total Watt* pada motor induksi di bawah ini :

Tabel 4.11 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi (S/D_Start-Delta) Hubungan Bintang (Y) Tanpa Beban.

No.	Pengukuran Input Tegangan Rangkaian Bintang - (Y) (V)			Pengukuran Arus Rangkaian Bintang - (Y) (A)		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	241.1	240.0	241.0	1.6	1.6	1.5
2	240.6	239.2	240.5	1.6	1.6	1.5
3	240.6	239.0	240.4	1.6	1.6	1.5

Catatan :

1. Nilai $\cos \phi$: 0.76 (Name Plate)
2. Efficiency Motor Induksi : 79.6 %
3. Sett. Delay Timer : 9 Second to move Delta (Δ)

Tabel 4.12 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi (S/D_Start-Delta) Hubungan Delta (Δ) Tanpa Beban.

No.	Pengukuran Input Tegangan Rangkaian Delta - (Δ) (V)			Pengukuran Arus Rangkaian Delta - (Δ) (A)		
	R-S	S-T	T-S	I _R	I _S	I _T
1	413.2	412.3	412.1	10.3	10.3	10.2
2	413.6	413.4	413.2	10.3	10.4	10.1
3	412.3	413.0	413.4	10.3	10.2	10.0

Hubungan Bintang (Y)

- 1). $P_{R-N} = V_{R-N} \times I_R \times \cos \phi$
 $P_{R-N} = 241.1 \times 1.6 \times 0.76$
 $P_{R-N} = 293.17 \text{ Watt}$
- 2). $P_{S-N} = V_{S-N} \times I_S \times \cos \phi$
 $P_{S-N} = 240.0 \times 1.6 \times 0.76$

$$P_{S-N} = 291.84 \text{ Watt}$$

$$3). P_{T-N} = V_{T-N} \times I_T \times \cos \phi$$

$$P_{T-N} = 241.1 \times 1.5 \times 0.76$$

$$P_{T-N} = 274.85 \text{ Watt}$$

$$4). \Sigma P = P_{R-N} + P_{S-N} + P_{T-N}$$

$$\Sigma P = 293.17 \text{ W} + 291.84 \text{ W} + 274.85 \text{ W}$$

$$\Sigma P = 859.86 \text{ Watt}$$

$$5). \text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$$

$$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 859.86 \text{ Watt}$$

$$\text{Eff.} = 684.44 \text{ Watt}$$

Hubungan Delta (Δ)

$$1). P_{R-S} = V_{R-S} \times I_R \times \cos \phi$$

$$P_{R-S} = 413.2 \times 10.3 \times 0.76$$

$$P_{R-S} = 3234.52 \text{ Watt}$$

$$2). P_{S-T} = V_{S-T} \times I_S \times \cos \phi$$

$$P_{S-T} = 412.3 \times 10.3 \times 0.76$$

$$P_{S-T} = 3227.48 \text{ Watt}$$

$$3). P_{T-S} = V_{T-S} \times I_T \times \cos \phi$$

$$P_{T-S} = 412.1 \times 10.2 \times 0.76$$

$$P_{T-S} = 3196.14 \text{ Watt}$$

$$4). \Sigma P = P_{R-S} + P_{S-T} + P_{T-S}$$

$$\Sigma P = 3234.52 \text{ W} + 3227.48 \text{ W} + 3196.14 \text{ W}$$

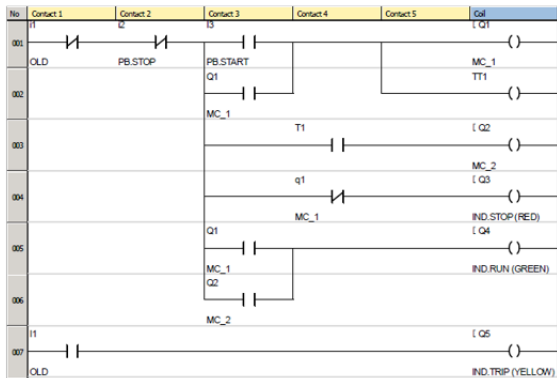
$$\Sigma P = 9638.14 \text{ Watt}$$

$$5). \text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$$

$$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 9638.14 \text{ Watt}$$

$$\text{Eff.} = 7671.95 \text{ Watt}$$

4.6 Ladder PLC dan Installation PLC (2 Run Motor Auto)



Gambar 4.14 Ladder Program PLC (2 Run Motor Auto)

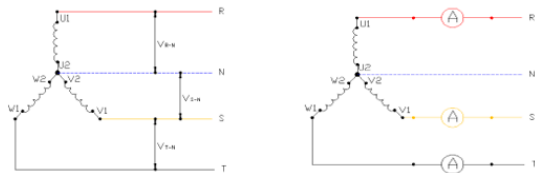
Tabel 4.13 Tabel Informasi Input dan Output pada Ladder Diagram System (2 Run Motor Auto) Pada PLC Schneider Type.

No.	Input PLC	Output PLC
1	Over load Relay - NC	Magnetic Contactor (MC-1)
2	Over load Relay - NO	Magnetic Contactor (MC-2)
3	-	Time Delay Relay (TDR)
4	Push Button - NC	Hindication Light - Green
5	Push Button - NO	Hindication Light - Red
6	-	Hindication Light - Yellow

Tabel 4.14 Tabel Pengalaman Input dan Output pada Ladder Diagram System (2 Run Motor Auto) Pada PLC Schneider Type.

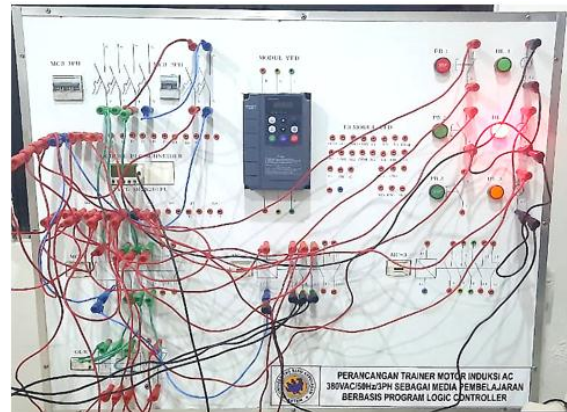
No.	Input PLC	Pengalaman PLC	Output PLC	Pengalaman PLC
1	Over load Relay - NC	I1	Magnetic Contactor (MC-1)	Q1
2	Over load Relay - NO	I4	Magnetic Contactor (MC-2)	Q2
3	-	-	Time Delay Relay (TDR)	TT1
4	Push Button - NC	I2	Hindication Light Green	Q4
5	Push Button - NO	I3	Hindication Light Red	Q3
6	-	-	Hindication Light Yellow	Q5

Gambar 4.15 Installation PLC (2 Run Motor Auto)



Gambar a Pengukuran Tegangan

Gambar b Pengukuran Arus



Gambar 4.16 Test Point Pengukuran PLC (2 Run Motor Auto)

4.6.1 Analisa Pengujian Installation PLC (2 Run Motor Auto)

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui **Tegangan** dan **Arus** Listrik pada setiap Phase ke Phase, hasil pengujian yang dilakukan dengan 3 kali pengujian dan hasil pengukuran dapat di lihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 beserta perhitungan *Watt Per Phase & Total Watt* pada motor induksi di bawah ini :

Tabel 4.15 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi (2 Run Motor Auto) hubungan Paralel Motor_1 pada Rangkaian Bintang (Y) Tanpa Beban.

No.	Pengukuran Input Tegangan (V)			Pengukuran Arus (A)		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	241.2	241.4	240.0	1.6	1.6	1.7
2	241.4	241.3	241.8	1.6	1.6	1.7
3	241.3	241.3	241.6	1.6	1.6	1.7

Catatan :

1. Nilai Cos Ø : 0.76 (Name Plate)
2. Efficiency Motor Induksi : 79.6 %
3. Sett. Delay Timer : 10 Second to move
Motor₂

*Tabel 4.16 Pengujian Pengukuran
Tegangan dan Arus Pada Motor
Induksi (2 Run Motor Auto) Paralel
Motor₂ pada Rangkaian Bintang
(Y) Tanpa Beban.*

No.	Pengukuran Input Tegangan (V)			Pengukuran Arus (A)		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	241.4	241.4	241.5	1.6	1.6	1.5
2	241.5	241.3	241.6	1.6	1.6	1.5
3	241.3	241.5	241.7	1.6	1.6	1.5

Motor N0.1

- 1). $P_{R-N} = V_{R-N} \times I_R \times \cos \emptyset$
 $P_{R-N} = 241.2 \times 1.6 \times 0.76$
 $P_{R-N} = 293.29 \text{ Watt}$
- 2). $P_{S-N} = V_{S-N} \times I_S \times \cos \emptyset$
 $P_{S-N} = 241.4 \times 1.6 \times 0.76$
 $P_{S-N} = 293.54 \text{ Watt}$
- 3). $P_{T-N} = V_{T-N} \times I_T \times \cos \emptyset$
 $P_{T-N} = 240.0 \times 1.7 \times 0.76$
 $P_{T-N} = 310.08 \text{ Watt}$
- 4). $\Sigma P = P_{R-N} + P_{S-N} + P_{T-N}$
 $\Sigma P = 293.29 \text{ W} + 293.54 \text{ W} + 310.08 \text{ W}$

$$\Sigma P = 896.91 \text{ Watt}$$

$$5). \text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$$

$$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 896.91 \text{ Watt}$$

$$\text{Eff.} = 713.94 \text{ Watt}$$

Motor N0.2

$$1). P_{R-N} = V_{R-N} \times I_R \times \cos \emptyset$$

$$P_{R-N} = 241.4 \times 1.6 \times 0.76$$

$$P_{R-N} = 293.54 \text{ Watt}$$

$$2). P_{S-N} = V_{S-N} \times I_S \times \cos \emptyset$$

$$P_{S-N} = 241.4 \times 1.6 \times 0.76$$

$$P_{S-N} = 293.54 \text{ Watt}$$

$$3). P_{T-N} = V_{T-N} \times I_T \times \cos \emptyset$$

$$P_{T-N} = 241.5 \times 1.5 \times 0.76$$

$$P_{T-N} = 275.31 \text{ Watt}$$

$$4). \Sigma P = P_{R-N} + P_{S-N} + P_{T-N}$$

$$\Sigma P = 293.54 \text{ W} + 293.54 \text{ W} + 275.31 \text{ W}$$

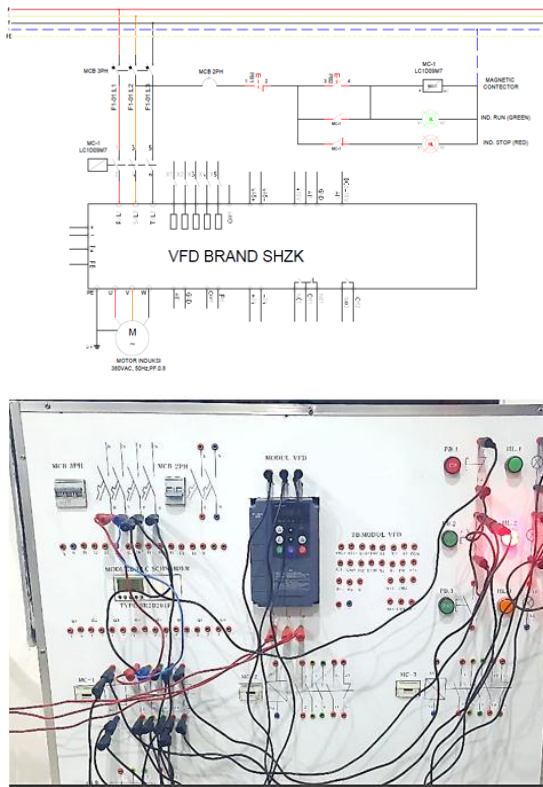
$$\Sigma P = 862.39 \text{ Watt}$$

$$5). \text{Eff.} = \frac{\text{Eff. Motor}}{100} \times \Sigma P$$

$$\text{Eff.} = \frac{79.6}{100} \times 862.39 \text{ Watt}$$

$$\text{Eff.} = 686.46 \text{ Watt}$$

4.7 Wiring System (VFD_Variable Speed Drive)



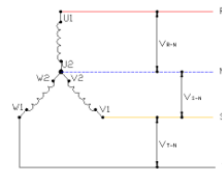
Gambar 4.18 Installation System (VFD_Variable Speed Drive)

4.7.1 Pengujian Installation System (VFD_Variable Speed Drive)

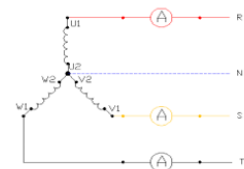
Pengujian VFD (Variable Speed Drive) dilakukan untuk mengetahui **Tegangan** dan **Arus** Listrik pada setiap Phase ke Phase, hasil pengujian yang dilakukan dengan 3 kali pengujian dan hasil pengukuran dapat di lihat pada **Tabel 4.16** beserta perhitungan Nilai Rpm/Min pada motor induksi di bawah ini :

Tabel 4.17 Pengujian Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi pada (VFD_Variable Speed Drive) Hubungan Bintang (Y) Tanpa Beban.

No.	Pengukuran Input Tegangan (V)			Pengukuran Arus (A)		
	R-N	S-N	T-N	I _R	I _S	I _T
1	242.5	242.0	242.1	1.3	1.2	1.3
2	242.5	242.9	242.2	1.3	1.2	1.3
3	242.5	241.9	242.1	1.3	1.2	1.3



Gambar.a Pengukuran Tegangan

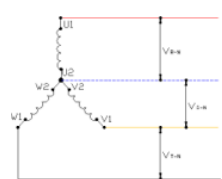


Gambar.b Pengukuran Arus

Gambar 4.19 Test Point Pengukuran (VFD_Variable Speed Drive)

Tabel 4.18 Pengujian VFD dan pembacaan Tegangan dan Arus Pada Motor Induksi pada Display (VFD_Variable Speed Drive) Pada Rangkaian Bintang (Y) Tanpa Beban.

N0.	Input Tegangan VFD (V)	Arus (A)	Frequency (Hz)	Tacho meter Digital (Rpm/Min)	Perhitungan Kecepatan Motor (Rpm/Min)	Selisih Rpm dari pembacaan Tacho Meter dan Perhitungan
1	88	1.43	10	335.3	300	35
2	162	1.31	20.20	604.7	606	-1.3
3	235	1.25	30.15	912.6	904.5	8.1
4	310	1.23	40.30	1003.6	1209	205.4
5	380	1.21	50.0	1255.4	1500	244.6



Gambar.a Pengukuran Tegangan



Gambar.b Pengukuran Arus

Gambar 4.19 Test Point Pengukuran
(VFD_Variable Speed Drive).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan Pengujian dan Analisa Perancangan *Trainer* Motor Induksi AC 3PH Berbasis *Program Logic Controller Type SR2B201FU (Schneider-ZelioSoft 2)* dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut

- A. *Wiring DOL (Direct On Line)* dihubungkan Bintang (Y) tanpa beban diperoleh nilai analisa Daya total atau $\Sigma_p = 857.24$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 682.36 Watt. berdasarkan data-data hasil pengujian dan analisa *Wiring DOL (Direct On Line)* berhasil beroperasi dengan baik dan benar sesuai spesifikasi yang tertera pada data sheet Motor induksi.
- B. *Wiring DOL F/R (Forward - Reverse)* dihubungkan Bintang (Y) tanpa beban diperoleh nilai analisa Daya total *Forward* atau $\Sigma_p = 857$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 682.17 Watt, Daya total *Reverse* atau $\Sigma_p = 857.14$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 682.28 Watt. berdasarkan data-data hasil pengujian dan analisa *Wiring DOL F/R (Forward - Reverse)* berhasil beroperasi dengan baik dan benar sesuai spesifikasi yang tertera pada data sheet Motor induksi
- C. *Wiring S-D (Start-Delta)* dihubungkan Bintang (Y) dan Delta (Δ) tanpa beban diperoleh nilai analisa Daya total Bintang (Y) atau $\Sigma_p = 859.86$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 684.44 Watt, Daya total Delta (Δ) atau $\Sigma_p = 9638.14$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 7671.95 Watt. berdasarkan data-data hasil pengujian dan analisa *Wiring S-D (Start-Delta)* pada hubungan Bintang (Y) berhasil beroperasi dengan baik dan benar sesuai spesifikasi yang tertera pada data sheet

Motor induksi, kecuali *Wiring S-D (Start-Delta)* pada hubungan Delta (Δ) belum berhasil dengan baik dan benar dikarenakan *Cos \emptyset* mengikuti spesifikasi yang tertera pada data sheet Motor induksi bukan dari data pengukuran.

- D. *Wiring 2 Run Motor Auto (Paralel)* dihubungkan Bintang (Y) tanpa beban diperoleh nilai analisa Daya total *Motor 1* atau $\Sigma_p = 896.91$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 713.94 Watt, Daya total *Motor 2* atau $\Sigma_p = 862.39$ Watt dengan *Efficiency* Motor induksi = 686.46 Watt. berdasarkan data-data hasil pengujian dan analisa *Wiring 2 Run Motor Auto (Paralel)* berhasil beroperasi dengan baik dan benar sesuai spesifikasi yang tertera pada data sheet Motor induksi.
- E. *Wiring System VFD (Variable Frequency Drive)* penulis hanya melakukan pada *Installation* dan *Testing VFD*. pengujian dilakukan 5 kali *Adjusted Regulator Hz*) dari *Range Frequency* sebagai berikut : 10 Hz, 20Hz,30Hz,40Hz dan 50Hz dan nilai pembacaan pengukuran pada *Display VFD* dilengkapi juga pengukuran *Rpm/Min* menggunakan *Digital Tacho Meter*.

B. Saran

Saran dari penulis dalam *Perancangan Trainer Motor Induksi AC 3PH Berbasis Program Logic Controller Type SR2B201FU (Schneider-ZelioSoft 2)* adalah sebagai berikut:

Untuk pengembangan alat *Trainer* ini diharapkan untuk di tambahkan *Monitor Touch Screen HMI (Human Machine Interface)* yang berfungsi untuk pengontrolan dan monitoring dari *PC (Personal Computere)* dan *Selector Switch* untuk (*R-S, S-T, T-S : 380V ~420V*) dan (*R-N, S-N, T-N : 220V ~240V*) untuk Tegangan, Arus Listrik dan *Cos \emptyset* .

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Frank D. Petruzella, Programmable Logic Controller, 4rd edition, Mc-Graw Hil
- [2]. Universitas Majalengka_Fakultas Teknik- Modul Pratikum PLC (Program Logic Controller).
- [3]. Pamor Gunoto_Mekatronika 2_Bahan Ajar PPT UNRIKA.
- [4]. www.google.com (Search Equipment Componens Fixtures Control's).
- [5]. Catalog/Data sheet of Schneider_ Zelio Logic Smart Relays.
- [6]. <https://www.engineeringbookspdf.com>
- [7]. Manual Book Variable Frequency Drive (VFD).