



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM KONTROL BERBASIS PLC PADA MODUL PENGATUR DAN PEMANTAU KECEPATAN MOTOR

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
MUHAMMAD KHATAMI
1803311030
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM KONTROL BERBASIS PLC PADA MODUL PENGATUR DAN PEMANTAU KECEPATAN MOTOR

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

MUHAMMAD KHATAMI

1803311030

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Khatami

NIM : 1803311030

Tanda Tangan : 

Tanggal : 20 Juli 2021



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas akhir diajukan oleh :

Nama : Muhammad Khatami
NIM : 1803311030
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Sistem Kontrol Berbasis PLC pada Modul
Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Senin, 9
Agustus 2021 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Entis Sutisna, S.T., M.T.

NIP : 195701011988031001



Pembimbing II : Imam Halimi, S.T., M.Si.

NIP : 197203312006041001



Depok, 24 Agustus 2021

Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP : 196305031991032001



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Tugas Akhir ini membahas tentang pembuatan sistem kontrol PLC pada modul pengatur dan pemantau kecepatan motor menggunakan *inverter* dimana pada pemrogramannya PLC dihubungkan dengan *inverter* menggunakan komunikasi serial modbus.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Entis Sutisna, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Imam Halimi, S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 20 Juli 2021

Muhammad Khatami



ABSTRAK

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yaitu menghidupkan atau mematikan keluarannya (logika 0 atau 1, hidup atau mati). Tugas Akhir ini berisi tentang sistem kontrol berbasis PLC pada modul pengatur dan pemantau kecepatan motor induksi 3 fasa menggunakan inverter. Inverter dikomunikasikan dengan PLC melalui Modbus Serial IO Scanner pada pemrograman PLC. Melalui sistem tersebut, didapat kendali *soft starting*, *multi-speed* dengan 8 *preset speeds*, dan arah putaran *forward-reverse* pada motor. Selain itu juga didapat data frekuensi dan kecepatan putar motor yang dibaca menggunakan rotary encoder sebagai input dari PLC. Dari hasil pengujian pada sistem ini, didapatkan data kecepatan rotor yang berbeda cukup jauh dibandingkan dengan kecepatan sinkron motor.

Kata Kunci : Inverter, motor induksi 3 fasa, PLC, rotary encoder.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

PLC (Programmable Logic Controller) is a tool used to replace a series of relays found in conventional process control systems. PLC works by observing the input (through related sensors), then carrying out the process and taking actions as needed, by turning the output on or off (logic 0 or 1, on or off). This final project contains a PLC-based control system on the speed control and monitoring module of a 3-phase induction motor using an inverter. The inverter is communicated with the PLC via the Modbus Serial IO Scanner on the PLC program. Through this system, soft starting, multi-speed control with 8 preset speeds, and forward-reverse rotation direction of the motor are obtained. In addition, data on the frequency and rotational speed of the motor are also obtained by using a rotary encoder as input from the PLC. From the test results on this system, the rotor speed data is quite different compared to the synchronous speed of the motor.

Keywords: *Inverter, PLC, rotary encoder, 3-phase induction motor.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Motor Induksi	3
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi	4
2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi	5
2.2 Programmable Logic Controller (PLC)	6
2.2.1 Bagian PLC	7
2.2.2 Prinsip Kerja PLC	8
2.3 Encoder	9
2.3.1 Prinsip Kerja Encoder	9
2.4 Inverter	10
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	11
3.1 Perancangan Alat	11
3.1.1 Deskripsi Alat	11
3.1.2 Cara Kerja Alat	12
3.1.3 Diagram Blok	16
3.1.4 Spesifikasi Alat	17
3.1.5 Realisasi Alat	18
BAB IV PEMBAHASAN	26
4.1 Pengujian	26
4.1.1 Pengujian Mode Otomatis	26
4.1.2 Pengujian Mode Manual	28
4.1.3 Pengujian Mode Gangguan	29
BAB V PENUTUP	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	33
LAMPIRAN	34



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor Induksi 3 Fasa	3
Gambar 2. 2 Konstruksi Motor Industri	4
Gambar 2. 3 Modicon M221	6
Gambar 2. 4 Diagram Kerja PLC.....	8
Gambar 2. 5 <i>Incremental Rotary Encoder</i>	9
Gambar 2. 6 Rangkaian <i>Inverter</i> 3 Fasa.....	10
Gambar 3. 1 Gambar Rancangan Alat	11
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Mode Otomatis	14
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Mode Manual.....	15
Gambar 3. 4 Diagram Blok	16
Gambar 3. 5 Gambar Tampak Depan	18
Gambar 3. 6 Gambar Tampak Samping.....	18
Gambar 3. 7 Menghubungkan PLC ke <i>Inverter</i>	20
Gambar 3. 8 Mengatur Arah Putaran Motor	21
Gambar 3. 9 Pembacaan Kecepatan Putar Motor	24
Gambar 3. 10 Pembacaan Frekuensi Motor.....	24
Gambar 3. 11 Mode Gangguan	25
Gambar 4. 1 Hasil Pembacaan Kecepatan Putar Motor.....	27
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Mode Gangguan.....	30



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	17
Tabel 3. 2 Alamat <i>Input</i> PLC	19
Tabel 3. 3 Alamat <i>Output</i> PLC	19
Tabel 3. 4 <i>Command Word</i> ATV610U75N4	22
Tabel 3. 5 Kombinasi <i>Input Inverter</i>	22
Tabel 4. 1 Data Kecepatan Putar Motor Mode <i>Auto-Forward</i>	26
Tabel 4. 2 Data Kecepatan Putar Motor Mode <i>Auto-Reverse</i>	27
Tabel 4. 3 Data Kecepatan Putar Motor Mode Manual <i>Forward</i>	28
Tabel 4. 4 Data Kecepatan Putar Motor Mode Manual <i>Reverse</i>	28
Tabel 4. 5 Pengujian Gangguan Mode <i>Auto</i>	29
Tabel 4. 6 Pengujian Gangguan Mode Manual.....	29





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Konfigurasi <i>High Speed Counter</i>	34
Lampiran 2. <i>Nameplate</i> Motor Induksi.....	34
Lampiran 3. Grafik Perbandingan Ns-Nr	35
Lampiran 4. <i>Wiring Diagram</i> Pengendali Kecepatan Motor.....	36
Lampiran 5. <i>Wiring Diagram 2</i> Pengendali Kecepatan.....	37
Lampiran 6. Jobsheet	38
Lampiran 7. Program PLC.....	46





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi yang sangat pesat ini, mikroprosesor memegang peranan penting dalam pengolahan data dan pengendalian sistem. Dan dalam perkembangannya, mikroprosesor dibuat memiliki fungsi khusus sebagai sebuah pengontrol yang dikenal sebagai mikrokontroler yang salah satu pengembangannya adalah *Programmable Logic Controller (PLC)*.

PLC adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC banyak digunakan karena memiliki kehandalan yang lebih baik dibanding dengan sistem kontrol menggunakan alat konvensional. Dalam penggunaannya, PLC dapat dikombinasikan dengan *Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)*. SCADA adalah suatu sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*.

Dalam dunia industri, motor induksi 3 fasa banyak digunakan sebagai penggerak dalam proses industri seperti pada *conveyor, blower, elevator*, dan lainnya. Penggunaan motor induksi 3 fasa memiliki banyak keuntungan diantaranya harga yang relatif murah, perawatan yang mudah, dan konstruksi yang sederhana. Salah satu kerugian dari penggunaan motor induksi yaitu motor berputar pada kecepatan konstan dan berubah berdasarkan torsi beban yang digunakan. Apabila torsi beban bertambah, maka kecepatan motor akan berkurang. Sedangkan untuk beberapa aplikasi pada dunia industri, dibutuhkan motor listrik dengan kecepatan variabel yang bisa dikendalikan sesuai dengan kebutuhan.

Salah satu cara untuk mengendalikan kecepatan putaran pada motor induksi 3 fasa yaitu dengan mengubah kutub motor atau dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan keluaran ke motor menggunakan *inverter/Variable Speed Drive (VSD)*. VSD ini dapat dikontrol secara otomatis menggunakan PLC dengan dikomunikasikan menggunakan modbus atau lewat terminal *inverter* itu sendiri.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis membuat sistem kontrol berbasis PLC pada modul pengendali kecepatan putar motor induksi 3 fasa menggunakan *inverter* dan mengambil judul laporan “Sistem Kontrol Berbasis PLC pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor”.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merumuskan permasalahan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana menghubungkan perangkat PLC dan *inverter* menggunakan modbus?
2. Bagaimana membuat program pengatur kecepatan motor berbasis *inverter* dengan PLC Schneider TM221CE16R?
3. Bagaimana membaca kecepatan putar motor induksi menggunakan *rotary encoder*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan laporan ini, yaitu sebagai berikut :

1. Menghubungkan perangkat PLC Schneider TM221CE16R dengan *inverter* ATV610U75N4 menggunakan komunikasi modbus.
2. Membuat program pengaturan kecepatan motor menggunakan PLC Schneider TM221CE16R.
3. Melakukan pengujian program pengaturan kecepatan motor dengan beberapa tingkat kecepatan menggunakan PLC Schneider TM221CE16R.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari Tugas Akhir ini, yaitu sebagai berikut :

1. *Prototype* dari kontrol kecepatan motor menggunakan VSD dan PLC.
2. Laporan tugas akhir sesuai sub judul.
3. *Jobsheet* sesuai sub judul buku laporan tugas akhir.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian sistem kontrol pada modul pengatur kecepatan putar motor induksi 3 fasa pada Tugas Akhir ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian mode *auto*, jeda waktu saat pindah kecepatan adalah 2 detik untuk naik setelah kecepatan mencapai *preset value*, dan 3 detik untuk turun. Pada mode ini kecepatan motor tidak dapat dilanjutkan hingga ke kecepatan maksimal dikarenakan terjadi gangguan pada saat frekuensi motor 45Hz.
2. Pada pengujian mode *manual*, program berjalan dengan normal sesuai deskripsi kerja hanya sampai ke kecepatan ke 4 saat frekuensi motor 30Hz dikarenakan terjadi gangguan.
3. Pada pengujian mode gangguan, jeda waktu untuk masuk ke mode gangguan adalah 8 detik saat kecepatan motor tidak sesuai nilai yang ditentukan. Pada mode ini program berjalan dengan normal sesuai deskripsi kerja.

5.2 Saran

Konstruksi *casing* dari modul sistem pengaturan kecepatan putar motor induksi 3 fasa yang sederhana ini kemungkinan dapat mempengaruhi keandalan dan ketahanannya. Sehingga perubahan pada bahan konstruksi *casing* diharapkan dapat dilakukan pada pengembangan selanjutnya dengan harapan modul ini memiliki kehandalan dan ketahanan yang kokoh.

Rating beban motor induksi yang digunakan pada modul ini yaitu 0,25kW, masih dibawah batas terendah dari inverter ATV610 yaitu 1,5kW sehingga diharapkan dapat disesuaikan pada pengembangan selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Efendi. (2021). “Apa itu Encoder? Mengenal Pengertian Encoder”.
<https://www.nesabamedia.com/pengertian-encoder/>. Diakses pada 13 Juli 2021.
- Afandi, A. N. (2006). *Pengendalian Berbasis PLC*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ali, M. (2018). *Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: UNY Press.
- Bagia, I. N., & Parsa, I. M. (2018). *Motor-Motor Listrik* (D. Manesi, ed.). Kupang: CV. Rasi Terbit.
- Putra, A. E., & Juwana, M. U. (2006). “*Sistem Kontrol Proses dan PLC*”.
<https://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2008/11/sistem-kontrol-proses-dan-plc/>. Diakses pada 13 Juli 2021.
- Schneider Electric. (2014). “*Altivar 610 Variable Speed Drives Modbus Serial Link Manual*”. <https://www.se.com/za/en/download/document/EAV64395/>. Diakses pada 15 Juli 2021.
- Schneider Electric. (2017). “*Modicon M221 Logic Controller Programming Guide*”. <https://www.se.com/ww/en/download/document/EIO0000001360/>. Diakses pada 15 Juli 2021.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Muhammad Khatami

Lulus dari SDN Kebon Pala 013 Pagi tahun 2012, SMPN 275 Jakarta Timur tahun 2015, dan SMK Angkasa 1 Jakarta Timur pada tahun 2018. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2021 dari Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

High Speed Counter Assistant %HSC0

Type of HSC Dual Phase Counting Mode Free-large Input Mode Pulse / Direction

General

Double Word

	Value	Event	Trigger	Priority	Subroutine
Preset	0				
Threshold S0	1000	TH0	Not Used	7	
Threshold S1	2000	TH1	Not Used	7	

Inputs

	Use as	Input
Pulse Input	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0
Direction Input	<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1
Normal Input	<input type="checkbox"/>	%I0.2
Normal Input	<input type="checkbox"/>	%I0.3

Reflex outputs

	Use as	Output	Value < S0	S0 <= Value < S1	S1 <= Value
Reflex Output 0	<input type="checkbox"/>	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reflex Output 1	<input type="checkbox"/>	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apply Cancel

Lampiran 1. Konfigurasi *High Speed Counter*



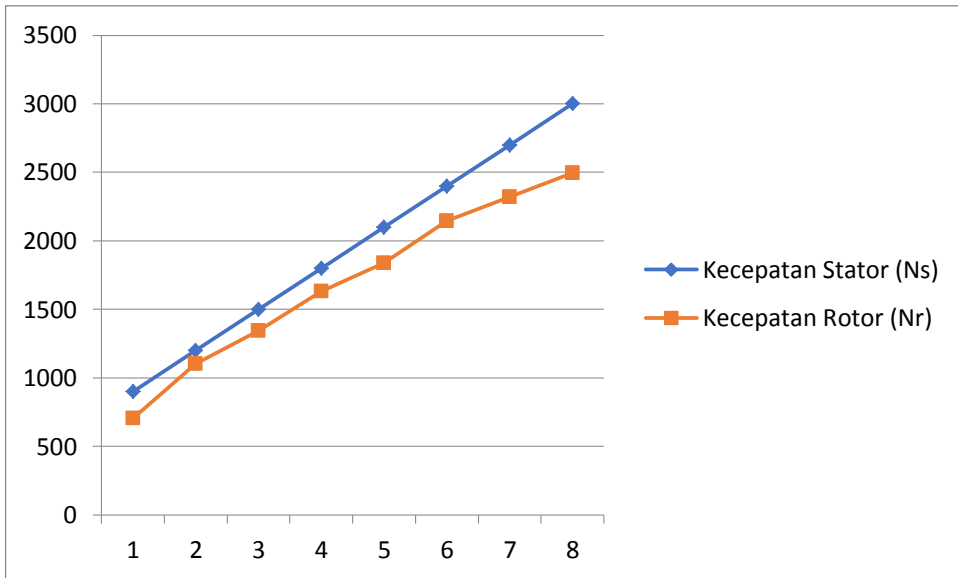
Lampiran 2. Nameplate Motor Induksi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3. Grafik Perbandingan Ns-Nr

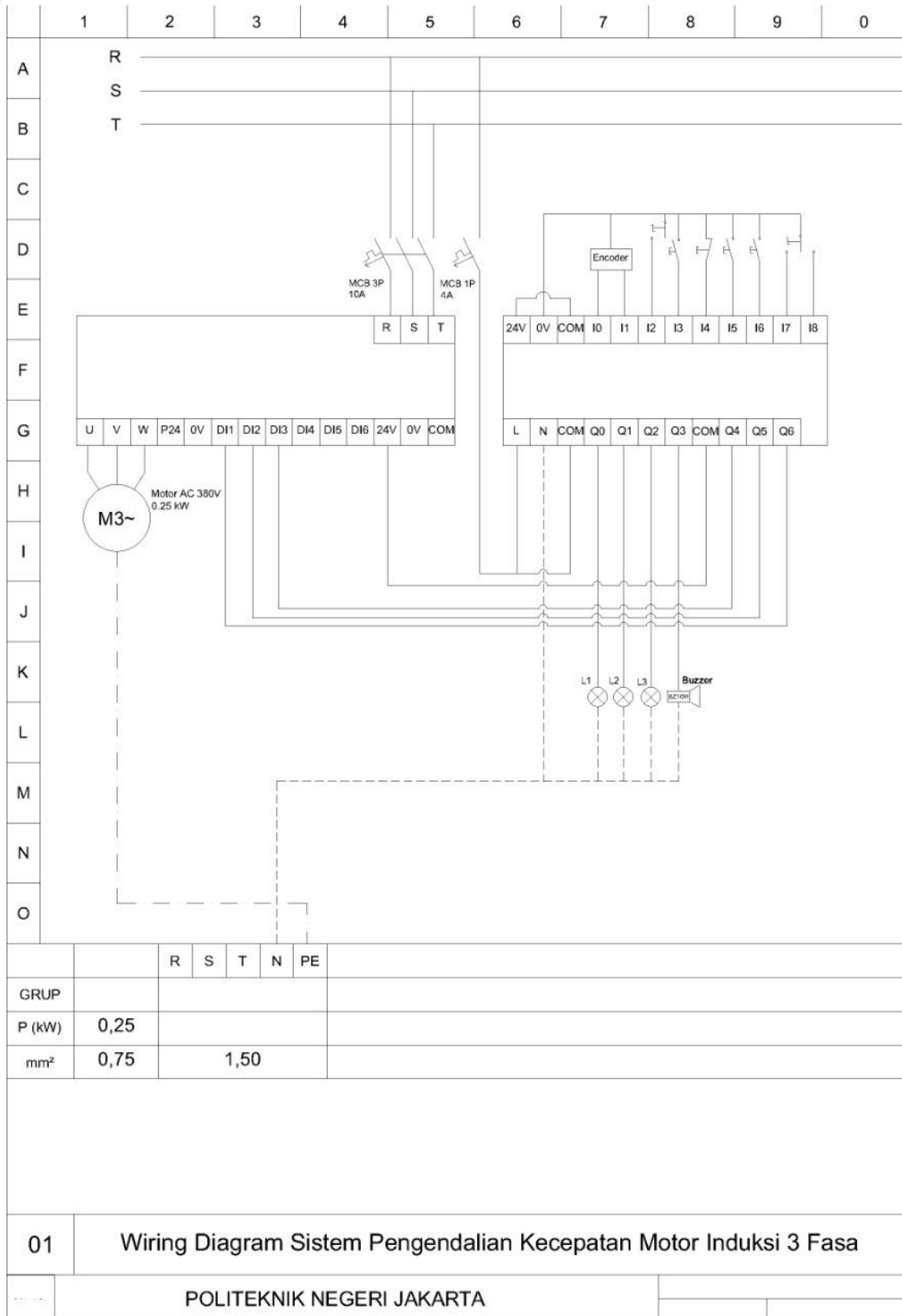
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



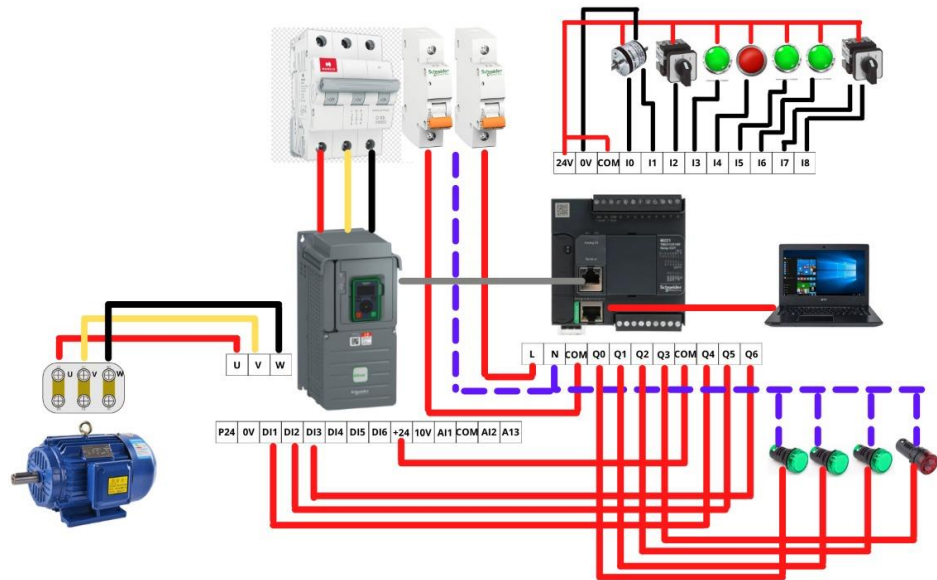
Lampiran 4. Wiring Diagram Pengendali Kecepatan Motor



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 5. *Wiring Diagram 2* Pengendali Kecepatan

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

A. Tujuan Percobaan

1. Membuat instalasi motor listrik dengan inverter.
2. Menghubungkan PLC dengan inverter menggunakan modbus.
3. Mengukur kecepatan putar motor dengan rotary encoder.
4. Menentukan slip yang terjadi pada motor.
5. Mengetahui karakteristik motor induksi.

B. Peralatan

1. Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor
2. Laptop
3. Kabel Ethernet
4. Software SoMachine Basics
5. Motor Induksi 3 Fasa
6. Rotary Encoder
7. Kabel Probe

C. Pendahuluan

Motor induksi 3 fasa banyak digunakan sebagai penggerak dalam proses industri seperti pada *conveyor*, *blower*, *elevator*, dan lainnya. Penggunaan motor induksi 3 fasa memiliki banyak keuntungan diantaranya harga yang relatif murah, perawatan yang mudah, dan konstruksi yang sederhana. Salah satu kerugian dari penggunaan motor induksi yaitu motor berputar pada kecepatan konstan dan berubah berdasarkan torsi beban yang digunakan. Salah satu cara untuk mengendalikan kecepatan putaran pada motor induksi 3 fasa yaitu dengan mengubah kutub motor atau dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan keluaran ke motor menggunakan *inverter/Variable Speed Drive (VSD)*.

Pada motor induksi terdapat perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut *slip*. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga *slip* antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun. Untuk menghitung besar slip dapat digunakan rumus :

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

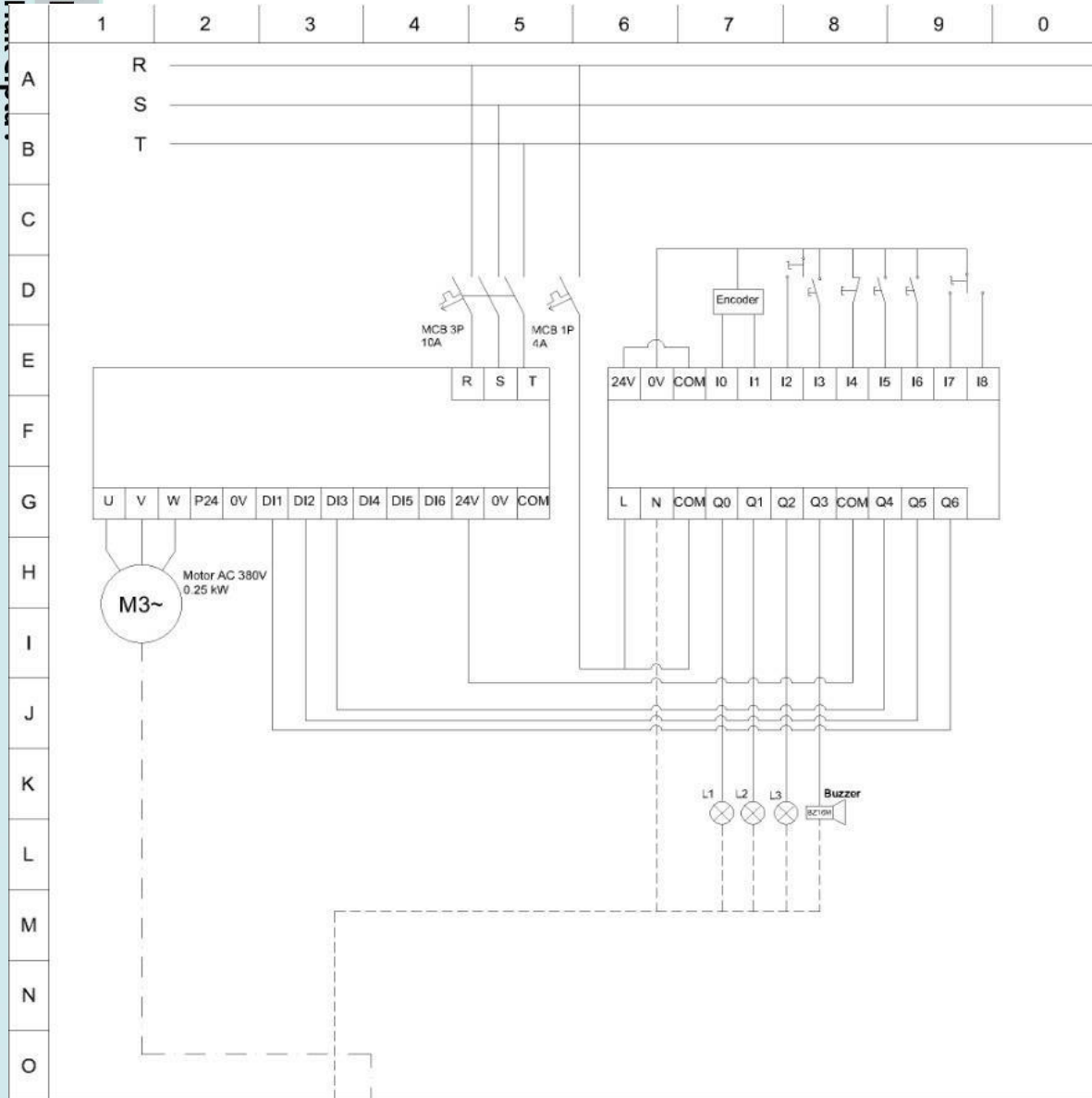
$$slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

Hak Cipta :
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

D. Diagram Rangkaian



		R	S	T	N	PE
GRUP						
P (kW)	0,25					
mm ²	0,75	1,50				

01 Wiring Diagram Sistem Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

E. Alamat Input/Output PLC

Table 1. Alamat *Input* PLC

Input			
No	Nama	Alamat	Fungsi
1	Encoder A	%I0.0	Mengirim <i>input</i> pulsa ke PLC
2	Encoder B	%I0.1	Menghitung <i>input</i> pulsa berdasarkan arah putaran
3	SS_A/M	%I0.2	Mengaktifkan mode <i>auto</i>
4	PB_Start	%I0.3	Menjalankan sistem
5	PB_Stop	%I0.4	Menghentikan sistem
6	PB_SpeedUp	%I0.5	Menaikkan kecepatan putar motor
7	PB_SpeedDown	%I0.6	Menurunkan kecepatan putar motor
8	SS_Forward	%I0.7	Mengaktifkan arah putaran <i>forward</i>
9	SS_Reverse	%I0.8	Mengaktifkan arah putaran <i>reverse</i>

Table 2. Alamat *Output* PLC

Output			
No	Nama	Alamat	Fungsi
1	Indikator Auto	%Q0.0	Sebagai indikasi sistem dalam mode <i>auto</i> .
2	Indikator Forward	%Q0.1	Sebagai indikasi motor berputar arah <i>forward</i>
3	Indikator Reverse	%Q0.2	Sebagai indikasi motor berputar arah <i>reverse</i>
4	Buzzer	%Q0.4	Sebagai indikasi terjadi gangguan pada sistem
5	DI4	%Q0.5	Mengatur kecepatan motor dengan input DI4 <i>Inverter</i>
6	DI5	%Q0.6	Mengatur kecepatan motor dengan input DI5 <i>Inverter</i>
7	DI6	%Q0.7	Mengatur kecepatan motor dengan input DI6 <i>Inverter</i>

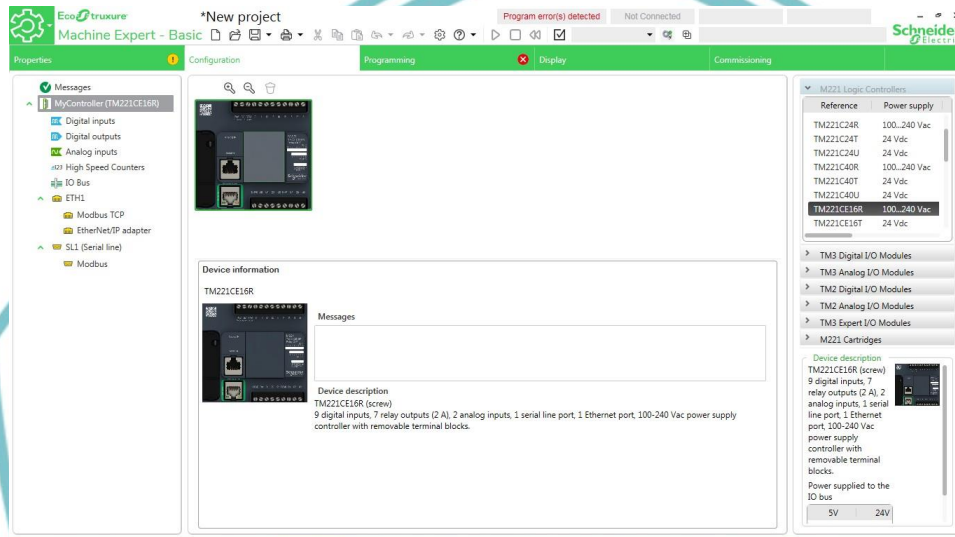
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa merantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

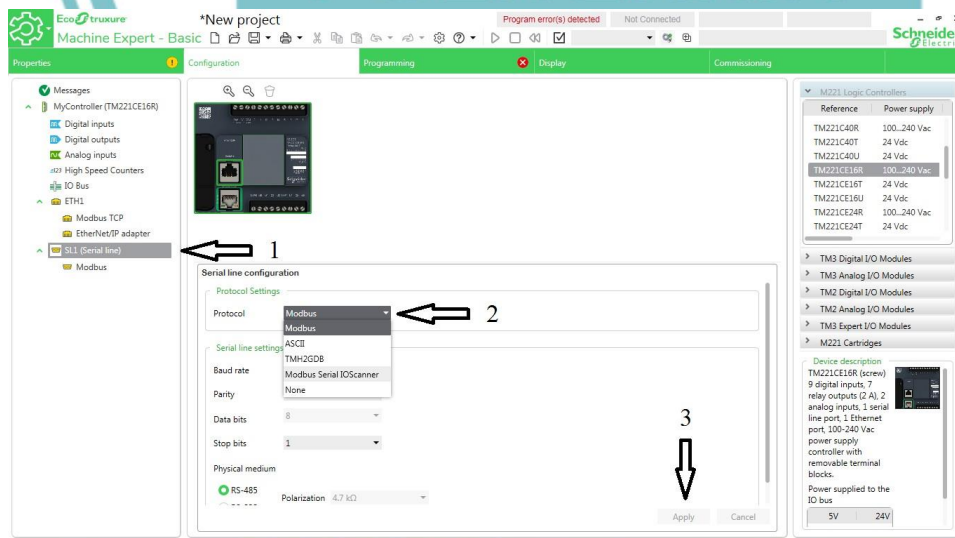
Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

F. Langkah Percobaan

1. Buatlah diagram rangkaian seperti gambar di atas, lalu nyalakan sumber tegangan.
2. Hubungkan terminal modbus *inverter* dengan terminal modbus serial (SL1) PLC menggunakan kabel ethernet.
3. Buka software SoMachine Basics, lalu pilih tipe PLC yang digunakan pada jendela *configuration* seperti pada gambar di bawah ini.



4. Pada jendela *configuration*, pilih opsi SL1 (*Serial Line*) selanjutnya pilih *protocol* Modbus Serial IOScanner, lalu *Apply*. Ketika *protocol* Modbus Serial IOScanner terpilih, akan muncul opsi dari *protocol* tersebut.

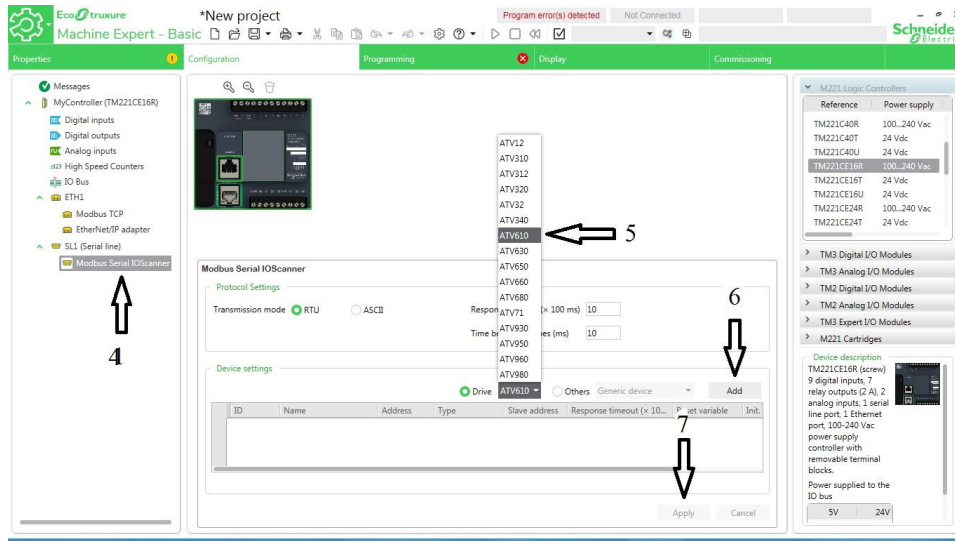


5. Pilih opsi Modbus Serial IOScanner, tentukan *drive* yang akan digunakan selanjutnya *Add*, lalu *Apply*. Dengan demikian, PLC telah terhubung ke *inverter*.

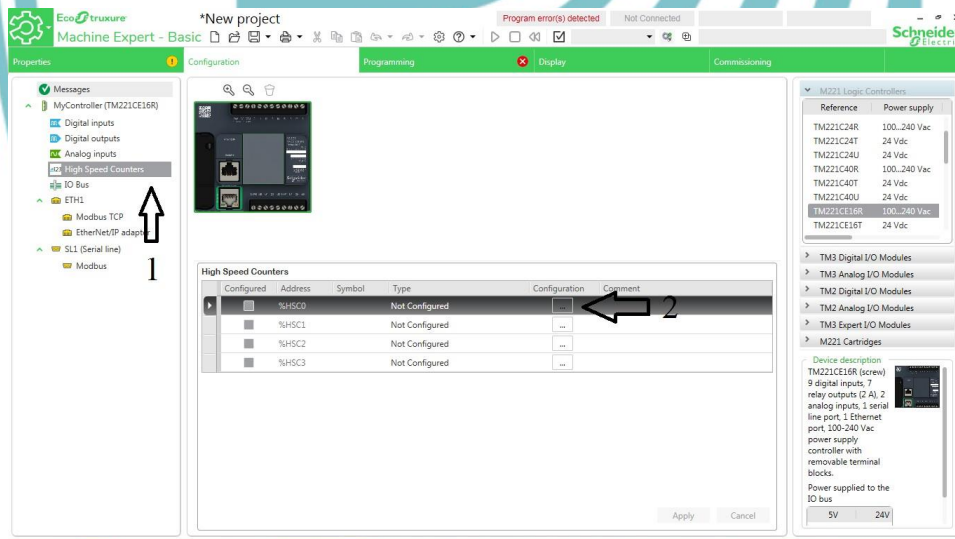
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

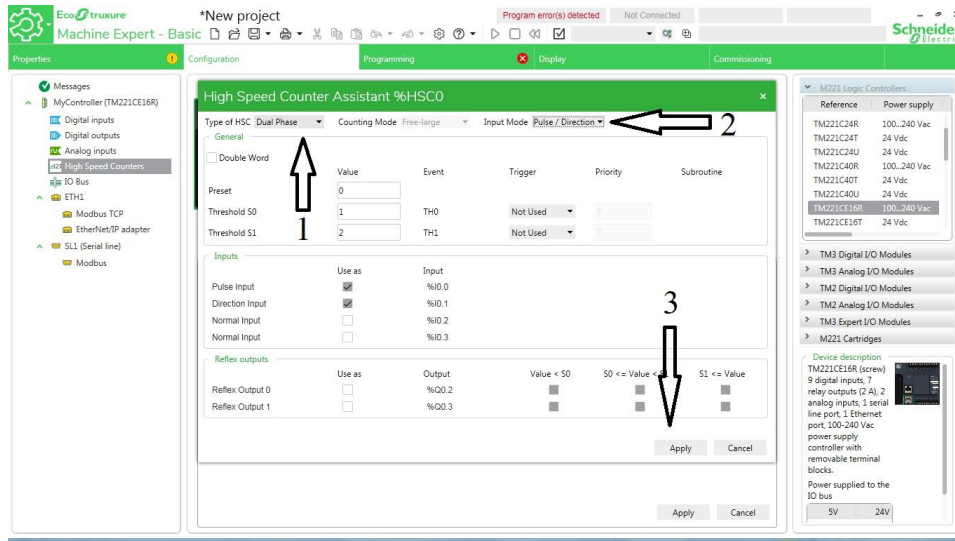


6. Pada jendela *configuration*, pilih opsi *High Speed Counters* selanjutnya pada bagian %HSC0 pilih ikon "...". Setelah ikon "..." terpilih, akan muncul jendela *High Speed Counter Assistant %HSC0*.



7. Pada jendela *High Speed Counter Assistant %HSC0*, pilih tipe HSC *Dual Phase* dan *input mode Pulse/Direction*, lalu *Apply*. Dengan demikian, *rotary encoder* dapat digunakan sebagai *input* pada PLC.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



8. Buat program PLC dengan deskripsi kerja sebagai berikut :

A. Mode Auto

- Atur *selector switch* ke posisi *auto*.
- Tentukan arah putaran motor dengan mengatur *selector switch* F/R.
- Tekan tombol start untuk memulai, motor akan bekerja pada kecepatan awal dengan *soft starting*.
- Selanjutnya, tekan tombol speed up untuk menaikkan kecepatan motor. Ketika kecepatan kedua tercapai, 2 detik kemudian kecepatan motor bertambah, dan seterusnya hingga ke kecepatan 8.
- Tekan tombol speed down untuk menurunkan kecepatan motor secara otomatis setiap 3 detik.
- Tekan tombol stop untuk menghentikan proses.

B. Mode Manual

- Atur *selector switch* ke posisi manual.
- Tentukan arah putaran motor dengan mengatur *selector switch* F/R.
- Tekan tombol *start* untuk memulai, motor akan bekerja pada kecepatan awal dengan *soft starting*.
- Selanjutnya, tekan tombol *speed up* untuk menaikkan kecepatan motor ke kecepatan kedua.
- Tekan kembali tombol *speed up* untuk menaikkan kecepatan motor ke kecepatan selanjutnya, dan seterusnya.
- Tekan tombol *speed down* untuk menurunkan kecepatan motor ke kecepatan sebelumnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Tekan tombol *stop* untuk menghentikan proses.
- C. Mode Gangguan
- Ketika motor bekerja maka *rotary encoder* akan mengirim sinyal ke PLC.
 - Apabila kecepatan awal tidak tercapai sesuai *preset value*, maka *buzzer* akan berbunyi.
 - Apabila kecepatan kedua tidak tercapai sesuai *preset value*, maka *buzzer* akan berbunyi, dan seterusnya.
 - Ketika terjadi gangguan, proses tidak dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

9. *Download* program yang sudah dibuat ke PLC.

11. Jalankan plant sesuai dengan deskripsi kerja mode *auto* yang telah dibuat.

11. Catat hasil pengukuran kecepatan motor dengan menggunakan encoder dan tachometer.

12. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel data percobaan.

13. Jalankan plant sesuai dengan deskripsi kerja mode manual yang telah dibuat.

14. Ulangi langkah 9-10 dengan frekuensi yang berbeda.

G. Data Percobaan

Sebelum pengukuran, tuliskan spesifikasi dari motor induksi yang digunakan dalam percobaan.

Table 3. Mode *Auto*

Frekuensi (Hz)	Ns Motor (Rpm)	Arah Putaran			
		Nr-Forward (Rpm)	Slip(%)	Nr-Reverse (Rpm)	Slip(%)
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Sistem Kontrol Berbasis PLC Pada Modul Pengatur dan Pemantau Kecepatan Motor

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Table 4. Mode Manual

Frekuensi (Hz)	Ns Motor (Rpm)	Arah Putaran			
		Nr-Forward (Rpm)	Slip(%)	Nr-Reverse (Rpm)	Slip(%)
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					

Table 5. Mode Gangguan

Frekuensi (Hz)	Set Value (Rpm)	Arah Putaran			
		Nr-Forward (Rpm)	Kondisi Buzzer	Nr-Reverse (Rpm)	Kondisi Buzzer
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					

H. Tugas dan Pertanyaan

1. Hitunglah jumlah pasang kutub berdasarkan *nameplate* motor!
2. Hitunglah nilai kecepatan sinkron (Ns) pada tiap-tiap frekuensi!
3. Hitunglah slip pada setiap perubahan frekuensi!
4. Sebutkan hal-hal yang mempengaruhi slip pada motor induksi!
5. Buat analisa data dari hasil percobaan!

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



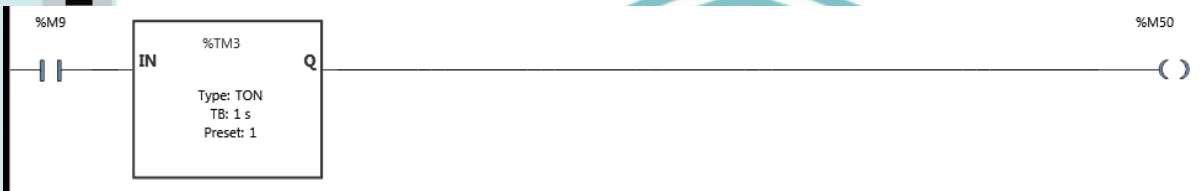
POK Cipta Bilik Politeknik Negeri Jakarta

Master Task

Task 1 - Communication

Task 2 - Task

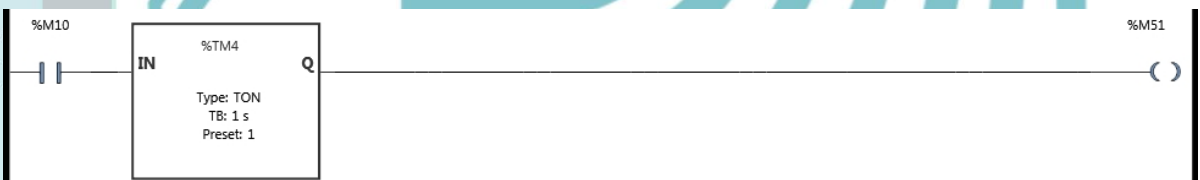
Rung 0



Variables used:

- %M9
- %M50
- %TM3

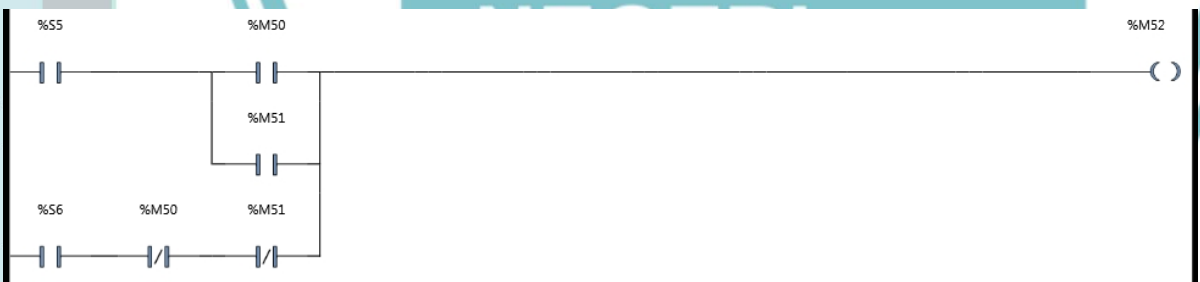
Rung 1



Variables used:

- %M10
- %M51
- %TM4

Rung 2



Variables used:

- %M50
- %M51
- %M52
- %S5
- %S6

SB_TB100MS
SB_TB1S

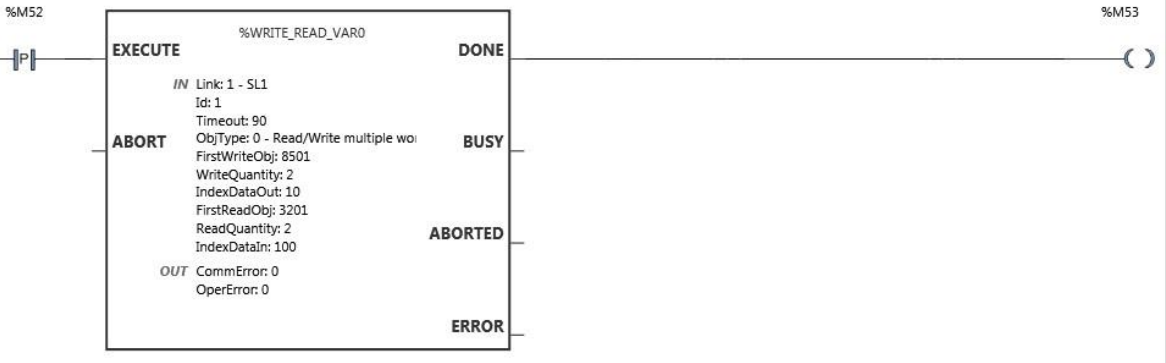
Time base of 100 ms generated by an internal clock
Time base of 1 s generated by an internal clock

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Run



Variables used:

- %M52
- %M53
- %WRITE_READ_VAR0

Run

Legend:

1 %MW11 := %QWN100.0.0

Variables used:

- %MW11
- %QWN100.0.0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

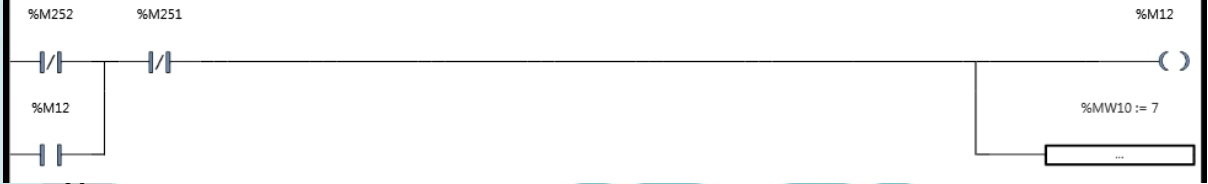




2 - Stop

Master Task

Rung1



Variables used:

- %M12
- %M251
- %M252
- %MW10

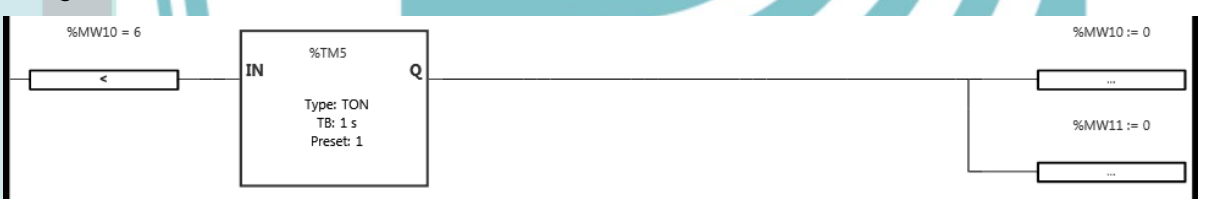
Rung2



Variables used:

- %MW10

Rung2



Variables used:

- %MW10
- %MW11
- %TM5

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

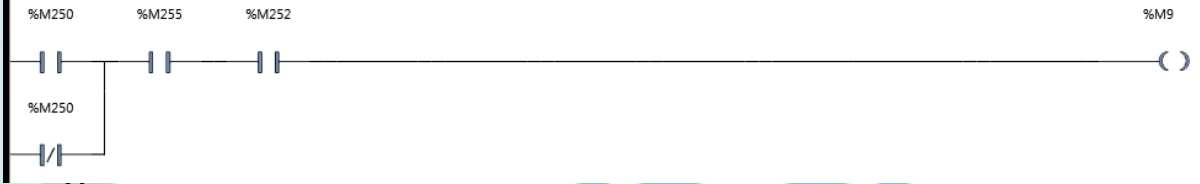




3 - A V Initialize

Master Task

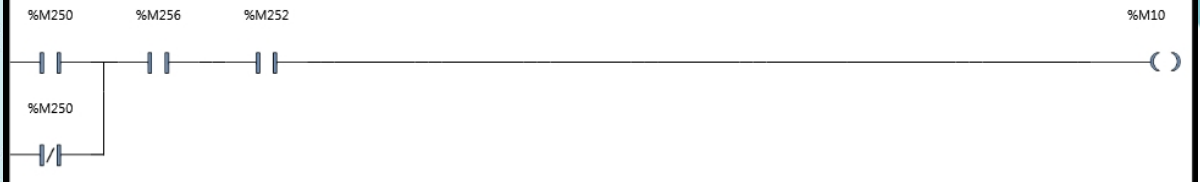
Rung1



Variables used:

- %M9
- %M250
- %M252
- %M255

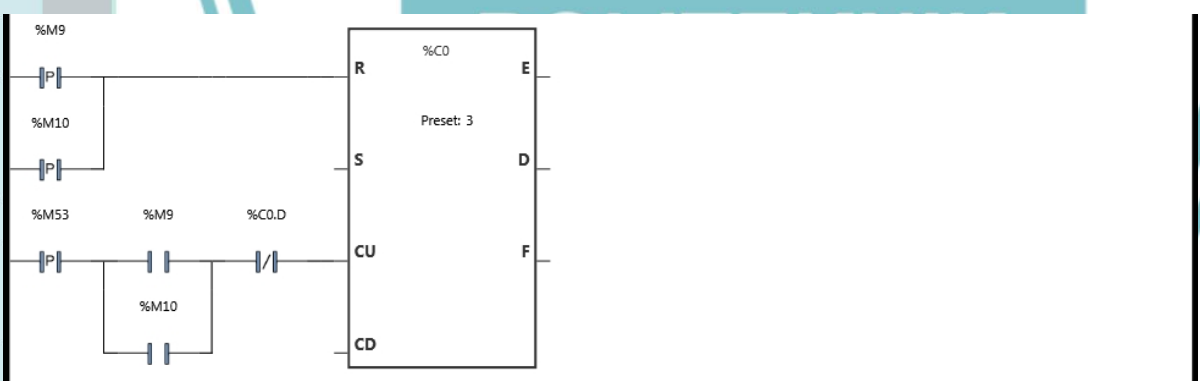
Rung2



Variables used:

- %M10
- %M250
- %M252
- %M256

Rung3



Variables used:

- %C0
- %C0.D
- %M9
- %M10
- %M53

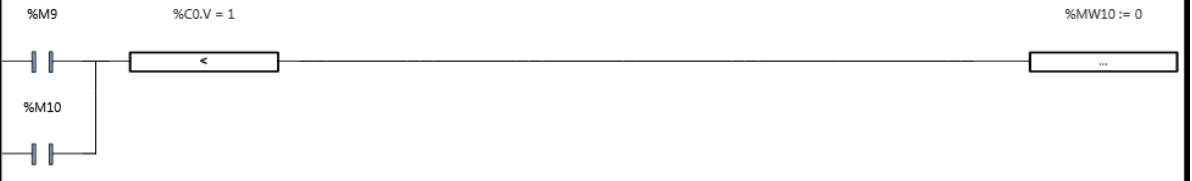
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Auto
Stop
Forward

Auto
Stop
Reverse



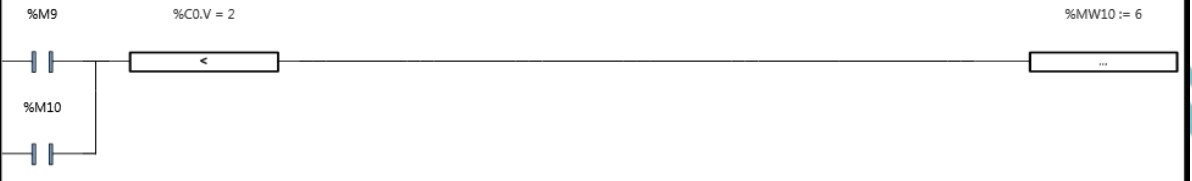
Rung 1



Variables used:

- %C0.V
- %M9
- %M10
- %MW10

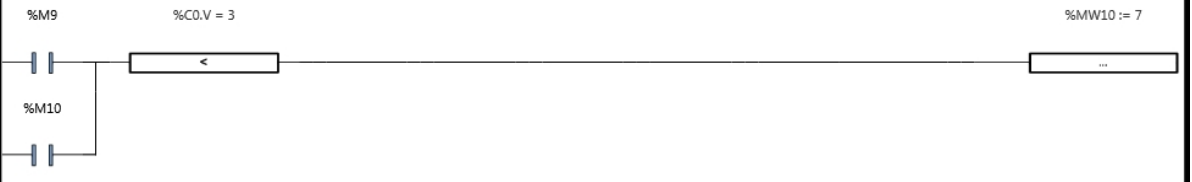
Rung 2



Variables used:

- %C0.V
- %M9
- %M10
- %MW10

Rung 5



Variables used:

- %C0.V
- %M9
- %M10
- %MW10

Rung 6



Variables used:

- %M0
- %M9
- %MW10



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Runa
Ma



Variables used:

%M10
%M10
%MW10



Politeknik Negeri Jakarta

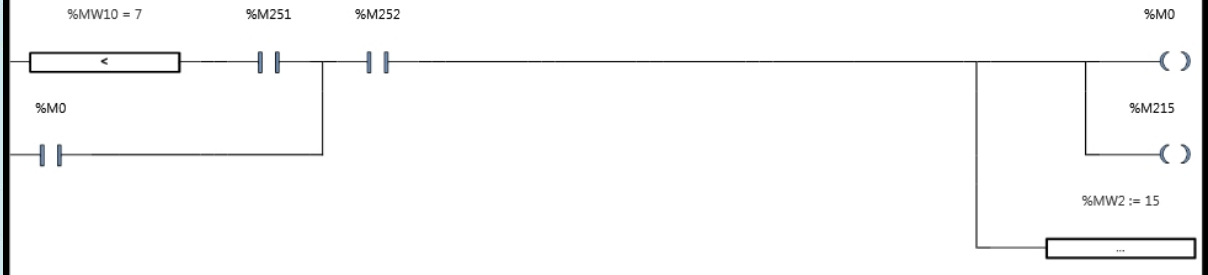
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



4 - Control

Master Task

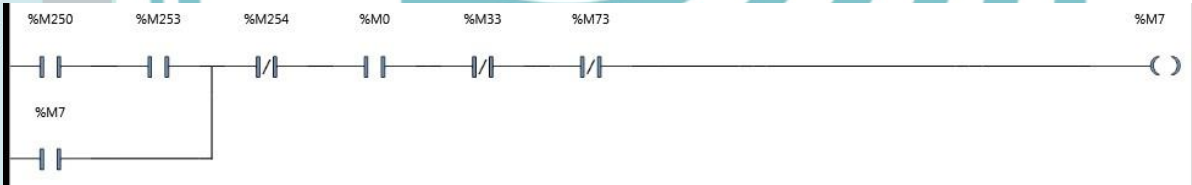
Rung1



Variables used:

- %M0
- %M215
- %M251
- %M252
- %MW2
- %MW10

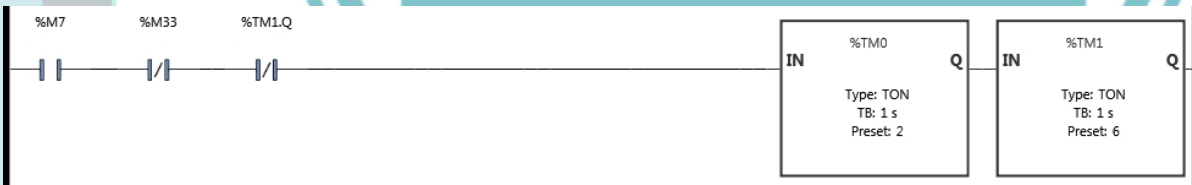
Rung1



Variables used:

- %M0
- %M7
- %M33
- %M73
- %M250
- %M253
- %M254

Rung2



Variables used:

- %M7
- %M33
- %TM0
- %TM1
- %TM1.Q

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

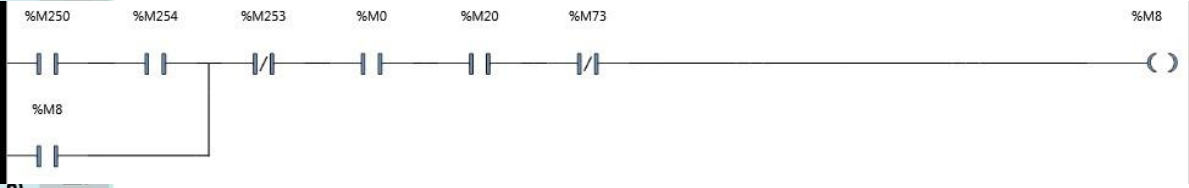
Speed1
Start
Stop

Auto
Speed Up
Speed Down

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



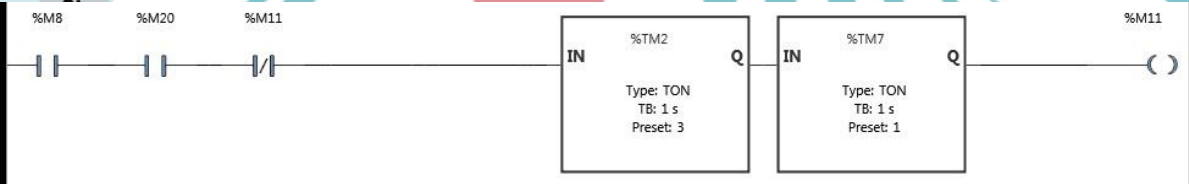
Rung 4



Variables used:

- %M0
- %M8
- %M20
- %M73
- %M250
- %M253
- %M254

Rung 4



Variables used:

- %M8
- %M11
- %M20
- %TM2
- %TM7

Rung 5



Variables used:

- %M1
- %M3
- %M73
- %M250
- %M253
- %TM0.Q

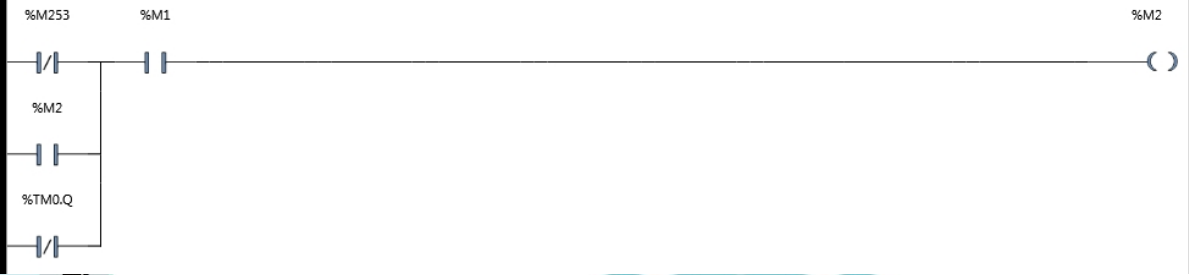
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Auto
Speed Up
Speed Down

Auto
Speed Up



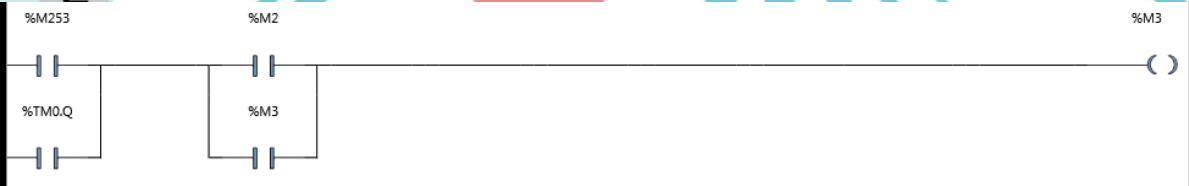
Rung 7



Variables used:

- %M1
- %M2
- %M253
- %TM0

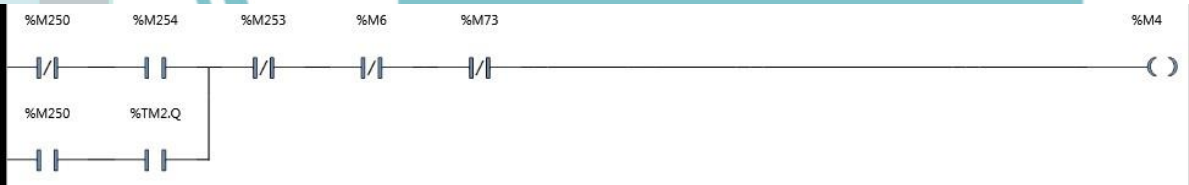
Rung 7



Variables used:

- %M2
- %M3
- %M253
- %TM0.Q

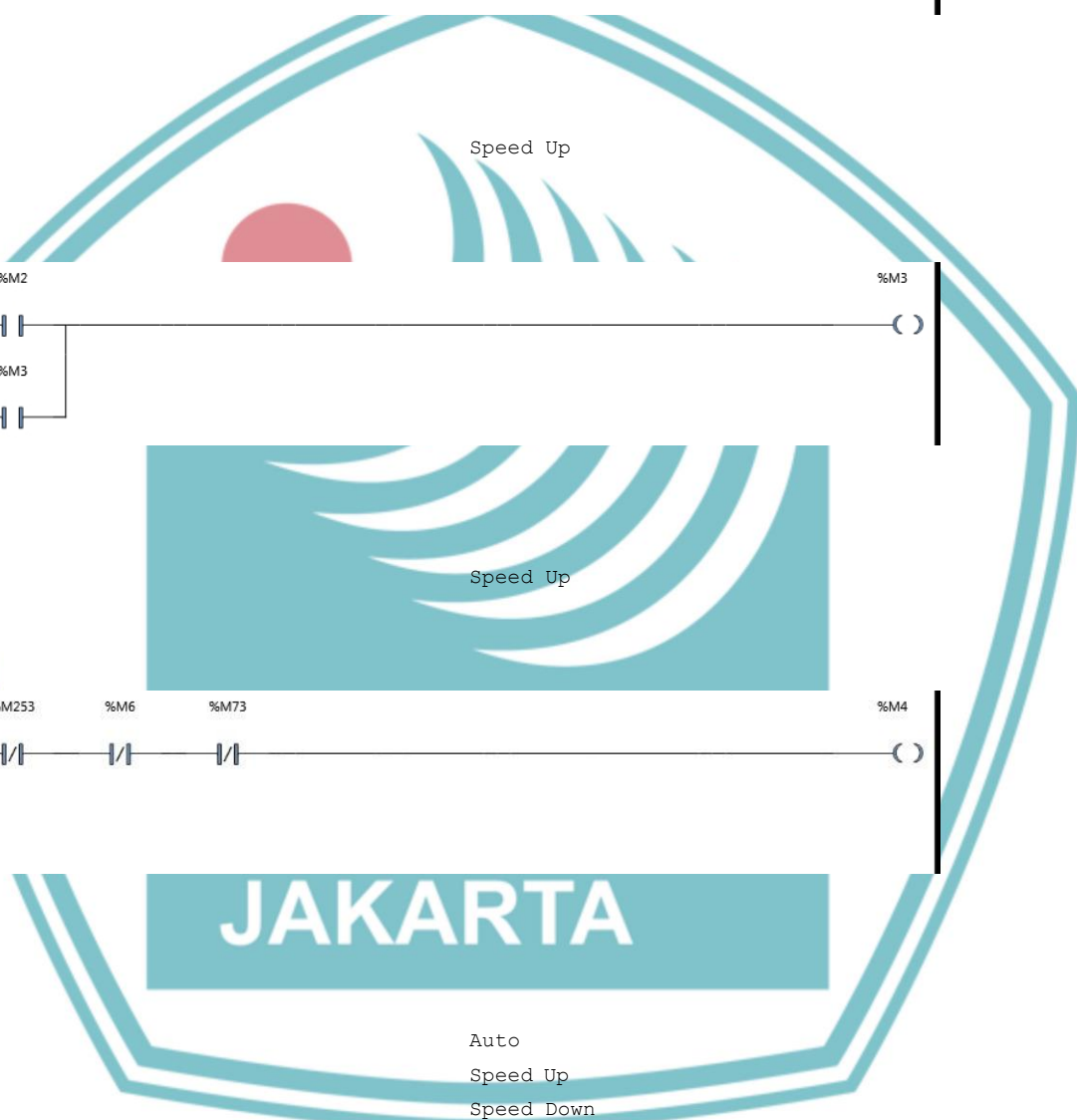
Rung 8



Variables used:

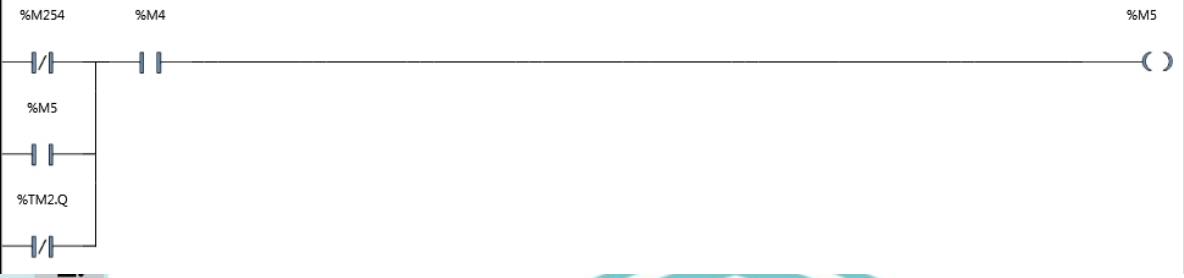
- %M4
- %M6
- %M73
- %M250
- %M253
- %M254
- %TM2.Q

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





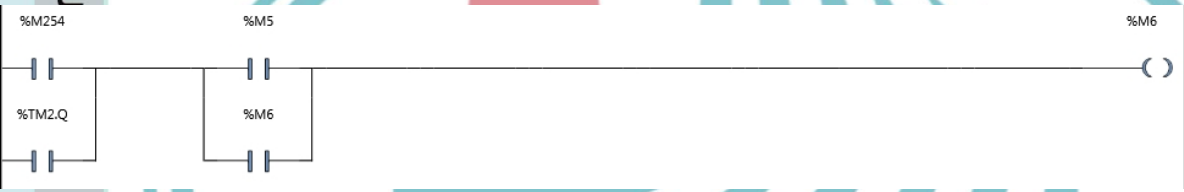
Run 10



Variables used:

- %M4
- %M5
- %M254
- %TM2

Run 10



Variables used:

- %M5
- %M6
- %M254
- %TM2.Q

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



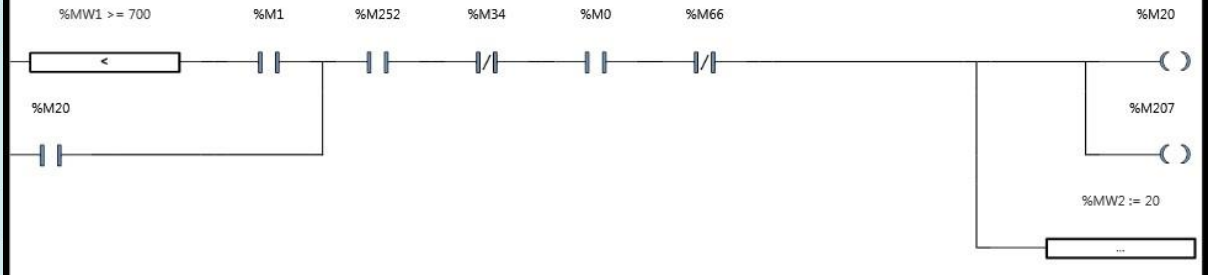
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



5 - Process

Master Task

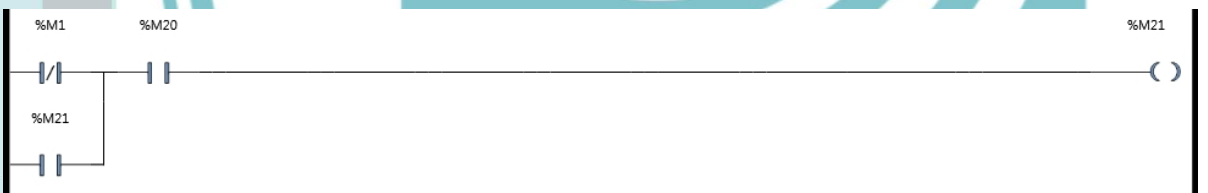
Rung1



Variables used:

- %M0
- %M1
- %M20
- %M34
- %M66
- %M207
- %M252
- %MW1
- %MW2

Rung1



Variables used:

- %M1
- %M20
- %M21

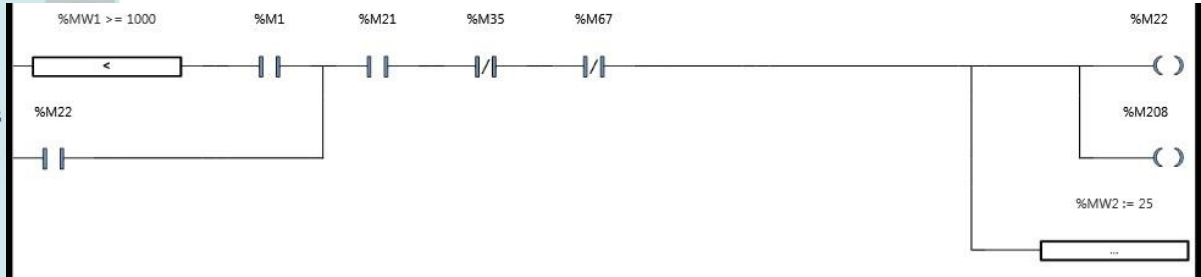


POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



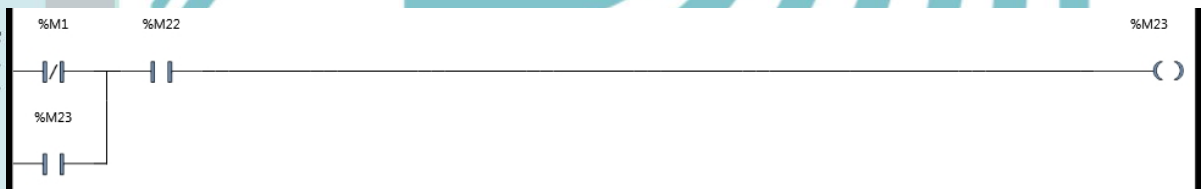
Rung 3



Variables used:

%M1
%M21
%M22
%M35
%M67
%M208
%MW1
%MW2

Rung 3



Variables used:

%M1
%M22
%M23

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





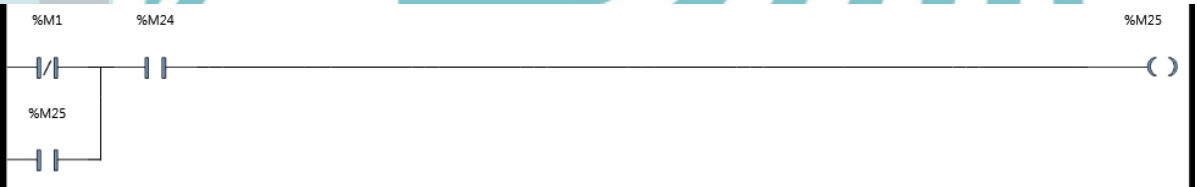
Rung 7



Variables used:

- %M1
- %M23
- %M24
- %M36
- %M68
- %M209
- %MW1
- %MW2

Rung 8



Variables used:

- %M1
- %M24
- %M25

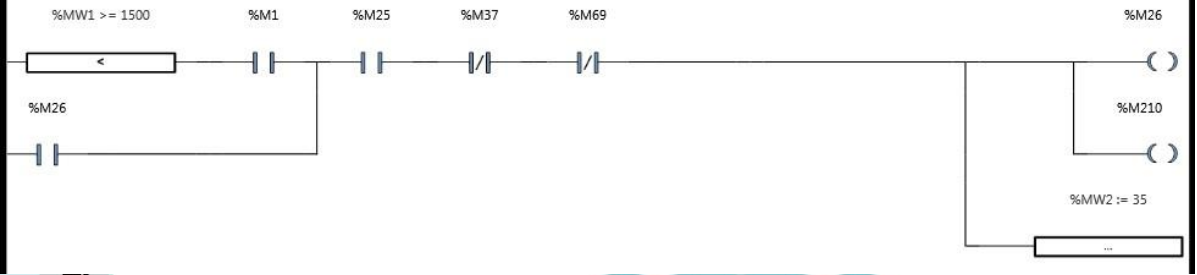


POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



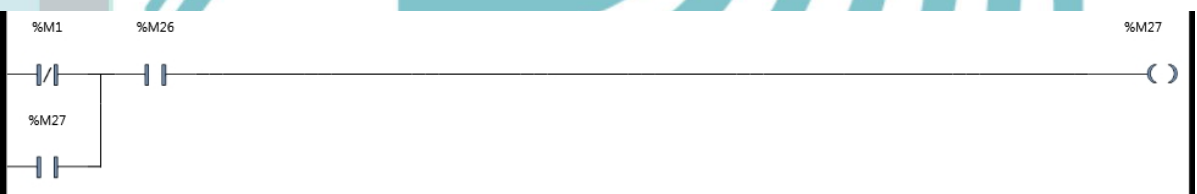
Rung 4



Variables used:

- %M1
- %M25
- %M26
- %M37
- %M69
- %M210
- %MW1
- %MW2

Rung 4



Variables used:

- %M1
- %M26
- %M27

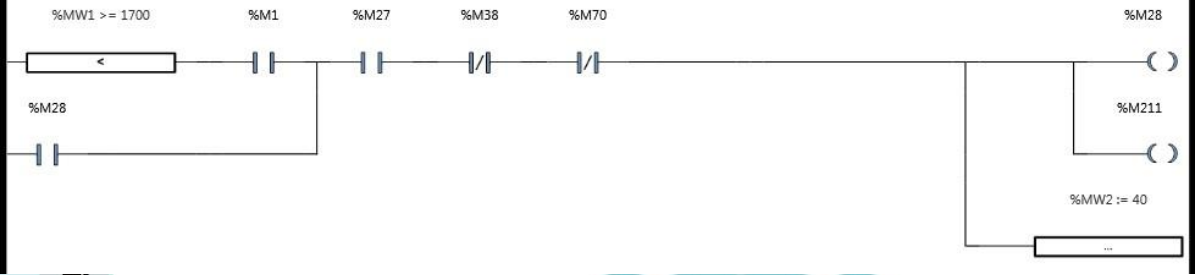
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



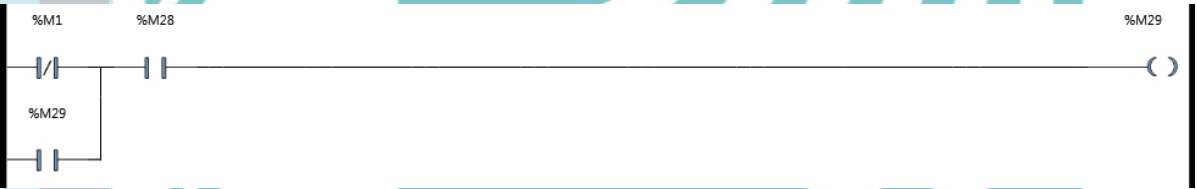
Rungr



Variables used:

- %M1
- %M27
- %M28
- %M38
- %M70
- %M211
- %MW1
- %MW2

Rungr



Variables used:

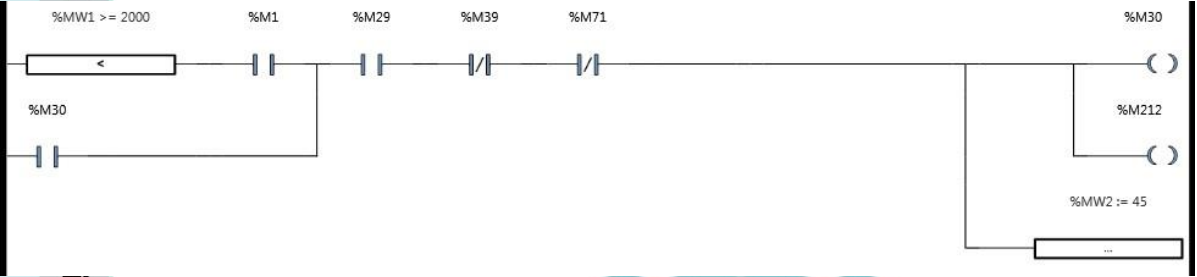
- %M1
- %M28
- %M29

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





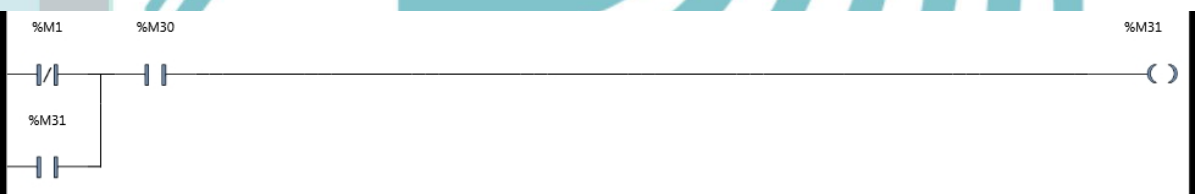
Rung 0



Variables used:

- %M1
- %M29
- %M30
- %M39
- %M71
- %M212
- %MW1
- %MW2

Rung 1



Variables used:

- %M1
- %M30
- %M31

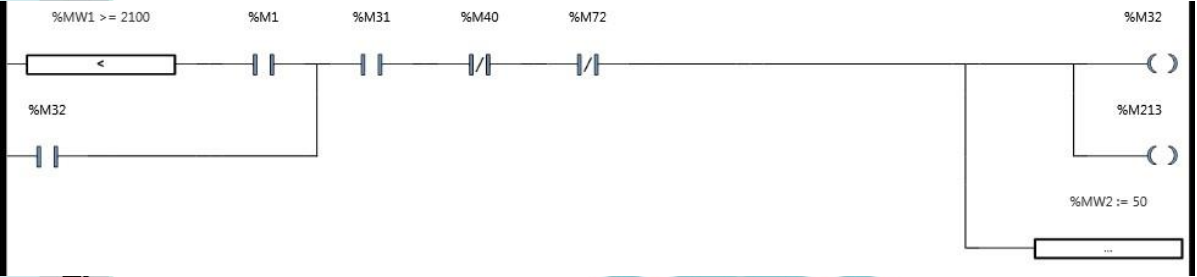
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



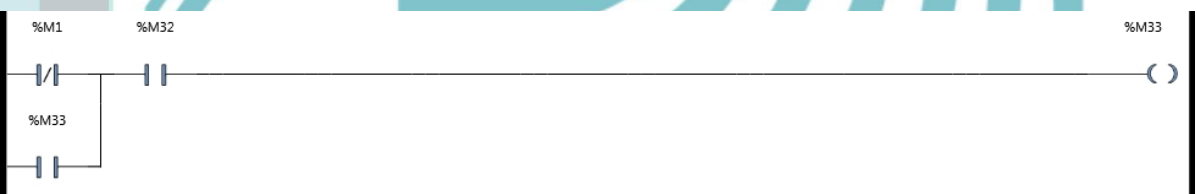
Rung 12



Variables used:

- %M1
- %M31
- %M32
- %M40
- %M72
- %M213
- %MW1
- %MW2

Rung 13



Variables used:

- %M1
- %M32
- %M33

Rung 14



Variables used:

- %M4
- %M20
- %M22
- %M34

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
JAKARTA



Rung 15



Variables used:

- %M4
- %M22
- %M24
- %M35

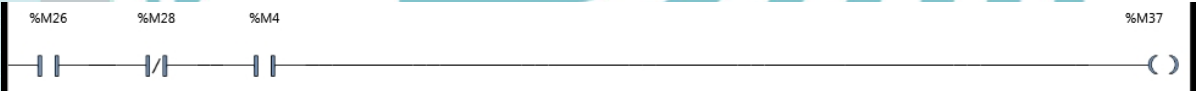
Rung 16



Variables used:

- %M4
- %M24
- %M26
- %M36

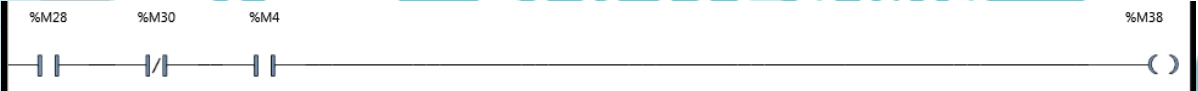
Rung 17



Variables used:

- %M4
- %M26
- %M28
- %M37

Rung 18



Variables used:

- %M4
- %M28
- %M30
- %M38

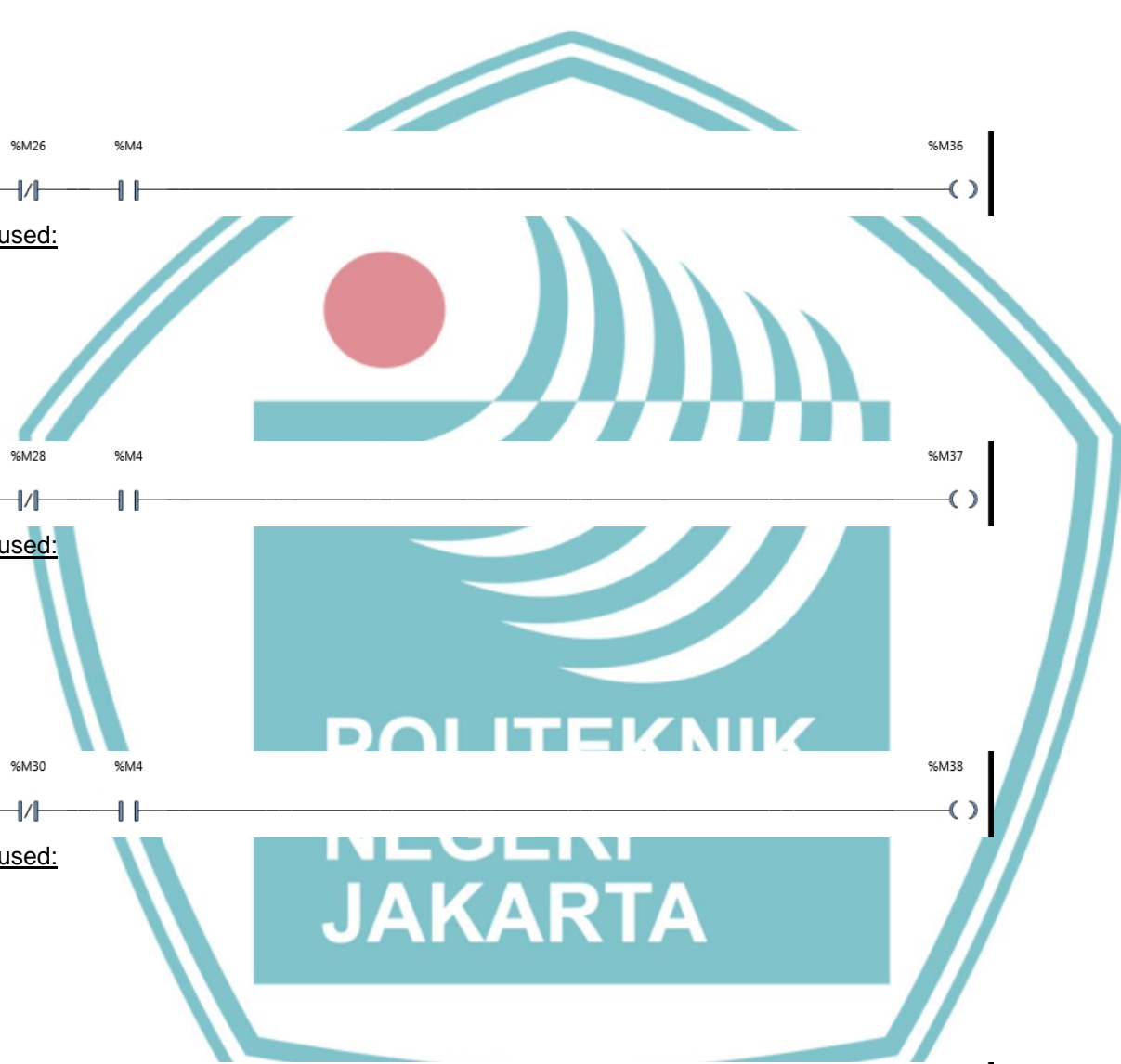
Rung 19



Variables used:

- %M4
- %M30
- %M32
- %M39

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





©
Rung 20



Variables used:

- %M4
- %M32
- %M40

Rung 21



Variables used:

- %M0
- %M20
- %M66
- %TM6.Q

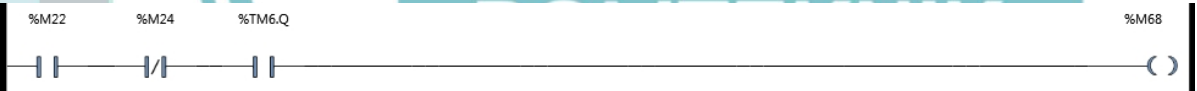
Rung 22



Variables used:

- %M20
- %M22
- %M67
- %TM6.Q

Rung 23



Variables used:

- %M22
- %M24
- %M68
- %TM6.Q

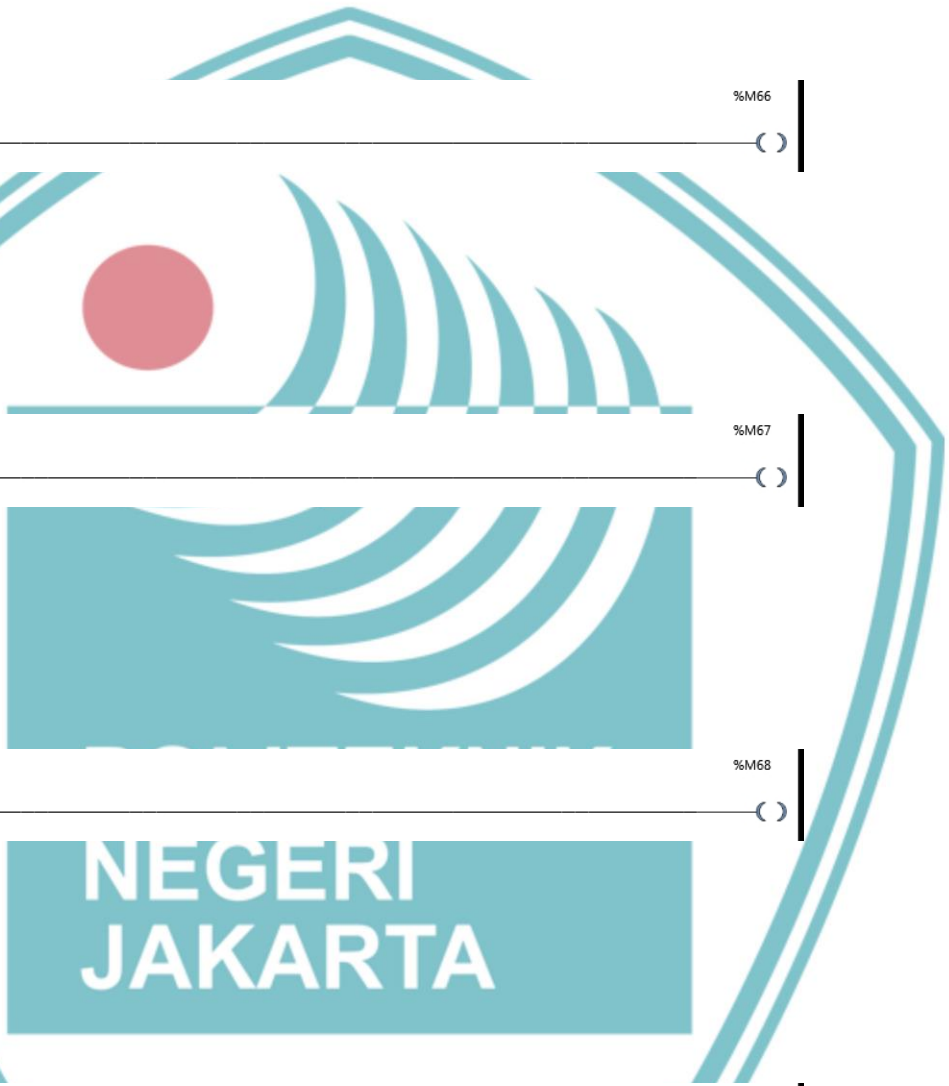
Rung 24



Variables used:

- %M24
- %M26
- %M69
- %TM6.Q

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Rung 25



Variables used:

- %M26
- %M28
- %M70
- %TM6.Q

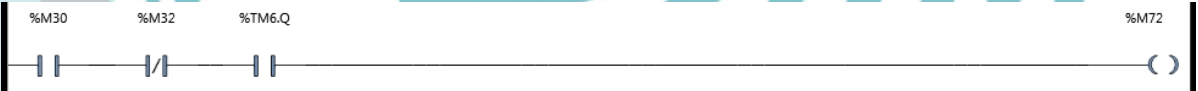
Rung 26



Variables used:

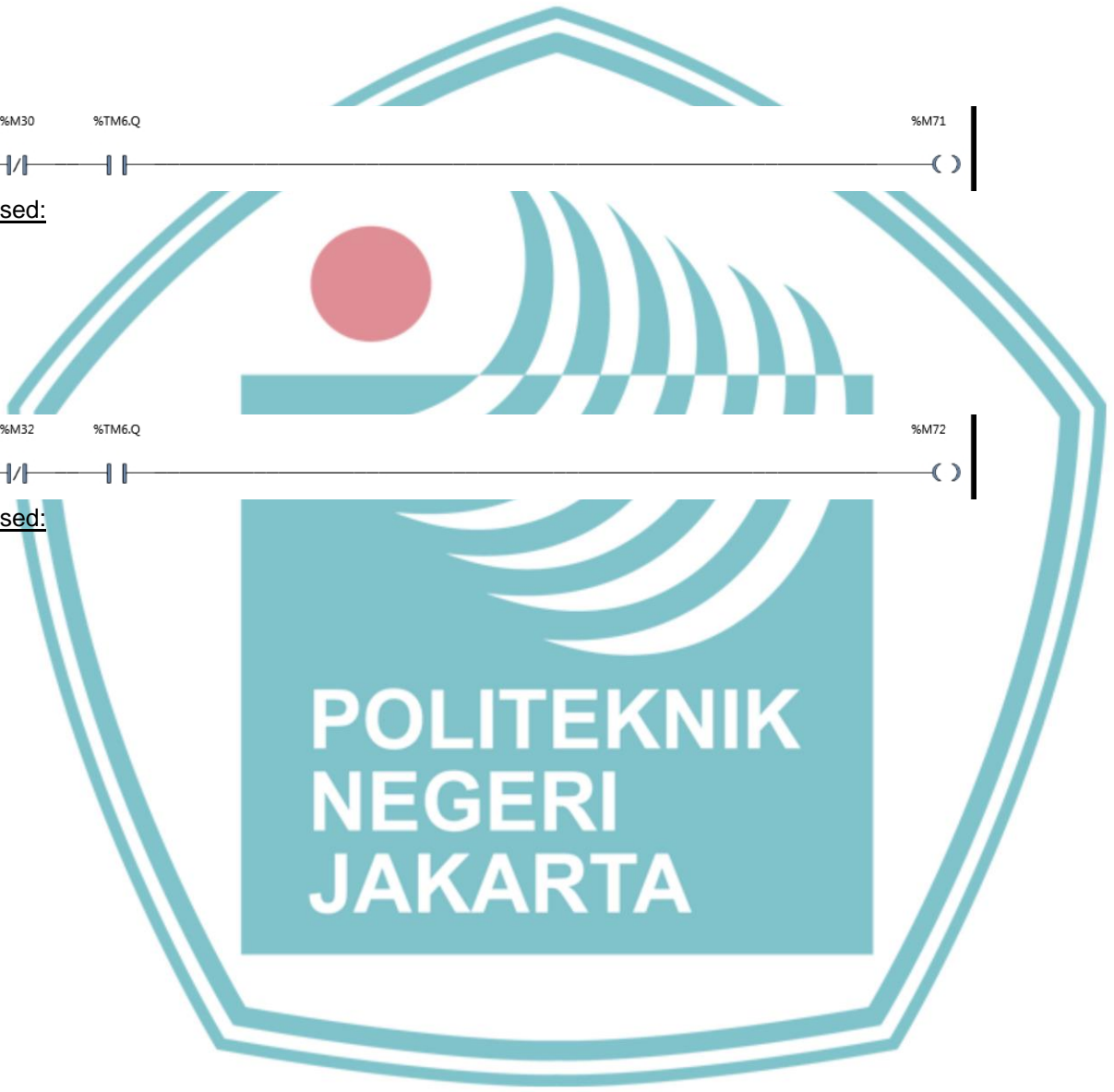
- %M28
- %M30
- %M71
- %TM6.Q

Rung 27



Variables used:

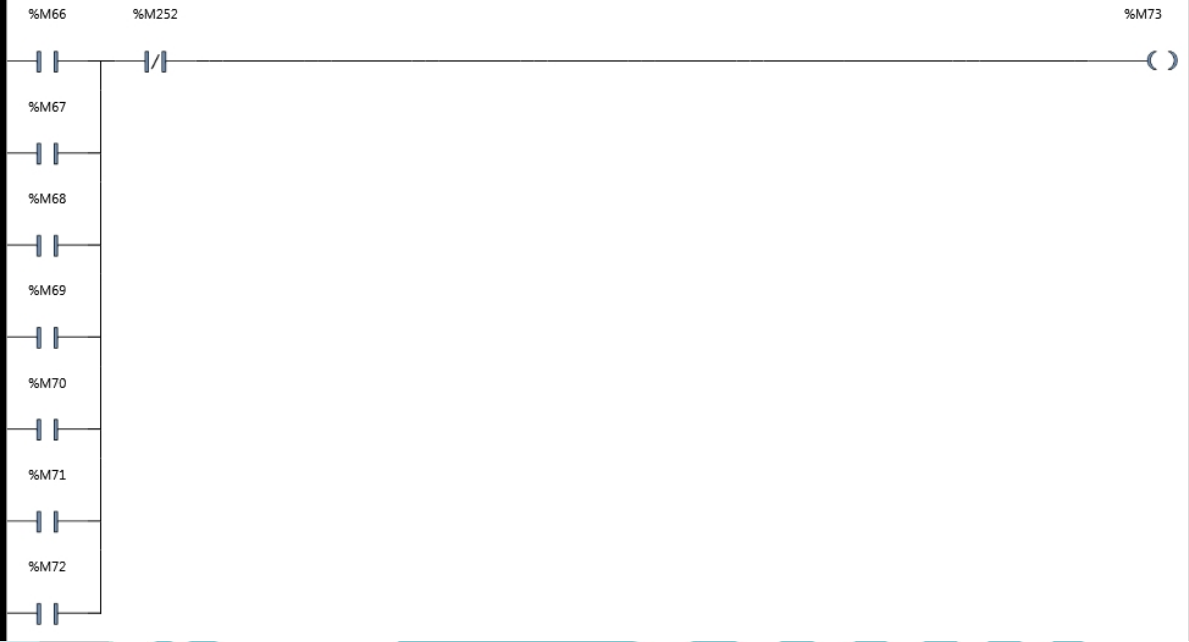
- %M30
- %M32
- %M72
- %TM6.Q



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Rung 28



Variables used:

- %M66
- %M67
- %M68
- %M69
- %M70
- %M71
- %M72
- %M73
- %M252

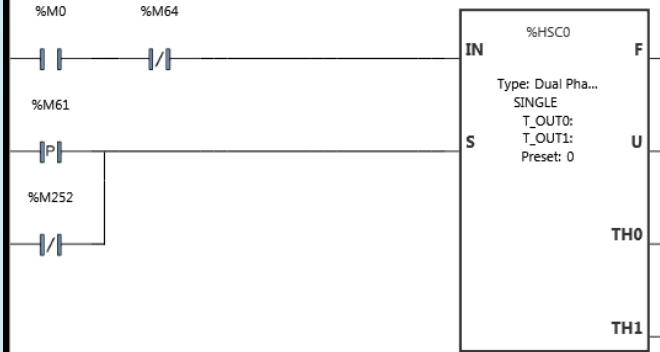
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Stop



Halaman 1



Variables used:

- %HSC0
- %M0
- %M61
- %M64
- %M252

Rung1



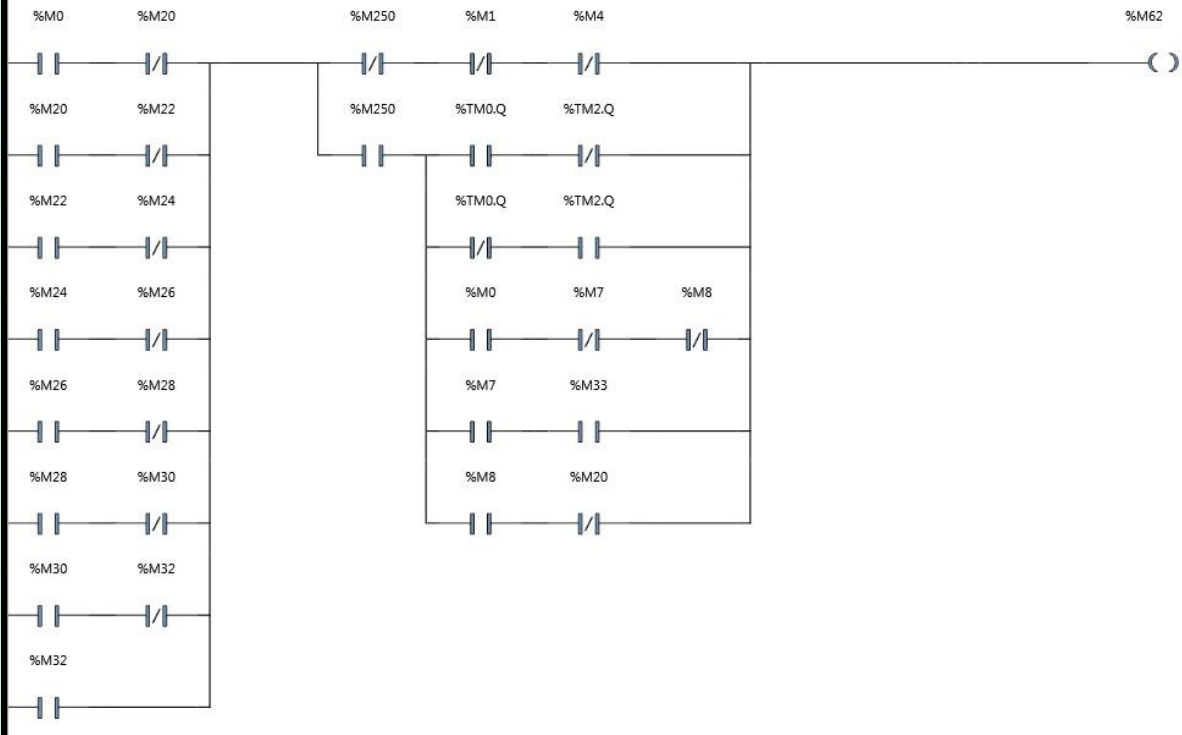
Variables used:

- %HSC0.U
- %HSC0.V
- %M0
- %M61

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Variables used:

- %M0
- %M1
- %M4
- %M7
- %M8
- %M20
- %M22
- %M24
- %M26
- %M28
- %M30
- %M32
- %M33
- %M62
- %M250
- %TM0.Q
- %TM2.Q

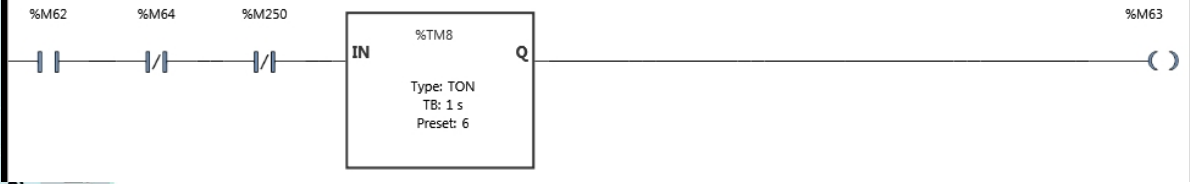
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Auto



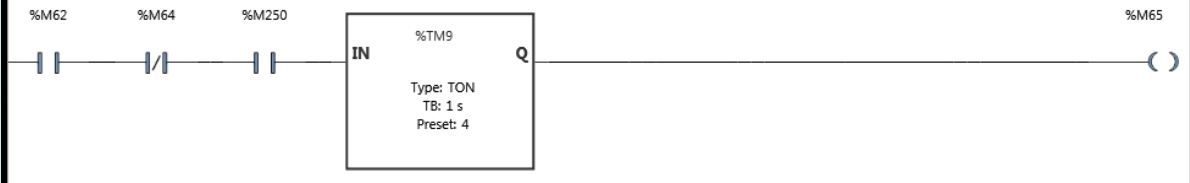
Rung 3



Variables used:

- %M62
- %M63
- %M64
- %M250
- %TM8

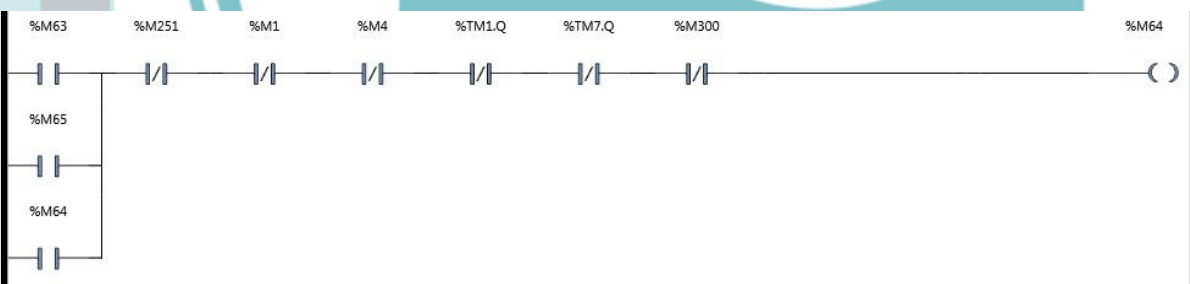
Rung 4



Variables used:

- %M62
- %M64
- %M65
- %M250
- %TM9

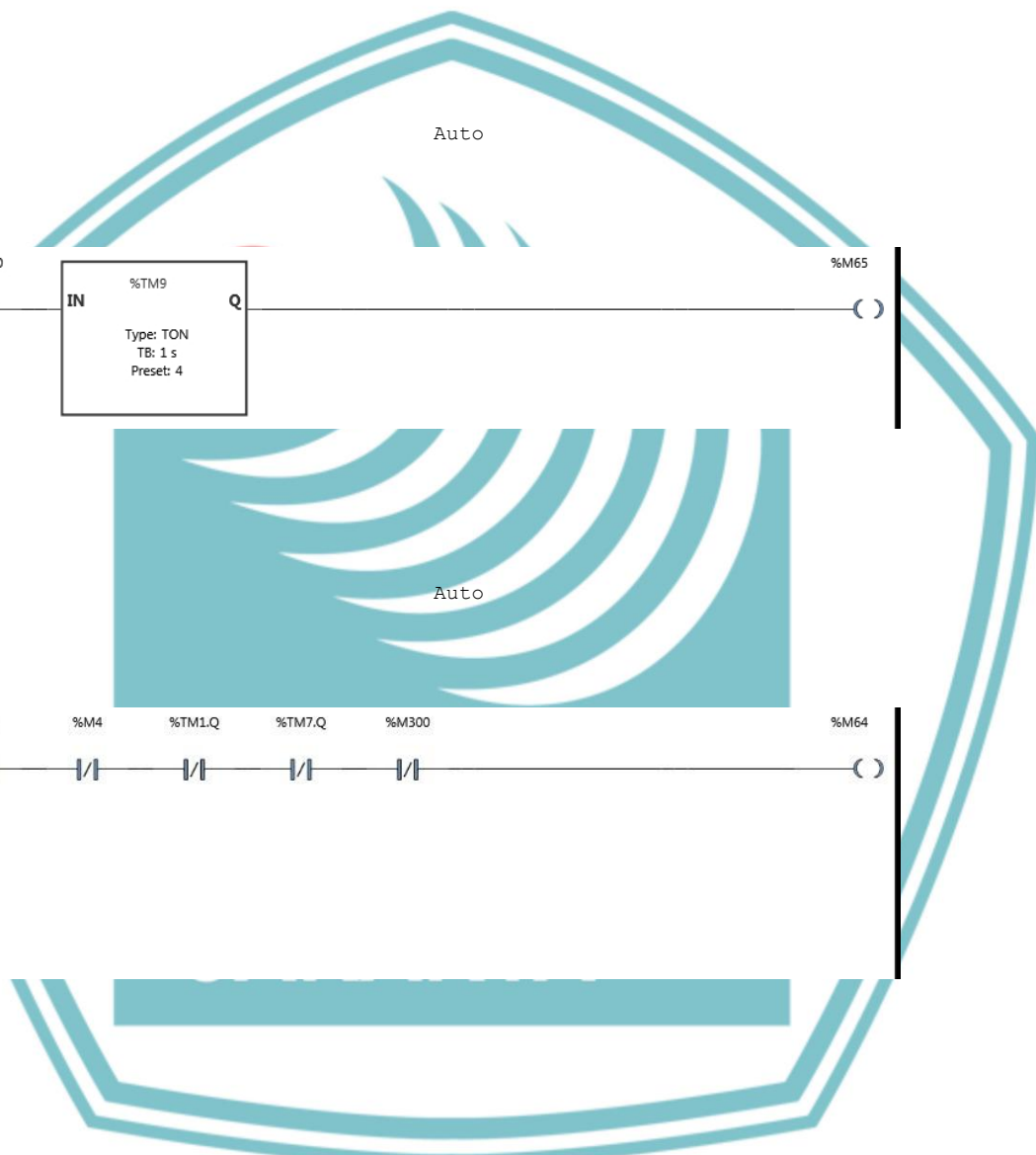
Rung 5



Variables used:

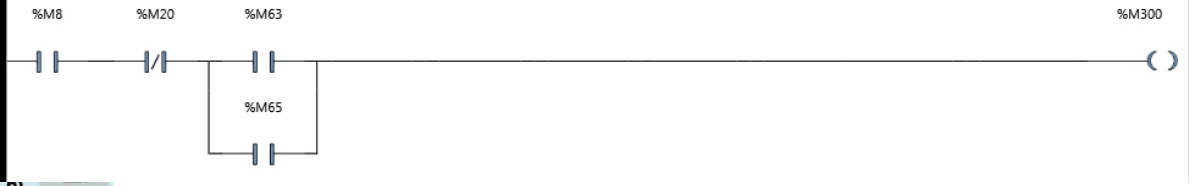
- %M1
- %M4
- %M63
- %M64
- %M65
- %M251
- %M300
- %TM1.Q
- %TM7.Q

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





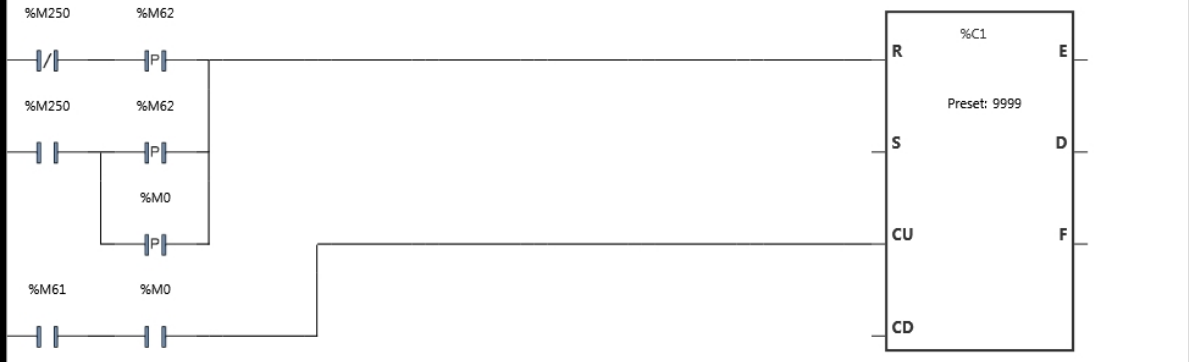
©
Rung7



Variables used:

- %M8
- %M20
- %M63
- %M65
- %M300

Rung8



Variables used:

- %C1
- %M0
- %M61
- %M62
- %M250

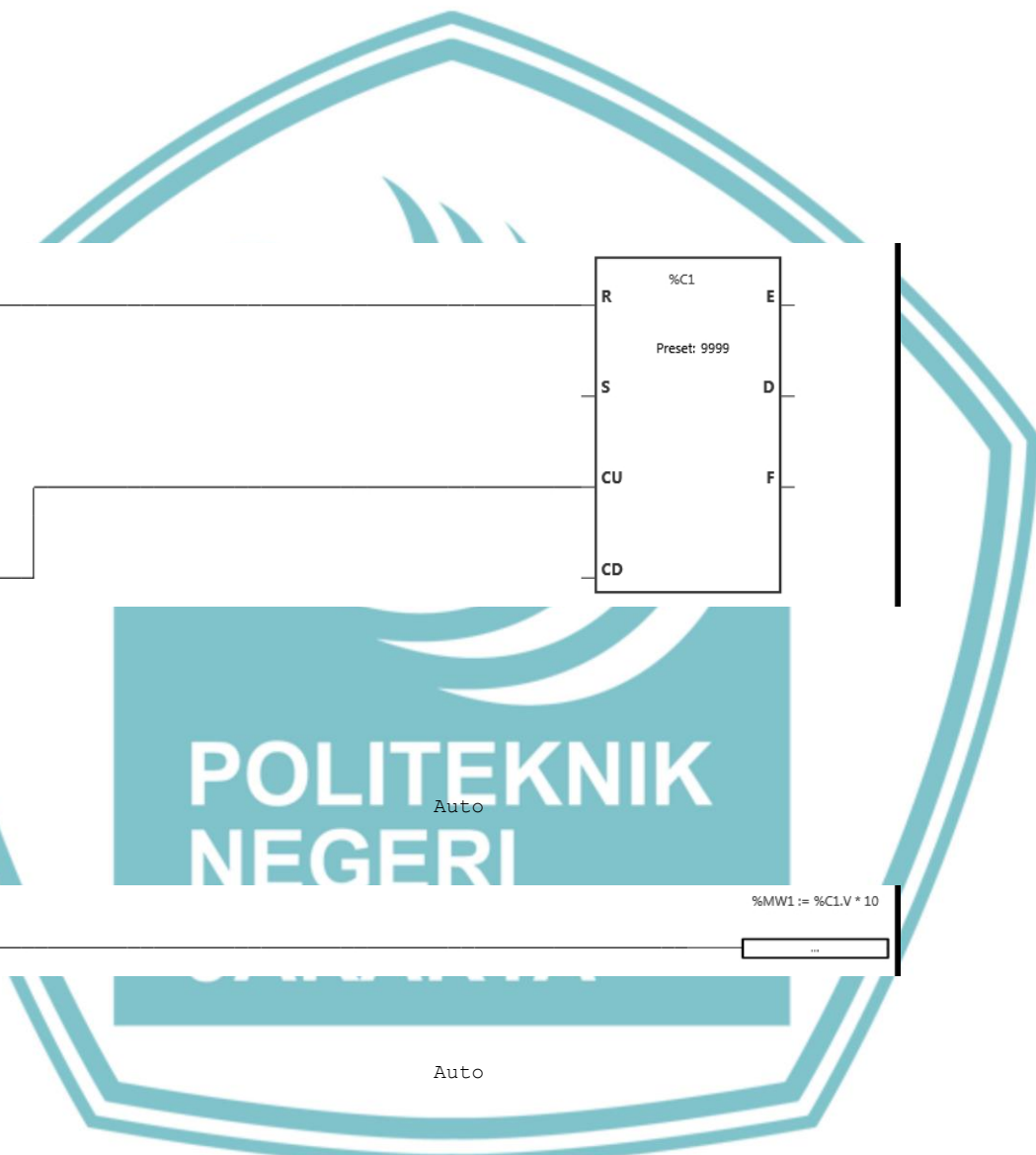
Rung8



Variables used:

- %C1.V
- %M250
- %MW1

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





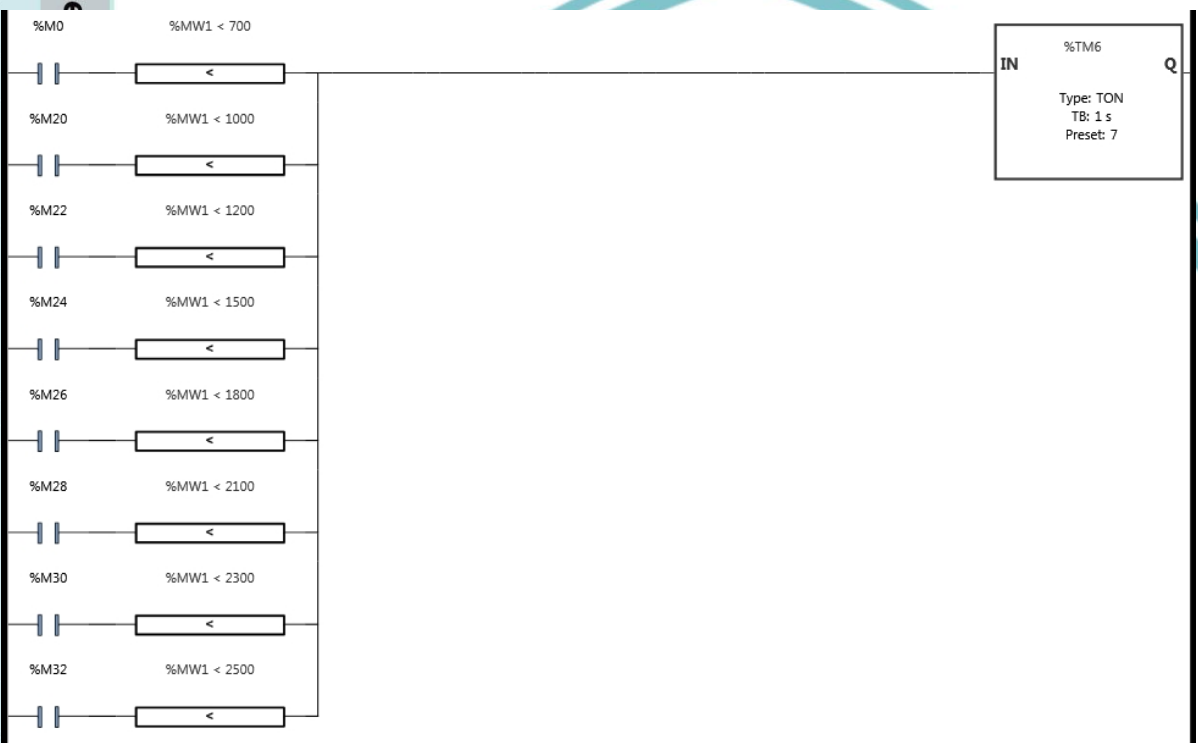
Rung 0



Variables used:

- %M250
- %MW1

Rung 10



Variables used:

- %M0
- %M20
- %M22
- %M24
- %M26
- %M28
- %M30
- %M32
- %MW1
- %TM6



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



7 - Output

Master Task

© Hak Cipta:

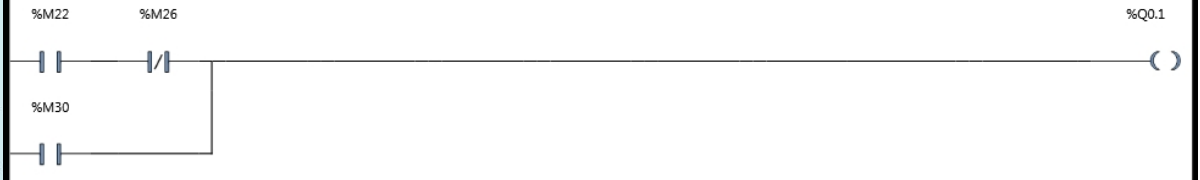
Rung 1



Variables used:

- %M20
- %M22
- %M24
- %M26
- %M28
- %M30
- %M32
- %Q0.0

Rung 1



Variables used:

- %M22
- %M26
- %M30
- %Q0.1

Rung 2



Variables used:

- %M26
- %Q0.2

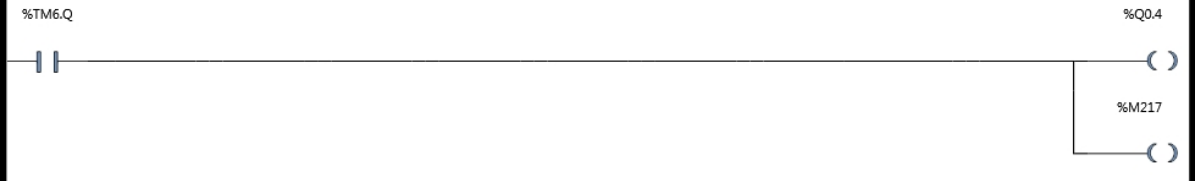
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Politeknik Negeri Jakarta





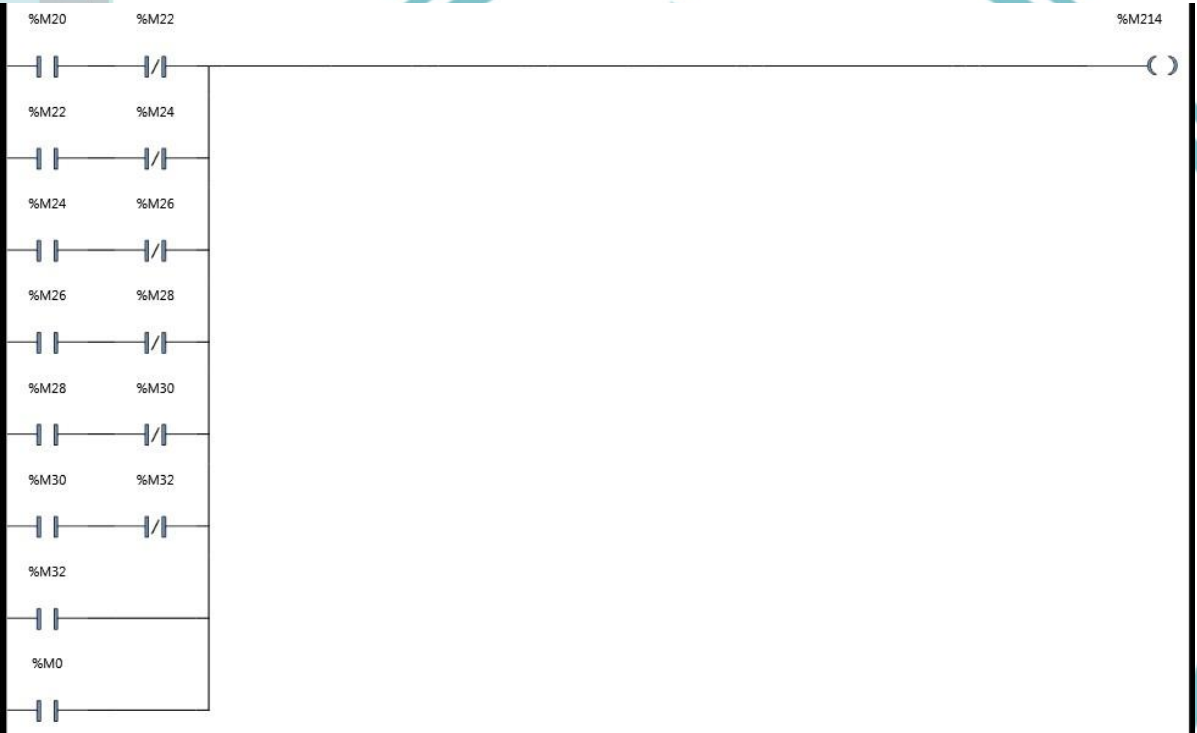
Rung 1



Variables used:

- %M217
- %Q0.4
- %TM6.Q

Rung 2



Variables used:

- %M0
- %M20
- %M22
- %M24
- %M26
- %M28
- %M30
- %M32
- %M214



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

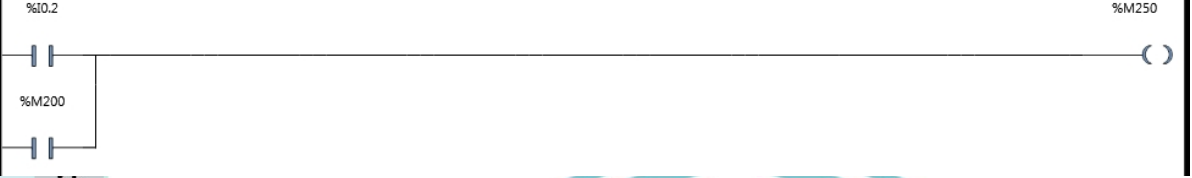


8 - SCADA

Master Task

© Politeknik Negeri Jakarta

Rung1



Variables used:

- %I0.2
- %M200
- %M250

- SS_A/M
- SC_Auto
- Auto

Rung2



Variables used:

- %I0.3
- %M201
- %M251

- PB_Start
- SC_Start
- Start

Rung3

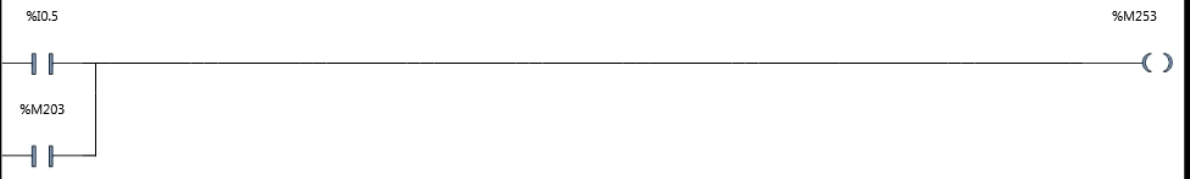


Variables used:

- %I0.4
- %M202
- %M252

- PB_Stop
- SC_Stop
- Stop

Rung3



Variables used:

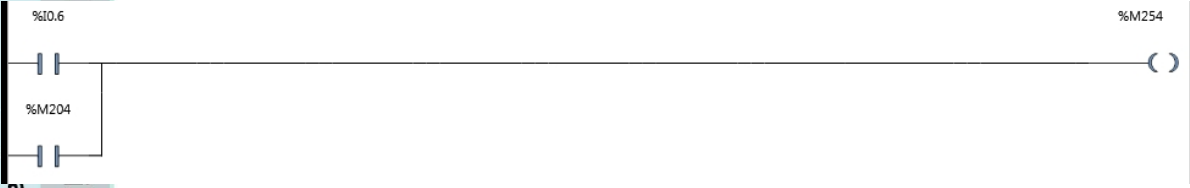
- %I0.5
- %M203
- %M253

- PB_SpeedUp
- SC_Up
- Speed Up

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



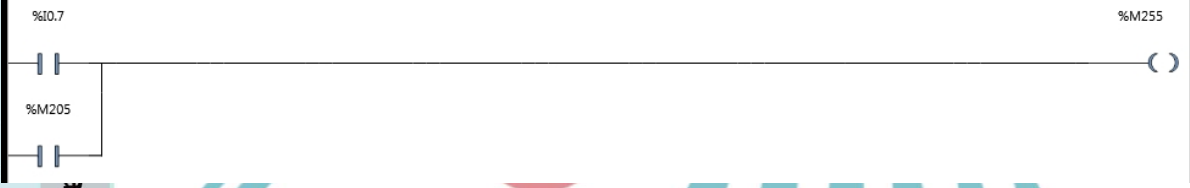
Rung5



Variables used:

- %I0.6 PB_SpeedDown
- %M204 SC_Down
- %M254 Speed Down

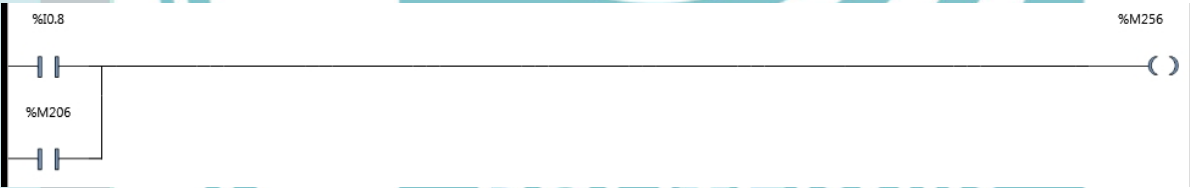
Rung6



Variables used:

- %I0.7 SS_Forward
- %M205 SC_Fwd
- %M255 Forward

Rung6



Variables used:

- %I0.8 SS_Reverse
- %M206 SC_Rvrs
- %M256 Reverse

Rung7



Variables used:

- %M216 SC_Manual
- %M400

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah,pennisan Laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta