



LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

No. PM	7.5.21/L3
Revisi	2
Tanggal	1 Juli 2010
Halaman	2/2

Nama : Haidar Taqy Kelas : EK-3A NIM : 3.32.20.0.13	Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi dengan HMI (<i>Human Machine Interface</i>) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (<i>Modular Production System</i>)	
No	Uraian	Tanda tangan Penguji
1.	Hal 54 Indikator objek diketahui baik & benar → itu apakah? dan bagaimana? baik ... benar ... bates awalnya ...	
7.	Hal. 62 - 63 Sentuhan bukti perekaman hasil	
3.	Kelarahan sistem dimulai dari dalam Saran.	
9.	Catatan revisi yg masih sayang diambil	

Semarang, 16 Agustus 2023
Penguji III


Septiantar Tebe N, S.T., M.Tr.T
NIP 199009142022031008

**RANCANG BANGUN PENGATUR PROSES INSPEKSI
DENGAN HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*)
BERBASIS PLC PADA ALAT PERAGA MPS
(*MODULAR PRODUCTION SYSTEM*)**



**DISUSUN OLEH
DAYU SAKSENO 3.32.20.0.07
HAIDAR TAQY 3.32.20.0.13**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI SEMARANG
2023**

**RANCANG BANGUN PENGATUR PROSES INSPEKSI
DENGAN HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*)
BERBASIS PLC PADA ALAT PERAGA MPS
(*MODULAR PRODUCTION SYSTEM*)**



**Tugas akhir ini dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan
menjadi ahli madya**

**DISUSUN OLEH
DAYU SAKSENO 3.32.20.0.07
HAIDAR TAQY 3.32.20.0.13**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Kami menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN PENGATUR PROSES INSPEKSI DENGAN HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE) BERBASIS PLC PADA ALAT PERAGA MPS (MODULAR PRODUCTION SYSTEM)”** yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Ahli Madya Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, sejauh yang kami ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di lingkungan Politeknik Negeri Semarang maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Semarang, 16 Agustus 2023

Dayu Sakseno
NIM 3.32.20.0.07

Haidar Taqy
NIM 3.32.20.0.13

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir dengan judul “**RANCANG BANGUN PENGATUR PROSES INSPEKSI DENGAN HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*) BERBASIS PLC PADA ALAT PERAGA MPS (*MODULAR PRODUCTION SYSTEM*)**” dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Ahli Madya pada Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang dan disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tugas akhir.

Semarang, 16 Agustus 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Sihono, S.T., M.Eng.
NIP 196012281986021001

Aminuddin Rizal, S.T., M.Sc.
NIP 199305282022031004

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Elektronika,

Ilham Sayekti, S.T.,M.Kom.
NIP 196209051985031003

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul “**RANCANG BANGUN PENGATUR PROSES INSPEKSI DENGAN HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*) BERBASIS PLC PADA ALAT PERAGA MPS (*MODULAR PRODUCTION SYSTEM*)**” telah dipertahankan dalam ujian wawancara dan diterima sebagai syarat untuk menjadi Ahli Madya pada Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang pada tanggal 16 Agustus 2023.

Tim penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

Suryono, S.T., M.Eng. **Bangun Krishna, S.T., M.Eng.** **Septiantar Tebe N, S.T., M.Tr.T**
NIP 196201291989031001 NIP 195910111985031004 NIP 199009142022031008

Ketua,

Sekretaris,

Sihono, S.T., M.Eng.
NIP 196012281986021001

Sasongko, Drs., M.Hum.
NIP 195901191988031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro:

Yusnan Badruzzaman, S.T., M.Eng.
NIP 197503132006041001

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN PENGATUR PROSES INSPEKSI DENGAN HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE) BERBASIS PLC PADA ALAT PERAGA MPS (MODULAR PRODUCTION SYSTEM)”**. Tugas akhir ini dibuat dengan tujuan memenuhi persyaratan kelulusan Program Diploma III Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang. Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentu tak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat kepada semua pihak yang telah membantu. Pihak-pihak yang terkait di antaranya sebagai berikut:

1. Bapak Prof. Dr. Totok Prasetyo B.Eng (Hons), M.T., IPU, ASEAN.Eng., ACPE selaku Direktur Politeknik Negeri Semarang
2. Bapak Yusnan Badruzzaman, S.T, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang
3. Bapak Ilham Sayekti, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang
4. Bapak Dadi, S.T., M.Eng selaku Wali Kelas Elektronika A yang telah memberikan arahan terkait tugas akhir ini.
5. Bapak Sihono, S.T., M.Eng selaku Pembimbing I dan Bapak Aminuddin Rizal, S.T., M.Sc. selaku Pembimbing II yang telah membimbing tugas akhir ini hingga selesai.
6. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Elektronika yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
7. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dan doa.
8. Seluruh teman – teman mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika yang telah membantu serta memberikan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Semarang, 16 Agustus 2023

Dayu dan Haidar

ABSTRAK

Dayu Sakseno dan Haidar Taqy, “Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)”, Tugas Akhir DIII Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, dibawah bimbingan Sihono, S.T., M.Eng dan Aminuddin Rizal, S.T., M.Sc, 08-2023, 67.

Kemajuan zaman memaksa pelaku industri untuk meningkatkan teknologinya dalam proses produksi. Sistem otomasi dan *continuous process* merupakan proses yang sekarang ini banyak digunakan karena efisiensinya dalam dunia industri. Pada Laboratorium Robotika Program Studi Teknik Elektronika terdapat alat peraga MPS yang memiliki berbagai macam proses. Dimulai dari *Inlet lifter*, *Supply process*, *Inspection Process*, *Assambly Process*, *Clasification process*, *Robot process*, *Fabrication Process*, *Storage Process*, hingga *Outlet Lifter* yang dikendalikan menggunakan arduino. Pada tugas akhir ini hanya mengambil bagian *Inspection Process* dengan pengendali diubah menjadi PLC dengan menggunakan komponen tambahan berupa Modul I/O N4D3E16 sebagai *extended pin* pada PLC yang akan dikomunikasikan menggunakan Modbus RTU. Masukan berupa sensor: *proximity*, *photoelectric*, *fiber optic*, dan potensiometer linier, kemudian luaran berupa relai, motor, dan aktuator silinder, serta HMI sebagai antarmuka kontrol dan indikator pada sistem. Cara kerja dari alat in yaitu ketika objek yang diukur sesuai dengan ketentuan, maka akan lanjut ke bagian proses selanjutnya. Dan apabila objek tidak sesuai, maka objek akan dibuang ke tempat pembuangan dengan kontrol dan indikator pada HMI. Hasil dari alat ini berjalan dengan baik dan merupakan alat peraga yang sesuai dengan dunia otomasi industri.

Kata kunci: MPS, Proses inspeksi, PLC, N4D3E16, Modbus RTU

ABSTRACT

Dayu Sakseno and Haidar Taqy, “Design of PLC-Based Inspection Process Regulator with HMI (Human Machine Interface) on Teaching Aids MPS (Modular Production System)”, Final Project DIII Departement of Electronics Engineering, Semarang State Polytechnic, under the guidance of Sihono, S.T., M.Eng and Aminuddin Rizal, S.T., M.Sc, 08-2023, 67.

The advancement of time compels industrial players to enhance their technology in the production process. Automation systems and continuous processes are now widely used in the industrial world due to their efficiency. In the Robotics Laboratory of the Electronics Engineering Program, there is a demonstration tool called MPS that encompasses various processes. These processes include Inlet Lifter, Supply Process, Inspection Process, Assembly Process, Classification Process, Robot Process, Fabrication Process, Storage Process, and Outlet Lifter, all controlled using Arduino. In this final project, we focus only on the Inspection Process, where the controller is modified to be a PLC using an additional component, the N4D3E16 I/O Module, which acts as an extended pin on the PLC and communicates using Modbus RTU. The inputs consist of sensors: proximity, photoelectric, fiber optic, and linear potentiometer, while the outputs include relays, motors, and cylinder actuators, along with an HMI as the control interface and indicator for the system. The functioning of this tool is such that when the measured object meets the specified criteria, it proceeds to the next stage of the process. If the object does not meet the criteria, it will be discarded into a disposal container with control and indicators displayed on the HMI. The results of this tool work well and serve as a suitable demonstration tool for the world of industrial automation.

Keywords: MPS, Inspection process, PLC, N4D3E16, Modbus RTU

DAFTAR ISI

JUDUL	i
JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRAK</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR LAMBANG	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Perumusan Masalah	2
1.1.2 Manfaat	2
1.1.3 Tujuan	3
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	8
BAB III KEGIATAN PELAKSANAAN	29

3.1 Tahap Perancangan	29
3.1.1 Diagram Blok	29
3.1.2 Cara Kerja Sistem	30
3.1.3 Antarmuka Modul I/O.....	30
3.2 Tahap Pembuatan	31
3.2.1 Perangkat Keras	31
3.2.2 Perangkat Lunak.....	39
3.2.3 Pentunjuk Pengoperasian Alat	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Hasil	53
4.1.1 Hasil Kinerja Perangkat Masukan.....	53
4.1.2 Hasil Kinerja Waktu Tunda Modul I/O Modbus	54
4.1.3 Hasil Kinerja Waktu Tunda HMI.....	56
4.1.4 Hasil Kinerja Keseluruhan	57
4.1.5 Cara Kerja Keseluruhan	58
4.2 Pembahasan.....	61
4.2.1 Kinerja Perangkat Masukan	61
4.2.2 Kinerja Waktu Tunda Modul I/O Modbus.....	62
4.2.3 Kinerja Waktu Tunda HMI	63
4.2.4 Kinerja Keseluruhan Alat.....	63
BAB V KESIMPULAN.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Tinjauan Pustaka	7
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor objek <i>proximity</i> induktif PRL 12-4DN.....	9
Tabel 2.3 Spesifikasi sensor objek <i>photoelectric</i> BPS3M-TDT	10
Tabel 2.4 Spesifikasi sensor objek <i>photoelectric</i> BR100-DDT	11
Tabel 2.5 Spesifikasi sensor <i>reed switch</i> TPC W8H.....	11
Tabel 2.6 Spesifikasi potensiometer linier Minor KTR-50mm	12
Tabel 2.7 Spesifikasi <i>pressure switch</i> sensor PSA-V01	13
Tabel 2.8 Spesifikasi sensor objek <i>fiber optic</i> BF3RX.....	14
Tabel 2.9 Spesifikasi relai Kacon HR710-2PL-24VDC	15
Tabel 2.10 Spesifikasi motor DC RB-35GM 02	15
Tabel 2.11 Spesifikasi lampu inidikator model tower STA-TB-02	16
Tabel 2.12 Spesifikasi PLC LE3U 24MT	23
Tabel 2.13 Spesifikasi modul I/O modbus N4D3E16.....	24
Tabel 2.14 Spesifikasi HMI Samkoon EA-070B.....	25
Tabel 2.15 Spesifikasi catu daya Mean well DR-60-24.....	27
Tabel 2.16 Spesifikasi IC LM317	28
Tabel 3.1 Antarmuka sensor dan aktuator dengan modul I/O	30
Tabel 4.1 Tabel pengukuran sensor digital	53
Tabel 4.2 Tabel pengukuran sensor ketebalan objek	54
Tabel 4.3 Tabel pengukuran kinerja waktu tunda modul I/O Modbus	54
Tabel 4.4 Tabel pengukuran kinerja waktu tunda HMI	56
Tabel 4.5 Waktu kerja sistem keseluruhan	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Sensor objek <i>proximity</i> induktif dan (b) simbol	9
Gambar 2.2 (a) Sensor objek <i>photoelectric</i> dan (b) simbol	10
Gambar 2.3 (a) Sensor objek <i>photoelectric</i> dan (b) simbol	11
Gambar 2.4 (a) Sensor <i>reed switch</i> dan (b) simbol	12
Gambar 2.5 (a) Potensiometer linier dan (b) simbol.....	12
Gambar 2.6 (a) <i>Pressure switch</i> sensor dan (b) simbol	13
Gambar 2.7 (a) Sensor objek <i>fiberopctic</i> dan (b) simbol	14
Gambar 2.8 (a) Relai DPDT dan (b) symbol	15
Gambar 2.9 (a) Motor DC dan (b) simbol.....	16
Gambar 2.10 (a) <i>Buzzer</i> dan (b) simbol	16
Gambar 2.11 (a) Lampu indikator model tower dan (b) simbol	17
Gambar 2.12 (a) Kompresor dan (b) simbol	17
Gambar 2.13 (a) <i>Filter regulator</i> dan (b) simbol.....	18
Gambar 2.14 (a) <i>Single solenoid valve 5/2 way</i> dan (b) simbol.....	19
Gambar 2.15 (a) <i>Double solenoid valve 5/2 way</i> dan (b) simbol.....	19
Gambar 2.16 (a) <i>Vacuum pad</i> dan (b) simbol.....	19
Gambar 2. 17 (a) <i>Vacuum</i> ejektor dan (b) simbol.....	20
Gambar 2.18 (a) Aktuator silinder dan (b) simbol.....	20
Gambar 2.19 (a) Aktuator Silinder <i>Rotary</i> dan (b) simbol	21
Gambar 2.20 Diagram prinsip kerja PLC	22
Gambar 2.21 (a) PLC LE3U 24MT dan (b) <i>wire</i> PLC LE3U.....	23
Gambar 2. 22 Modul I/O modbus N4D3E16	25
Gambar 2.23 Samkoon EA-070B	25
Gambar 2.24 <i>Software</i> GXWorks2	26
Gambar 2.25 <i>Software</i> Samdraw.....	26
Gambar 2.26 Diagram blok catu daya penyearah	27
Gambar 2.27 Catu daya Mean Well DR-60-24.....	28
Gambar 2.28 Modul <i>Step Down</i>	28
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem pada Proses Inspeksi	29
Gambar 3.2 Proses inspeksi tampak depan	32
Gambar 3.3 Proses inspeksi tampak serong kanan	32

Gambar 3.4 Proses inspeksi tampak serong kiri	32
Gambar 3.5 Diagram pengawatan masukan pada modul I/O	34
Gambar 3.6 Diagram pengawatan sensor ketebalan pada PLC	35
Gambar 3.7 Diagram pengawatan luaran pada proses inspeksi.....	36
Gambar 3.8 Diagram pengawatan sistem pneumatik.....	38
Gambar 3.9 Pengawatan modul I/O dengan PLC	38
Gambar 3.10 Diagram pengawatan HMI	39
Gambar 3.11 Diagram pengawatan catu daya.....	39
Gambar 3.12 (a) Diagram alir baca tombol dan (b) diagram alir proses inspeksi	40
Gambar 3.13 Tampilan <i>toolbar</i> GXWorks2	41
Gambar 3.14 Tampilan <i>new project</i> GXWorks2	41
Gambar 3.15 Tampilan <i>navigation</i> GXWorks2	41
Gambar 3.16 Tampilan <i>transfer setup connection1</i> GXWorks2	42
Gambar 3.17 Tampilan <i>connection test</i> GXWorks2	42
Gambar 3.18 Tampilan <i>compile</i> GXWorks2	42
Gambar 3.19 Tampilan <i>write to PLC</i> GXWorks2	43
Gambar 3.20 Tampilan <i>execute</i> GXWorks2	43
Gambar 3.21 Tampilan awal SamDraw 5.0.....	44
Gambar 3.22 Tampilan <i>toolbar</i> GXWorks2	44
Gambar 3.23 Tampilan <i>new project</i> SamDraw 5.0.....	44
Gambar 3.24 Tampilan <i>New Link</i> SamDraw 5.0	45
Gambar 3.25 Tampilan <i>New Screen</i> SamDraw 5.0.....	45
Gambar 3.26 Tampilan <i>Project Manager</i> SamDraw 5.0	46
Gambar 3.27 Tampilan <i>Communication port attributes</i> SamDraw 5.0.....	46
Gambar 3.28 Tampilan <i>Project Manager</i> SamDraw 5.0	47
Gambar 3.29 Tampilan <i>New Screen</i> SamDraw 5.0.....	47
Gambar 3.30 Tampilan <i>Save</i> SamDraw 5.0.....	47
Gambar 3.31 Tampilan Tab <i>Download</i> SamDraw 5.0.....	48
Gambar 3.32 Tampilan <i>Download</i> ke HMI Samkoon EA-7.0B.....	48
Gambar 3.33 Menghubungkan catu daya ke jala – jala 220VAC.....	49
Gambar 3.34 Menghidupkan kompresor.....	49
Gambar 3.35 Menyalakan tuas angin kompresor.....	49

Gambar 3.36 Menyalakan catu daya sistem.....	50
Gambar 3.37 Tampilan layar simulasi alat pada HMI	50
Gambar 3.38 Tampilan pada tempat pengisian.....	50
Gambar 3.39 Nyala lampu kuning pada lampu indikator model tower	50
Gambar 3.40 Nyala lampu hijau pada lampu indikator model tower	51
Gambar 3.41 Tampilan indikator barang baik atau tidak baik.....	51
Gambar 3.42 Nyala lampu hijau dan kuning pada lampu indikator model tower	51
Gambar 3.43 Buzzer hidup indikator sistem berhenti keseluruhan.	52
Gambar 3.44 Nyala lampu merah pada lampu indikator model tower	52
Gambar 4.1 (a) Bentuk alat tampak atas dan (b) tampilan HMI.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Diagram Blok
- Lampiran 2 Diagram Alir
- Lampiran 3 Diagram Rangkaian
- Lampiran 4 Rangkaian Keseluruhan
- Lampiran 5 Diagram Pneumatik
- Lampiran 6 Daftar Komponen
- Lampiran 7 Desain Mekanik
- Lampiran 8 Program
- Lampiran 9 Datasheet

DAFTAR LAMBANG

V	= Volt
VDC	= Volt direct current
VAC	= Volt alternating current
Ω	= Ohm
Mm	= millimeter
mA	= mili ampere
A	= Ampere
Hz	= hertz
Ms	= milisecond
Nm	= nanometer
M	= meter
W	= watt
kPa	= kilopascal
s	= secon
Bps	= Bit per secon

DAFTAR SINGKATAN

PLC	= <i>Programmable Logic Controller</i>
MPS	= <i>Modular Production System</i>
HMI	= <i>Human Machine Interface</i>
I/O	= <i>Input Output</i>
SCADA	= <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
AC	= <i>Alternating Current</i>
NPN	= Negatif-Positif-Negatif
LED	= <i>Light Emitting Diode</i>
RPM	= <i>Revolution Per Minute</i>
DPDT	= <i>Double Pole Double Throw</i>
NO	= <i>Normally Open</i>
NC	= <i>Normally Close</i>
CPU	= <i>Central Processing Unit</i>
A/D	= <i>Analog to Digital</i>
D/A	= <i>Digital to Analog</i>
RTU	= <i>Remote Terminal Unit</i>
UART	= <i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>
CRC	= <i>Cyclic Redundancy Check</i>
RS	= <i>Recommended Standard</i>
SMPS	= <i>Switch Mode Power Supply</i>
IC	= <i>Integrated Circuit</i>
RS	= <i>Reed Switch</i>
PS	= <i>Pressure Sensor</i>
PE	= <i>Photoelectric</i>
IP	= <i>Inductive Proximity</i>
FO	= <i>Fiberoptic</i>
SSV	= <i>Single Solenoid Valve</i>
DSV	= <i>Double Solenoid Valve</i>

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri adalah sektor atau kegiatan ekonomi yang berkaitan dengan pengolahan atau produksi bahan baku atau pembuatan produk jadi dengan menggunakan keterampilan, tenaga kerja, serta penggunaan alat-alat di bidang pengolahan dan pemasaran hasil produksi. Kemajuan teknologi terkini memaksa para pelaku industri untuk ikut berkembang dalam proses pengolahan agar dapat bersaing antar perusahaan yang ada. Perusahaan sekarang rata rata menerapkan *continuous process* dalam menghasilkan produk jadi. Yang mana hal tersebut memiliki efisiensi yang tinggi karena menggunakan teknologi terbarukan daripada menggunakan tenaga manusia.

Teknologi yang terdapat di dunia industri dapat kita terapkan juga untuk pembelajaran dalam dunia pendidikan. Salah satu hal yang dapat kita pelajari adalah *Modular Production System* (MPS). MPS bisa dikatakan sebagai alat peraga dalam dunia industri yang digunakan untuk mengolah bahan baku. Menurut (Taufiq, S.ST., 2017) *Modular Production System* adalah sebuah unit stasiun terdiri dari komponen-komponen industri berupa komponen pneumatik dan elektrik dengan pengendali *Programmable Logic Controller* (PLC) yang diarahkan untuk pelatihan kejuruan yang berorientasi ke industri. Penerapan pembelajaran ini merupakan salah satu cara untuk mempersiapkan mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja.

Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang memiliki alat peraga MPS yang digunakan sebagai pembelajaran mahasiswa. MPS di Politeknik Negeri Semarang memiliki beberapa proses, salah satunya adalah bagian *inspection process*. Pada bagian ini adalah proses untuk memastikan ukuran objek sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan dengan bantuan sensor potensiometer linear. Penggunaan bagian ini dalam industri menghasilkan produktivitas kinerja yang lebih presisi dan efisien. Berdasarkan uraian diatas, maka diusulkan tugas akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)**”. Pada alat peraga yang terdapat di Politeknik Negeri Semarang menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengandalinya. Pada tugas akhir ini akan diubah pengandalinya menggunakan PLC dengan tampilan

pada *Human Machine Interface (HMI)*. Sistem ini menggunakan jaringan komunikasi serial modbus untuk mengirim data agar dapat menyambungkan beragam proses pada alat peraga MPS. PLC akan dioperasikan sebagai master dan modul *Input/Output* sebagai *slave*. Modul I/O digunakan sebagai antarmuka sensor dan aktuator kepada PLC. Digunakannya PLC untuk memudahkan komunikasi antara satu proses dengan proses lain menggunakan komunikasi serial modbus dan juga memudahkan penyambungan HMI sebagai antarmuka tampilan dan kontrol.

1.1.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka ada beberapa rumusan masalah yang harus diperhatikan yaitu:

1. Bagaimana cara kerja komponen masukan pada proses inspeksi *Modular Production System*?
2. Berapa nilai ADC pengukuran ketebalan objek pada proses inspeksi *Modular Production System*?
3. Bagaimana cara kerja komunikasi serial modbus antara *Programmable Logic Controller (PLC)* sebagai master dengan modul I/O N4D3E16 sebagai *slave*?
4. Bagaimana cara kerja komunikasi serial antara *Programmable Logic Controller (PLC)* dengan *Human Machine Interface (HMI)*?
5. Bagaimana cara kerja keseluruhan proses inspeksi pada *Modular Production System (MPS)*?

1.1.2 Manfaat

Manfaat yang didapat dari tugas akhir ini yaitu:

1. Memahami cara kerja alat peraga *Modular Production System* pada bagian *inspection process*.
2. Memahami cara kerja komponen alat peraga *Modular Production System* pada bagian *inspection process*.
3. Memahami cara kerja komunikasi serial modbus antara *Programmable Logic Controller* dan modul I/O N4D3E16.
4. Memahami pemrograman *Programmable Logic Controller* dan *Human Machine Interface*.

5. Efisiensi pengontrol/master karena dapat digunakan di berbagai proses pada *Modular Production System*.

1.1.3 Tujuan

Tujuan dari perancangan tugas akhir ini yaitu:

1. Menjalankan alat peraga *Modular Production System* pada bagian *inspection process*.
2. Membuat program *Programmable Logic Controller* dan *Human Machine Interface* pada bagian *inspection process*.
3. Mengetahui cara kerja *inspection process* barang berdasarkan bentuk ukuran objek.
4. Menghubungkan antara *Programmable Logic Controller*, *Human Machine Interface*, dan modul I/O N4D3E16 dengan menggunakan komunikasi serial.

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, batasan masalah dari tugas akhir adalah:

1. Objek dibatasi dengan berbentuk tabung dan berbahan logam atau plastik.
2. Pada bagian *inspection process*, kerja alat hanya bisa menyeleksi objek sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
3. Mengaplikasikan *Human Machine Interface* sebagai antar muka tombol kontrol dan tampilan indikator.

1.3 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan pengelompokan menurut isi dalam beberapa bab. Bagian yang dapat berdiri sendiri dipisahkan dengan bagian yang lain dan ditempatkan dalam bab tersendiri dengan maksud mempermudah pemahaman. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, manfaat, tujuan yang diharapkan, batasan masalah dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka berisi tentang penjelasan mengenai teori-teori penunjang yang dijadikan landasan dalam mengerjakan tugas akhir.

BAB III KEGIATAN PELAKSANAAN

Bab III Kegiatan Pelaksanaan berisi tentang tahap perancangan, tahap pembuatan, dan cara kerja alat yang dibuat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV Hasil dan Pembahasan berisi tentang pembahasan hasil percobaan, serta pembahasan analisa hasil percobaan.

BAB V PENUTUP

Bab V Penutup berisi tentang kesimpulan secara keseluruhan dari hasil analisis dan saran dalam rangka memperbaiki dan menyempurnakan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka berisi sumber-sumber, jurnal, studi pustaka, yang penulis cantum dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Lampiran berisi data atau pelengkap atau hasil olahan yang menunjang penulisan laporan tugas akhir tetapi tidak dicantumkan di dalam isi tugas akhir, karena akan mengganggu kesinambungan penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Berkaitan dengan judul “Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (*Human Machine Interface*) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (*Modular Production System*)” berikut ini dikemukakan beberapa penelitian yang berhubungan dengan tugas akhir ini:

[1] (Hamdani, Idris, & Sofyan, 2020). Pengontrolan I/O Via Komunikasi Modbus Master Dan Modbus Slave PLC TM221 Berbasis Scada. Pada jurnal perancangan dan penelitian ini melakukan pengamatan komunikasi data dengan menggu protokol komunikasi modbus untuk komunikasi antara master dan *slave*. Rancangan sistem komunikasi antara PLC ke PLC menggunakan jaringan *ethernet*. Fasilitas komunikasi *ethernet* dari PLC, dijadikan sebagai *input* jaringan internet pada SCADA melalui konfigurasi antar PLC dengan SCADA. Sistem terdiri dari PLC Schneider Modicon M221 untuk master, PLC Schneider Modicon TM221 sebagai *slave*, saklar ON/OFF, sensor saklar alir, dan sensor level silo sebagai masukan serta motor vibrator 1 fasa dan motor *fan* untuk luaran. Prinsip kerjanya saat saklar start ditekan, menjalankan motor Fan, jika hembusan angin dideteksi oleh sakar alir maka motor vibrator akan bekerja. Jika sensor level silo terdeteksi penampung telah penuh, maka motor vibrator akan mati terlebih dahulu sebelum motor *fan* mati.

[2] (Imnadir & Zai, 2022). Penerapan PLC HMI (*Human Machine Interface*) Untuk Monitoring Objek Pada Sistem Pengisian Minuman Ke Dalam Botol. Pada penelitian jurnal ini melakukan pengembangan teknologi PLC (*Programmable Logic Controller*) dan HMI (*Human Machine Interface*) untuk monitoring objek pada pengisian minuman botol. Menggunakan HMI untuk memberikan visualisasi bahkan pengendalian pada proses pengisian minuman ke dalam botol. Pada penelitian ini menggunakan sensor *proximity* untuk mendeteksi botol, *relay* 24V sebagai luaran untuk menggerakkan motor DC 12V, PLC Omron CP1E, serta HMI Omron NS5. Pemrograman pada HMI menggunakan *software* CX Designer untuk merancang tampilan HMI pada pengisian minuman kedalam botol. Hasil HMI menampilkan proses pengisian minuman ke dalam botol dengan waktu yang bervariasi yaitu 2 detik, 3,5 detik serta 5,5 detik.

[3] (Irvani & Linanda, 2021). Dalam laporan tugas akhir ini, penulis menerapkan penggunaan PLC untuk alat peraga MPS (*Modular Production System*) pada proses *inlet lifter*, *supply process* dan *inspection process*. Komponen tambahan yang digunakan berupa modul I/O yang akan dioperasikan menggunakan protokol komunikasi serial RS-232. Komponen yang digunakan berupa sensor *proximity*, *fiber optic*, *reed switch*, *pressure sensor*, LVDT, dan *photoelectric* untuk masukan. Sedangkan untuk luaran berupa relai yang digunakan untuk menggerakkan motor konveyor, *solenoid valve* yang digunakan untuk menggerakkan aktuator silinder, dan *tower light*. Komunikasi antara bagian tiap bagian proses menggunakan komunikasi eternet untuk jaringan lokal dengan kecepatan hingga 100 Gigabit per detik. PLC yang digunakan adalah Wago dengan waktu kinerja sistem mencapai 24 detik pada *inspection process*.

[4] (Pratama & Nur'Aini, 2022). Dalam laporan tugas akhir ini, penulis menggunakan mikrokontroler arduino nano untuk mengendalikan alat peraga MPS (*Modular Production System*) pada bagian *inspection process* dan *assembly process*. Mikrokontroler arduino yang dikomunikasikan menggunakan pin SDA dan SCL pada modul MCP23017 untuk memperbanyak pin *input* maupun *output* yang ada pada arduino. Untuk komunikasi antar *station* menggunakan modul RS-485. Komponen yang digunakan berupa sensor *proximity*, *fiber optic*, *reed switch*, *pressure sensor*, LVDT, dan *photoelectric* untuk masukan. Sedangkan untuk luaran berupa relai yang digunakan untuk menggerakkan motor konveyor, *solenoid valve* yang digunakan untuk menggerakkan aktuator silinder, dan *tower light*. Waktu kinerja sistem pada *inspection process* membutuhkan waktu 25 detik.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, maka diusulkan suatu alat dengan judul “Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (*Human Machine Interface*) Berbasis PLC Pada Alat Peraga (*Modular Production System*)”. Alat ini berbentuk *Modular Production System* dengan kendali utama PLC Lollette 24 MT. Dengan masukan berupa tombol, sensor *inductive proximity* yang digunakan untuk mendeteksi palet, *reed switch* mendeteksi gerak aktuator, *photoelectric* dan *fiber optic* untuk mendeteksi objek, dan sensor tekanan. Untuk luaran berupa *relay* yang digunakan untuk mengendalikan motor agar dapat menggerakkan konveyor, *solenoid valve* untuk mengendalikan aktuator *pneumatic*, ditambah dengan LED

dan *buzzer*. Tugas akhir ini merupakan topik baru dan berikut adalah perbandingan artikel yang ada dengan tugas akhir yang dibuat, ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

Perbandingan	[1]	[2]	[3]	[4]	Yang akan digunakan
Masukan					
<i>Push Button Switch</i>	√		√	√	
Sensor Level Silo	√				
<i>Sensor Proximity</i>		√	√	√	√
<i>Emergency Button</i>			√	√	
<i>Reed switch</i>			√	√	√
<i>Photoelectric</i>			√	√	√
Sensor Fiber Optik			√	√	√
Sensor Potensiometer Linier			√	√	√
Sensor Tekanan			√	√	√
Pemroses					
PLC Schneider Modicon M221	√				
PLC Schneider Modicon TM221	√				
PLC Omron CP1E		√			
HMI Omron NS5		√			
PLC Wago			√		
Arduino Nano				√	
PLC LE3U 24MT					√
HMI Samkoon EA 070B					√
Luaran					
Motor Vibrator 1 fasa	√				
Motor <i>Fan</i>	√				
<i>Relay</i>		√	√	√	√

Motor DC		√	√	√	√
Buzzer			√	√	√
Solenoid Valve Single Acting			√	√	√
Solenoid Valve Double Acting			√	√	√
Aktuator Silinder			√	√	√
Tower Light			√	√	√
Keterangan:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengontrolan I/O Via Komunikasi Modbus Master Dan Modbus Slave PLC TM221 Berbasis SCADA. 2. Penerapan PLC HMI (<i>Human Machine Interface</i>) Untuk Monitoring Objek Pada Sistem Pengisian Minuman Ke Dalam Botol. 3. <i>Inlet Lifter, Supply Process and Inspection Prosess in Mini Modular Production System (MPS) Based On Programmable Logic Controllers (PLC)</i> 4. Alat Peraga <i>Modular Production System</i> untuk <i>Inspection Process</i> dan <i>Assembly Process</i> Menggunakan Arduino Nano 					

2.2 Dasar Teori

Pada tugas akhir ini menggunakan komponen masukan berupa sensor *proximity* induktif, sensor *photoelectric*, sensor *reed switch*, potensiometer *linier*, sensor tekanan, dan sensor *fiber optic*. Untuk komponen luaran berupa relai, motor DC, lampu (*tower light*), buzzer dan sistem pneumatik. Sedangkan komponen pemroses menggunakan PLC LE3U 24 MT, modul I/O N4D3E16, dan HMI Samkoon EA 070B. Dan catu daya yang digunakan adalah SMPS 24 VDC.

2.2.1 Sensor Objek *Proximity* Induktif

Sensor proximity induktif adalah salah satu jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek tanpa adanya kontak fisik (Sendari, Wirawan, & Nasrulloh, 2021). Pada tugas akhir kali ini sensor proximity digunakan untuk mendeteksi lempengan logam pada bagian samping palet. Prinsip kerja sensor ini berdasarkan kondisi induksi medan magnet dengan objek logam. Sensor

yang digunakan adalah PRL12-4DN jenis NPN *open collector* dengan tegangan kerja 24V. Sinyal data yang dikeluarkan akan melalui kaki *collector* pada transistor yang terdapat dalam sensor. Ketika sensor mendeteksi adanya medan magnet, *main circuit* pada sensor akan mengirimkan sinyal pada kaki *basis* transistor sehingga transistor aktif sebagai saklar dengan kondisi kaki *collector* akan mendapatkan tegangan yang mendekati 0 dikarenakan kaki *emitter* terhubung dengan *ground*. Kondisi ini menyebabkan sensor aktif *low*. Sedangkan saat sensor tidak mendeteksi adanya medan magnet, transistor dalam kondisi *open* dengan tegangan pada kaki *collector* adalah 24V.

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor objek *proximity* induktif PRL 12-4DN

Spesifikasi	
Catu daya	12-24VDC
Tipe kabel	DC 3-wire
Diameter	21mm
Jarak pembacaan	4mm
Respon frekuensi	500Hz
Arus	Maks 10mA
Kontrol output	NPN <i>Normally open</i>



(a)

(b)

Gambar 2.1 (a) Sensor objek *proximity* induktif dan (b) simbol
(Sumber: <https://muscat-pneumatic.com/product-brands/autonics/page/20/>)

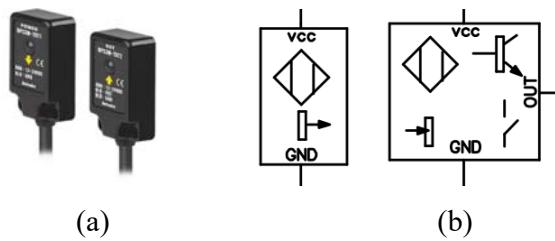
2.2.2 Sensor Objek *Photoelectric*

Sensor *photoelectric* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat. Alat ini menggunakan energi cahaya yang berasal dari energi listrik sebagai penginderanya (Kadirun, Hasanuddin, & Aryanto, 2016). Pada tugas akhir kali ini menggunakan dua buah sensor *photoelectric* guna untuk mendeteksi objek saat berada diatas palet dan objek berada pada bagian tempat inspeksi. Cara kerja sensor ini bagian *transmitter* akan mengirimkan sinyal berupa cahaya inframerah yang akan diterima oleh *receiver*.

Sensor *photoelectric* yang digunakan adalah BPS3M-TDT dan BR100-DDT jenis NPN *open collector* dengan tegangan kerja 24V. Pada sensor tipe BPS3M-TDT merupakan jenis *transmitted beam* yang menggunakan bagian *transmitter* dan *receiver* secara terpisah dengan pancaran cahaya membentuk garis lurus. Konfigurasi sensor yang digunakan adalah mode *dark on*, sehingga saat kondisi bagian *receiver* tidak menerima cahaya/gelap, *main circuit* pada sensor akan mengirimkan sinyal pada kaki *basis* transistor sehingga transistor aktif sebagai saklar dengan kondisi kaki *collector* akan mendapatkan tegangan yang mendekati 0 dikarenakan kaki *emitter* terhubung dengan *ground*. Kondisi ini menyebabkan sensor aktif *low*.

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor objek *photoelectric* BPS3M-TDT

Spesifikasi	
Catu daya	12-24VDC
Tipe kabel	DC 3-wire
Jarak sensing	3m, <i>Through-beam</i>
Arus	Maks 20mA
Kontrol output	NPN <i>Normally open</i>
Jenis cahaya	Inframerah LED(850nm)



Gambar 2.2 (a) Sensor objek *photoelectric* dan (b) simbol
(Sumber: <https://www.autonics.com/model/A1650000047>)

Sedangkan untuk tipe BR100-DDT merupakan jenis *diffuse reflective* dimana bagian *transmitter* dan *receiver* ditempatkan dalam satu bagian yang sama. Konfigurasi sensor yang digunakan adalah mode *light on*. Sehingga ketika sensor mendeteksi adanya objek, cahaya inframerah yang dikirim oleh *transmitter* akan dipantulkan pada objek sehingga akan diterima oleh *receiver*. Saat *receiver* menerima cahaya, *main circuit* pada sensor akan mengirimkan sinyal pada kaki *basis* transistor sehingga transistor aktif sebagai saklar dengan kondisi kaki

collector akan mendapatkan tegangan yang mendekati 0 dikarenakan kaki *emitter* terhubung dengan *ground*. Kondisi ini juga menyebabkan sensor aktif *low*.

Tabel 2.4 Spesifikasi sensor objek *photoelectric* BR100-DDT

Spesifikasi	
Catu daya	12-24VDC
Tipe kabel	DC 3-wire
Jarak sensing	100mm <i>Diffuse reflective</i>
Arus	Maks 45mA
Kontrol output	NPN <i>Open collector</i>
Jenis cahaya	Inframerah LED(940nm)



(a)

(b)

Gambar 2.3 (a) Sensor objek *photoelectric* dan (b) simbol

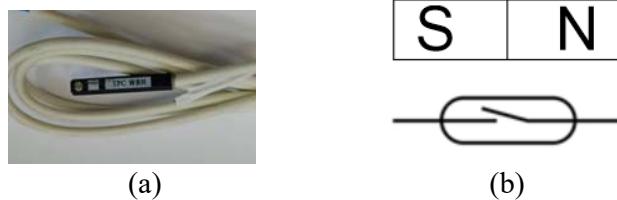
(Sumber: <https://www.monotaro.id/s023646292.html>)

2.2.3 Sensor *Reed Switch*

Reed Switch adalah sensor yang berfungsi juga sebagai saklar yang aktif atau terhubung apabila di area jangkauan nya terdapat medan magnet (Zainal, Hadi, & M, 2018). Pada tugas akhir kali ini, sensor *reed switch* dipasang untuk mendeteksi posisi piston pada aktuator dan terpasang pada bagian silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda. Reed switch tersusun atas lempengan metal yang terhubung dilingkupi tabung gelas, sehingga ketika tercipta medan magnet antara dua buah lempengan, lempengan tersebut tarik-menarik sehingga arus listrik dapat mengalir. Ketika medan magnet hilang lempengan kembali ke posisi semula dan jalur gerak arus kembali terputus. Sensor *reed switch* yang digunakan bertipe TPC W8H.

Tabel 2.5 Spesifikasi sensor *reed switch* TPC W8H

Spesifikasi	
Catu daya	24VDC
Arus	5-40mA
Waktu respon	1.2ms
Lampu	Nyala merah saat aktif
Tipe kabel	2 Kabel



Gambar 2.4 (a) Sensor *reed switch* dan (b) simbol

(Sumber: https://beecost.vn/cam-bien-tu-sensor-tpc-w8h-w9h-dung-cho-xy-lanh-khi-nen-p.2_1988250683)

2.2.4 Sensor Ketebalan Objek

Pada tugas akhir kali ini komponen untuk sensor ketebalan objek yang digunakan adalah potensiometer linier. Potensiometer adalah perangkat elektronika sejenis variable resistor yang dapat berubah-ubah nilai resistansinya ketika tuas pengaturnya berpindah secara linier maupun melingkar (Rizal, 2020). Pada potensiometer linier perubahan resistansinya berbanding lurus dengan sudut putar tangkai kontak gesernya. Potensiometer linier digunakan untuk pengukuran bagian inspeksi ketebalan bagian dalam objek. Potensiometer linier yang digunakan bertipe Minor KTR-50mm.

Tabel 2.6 Spesifikasi potensiometer linier Minor KTR-50mm

Spesifikasi	
Resistansi	0-1K5Ω
Arus	4-20mA
Catu daya	10VDC



Gambar 2.5 (a) Potensiometer linier dan (b) simbol

(Sumber: <http://www.cnminuo.com/en/product.html>)

2.2.5 Pressure Switch Sensor

Pada tugas akhir kali ini *pressure switch* sensor digunakan untuk mendeteksi tekanan udara yang terdapat pada bagian vakum untuk menghisap objek. Cara kerja dari sensor ini sebagai saklar aktif *high* atau aktif *low*. Ketika vakum sedang menghisap objek, tekanan udara pada selang merupakan nilai negatif yang kemudian dibandingkan dengan nilai tekanan udara positif yang diterhubung

dengan sensor *pressure switch* sehingga menghasilkan nilai selisih antara kedua tekanan udara. Ketika nilai selisih tekanan udara lebih rendah dari pengaturan sensor, maka *main circuit* pada sensor akan mengirimkan sinyal pada kaki *basis* transistor sehingga transistor aktif sebagai saklar dengan kondisi kaki *collector* akan mendapatkan tegangan yang mendekati 0 dikarenakan kaki *emitter* terhubung dengan *ground*. Kondisi ini menyebabkan sensor aktif *low*. *Pressure switch* sensor yang digunakan bertipe PSA-V01.

Tabel 2.7 Spesifikasi *pressure switch* sensor PSA-V01

Spesifikasi	
Catu daya	12-24VDC
Kisaran tekanan terukur	0.0-101.3kPa
Tipe koneksi	5 kabel (2m)
Arus	Maks 50mA
Kontrol output	NPN <i>open collector</i>
Jenis tekanan	Udara, bukan korosif



Gambar 2.6 (a) *Pressure switch* sensor dan (b) simbol

(Sumber: <https://www.autonics.com/model/A1900000013>)

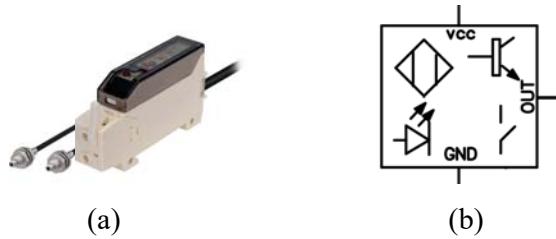
2.2.6 Sensor Objek *Fiber Optic*

Sensor objek *fiber optic* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat dengan transmisi data melalui serat fiber. Alat ini biasanya digunakan untuk menjangkau tempat yang terbatas. Pada tugas akhir kali sensor *fiber optic* digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek pada tempat pengisian. Cara kerja dari sensor ini bagian *transmitter* akan mengirimkan sinyal berupa cahaya inframerah yang akan diterima oleh *receiver* melalui serat fiber. Konfigurasi sensor yang digunakan adalah mode *light on*. Sehingga ketika sensor mendeteksi adanya objek, maka *main circuit* pada sensor akan mengirimkan sinyal pada kaki *basis* transistor sehingga transistor aktif sebagai saklar dengan kondisi kaki *collector* akan mendapatkan tegangan yang mendekati

0 dikarenakan kaki *emitter* terhubung dengan *ground*. Kondisi ini menyebabkan sensor aktif *low*. Sensor *fiber optic* yang digunakan bertipe BF3RX.

Tabel 2.8 Spesifikasi sensor objek *fiber optic* BF3RX

Spesifikasi	
Catu daya	12-24VDC
Kisaran tekanan terukur	0.0-101.3kPa
Tipe koneksi	4-kabel (2m)
Waktu respon	Maks 1ms
Arus	Maks 40mA
Kontrol output	NPN <i>open collector</i>
Sumber cahaya	LED merah (660nm)



Gambar 2.7 (a) Sensor objek *fiberoptic* dan (b) simbol

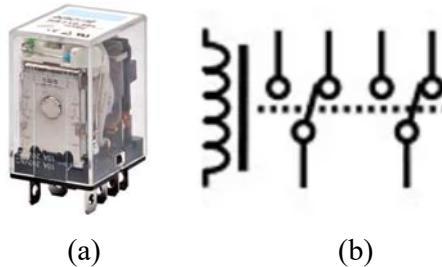
(Sumber: https://www.autonicsonline.com/product/product&product_id=898)

2.2.7 Relai

Relai adalah suatu komponen yang dipakai untuk mengontrol aliran arus yang sangat besar melalui tegangan kecil (Setiyo, 2017). Pada tugas akhir ini relai digunakan sebagai saklar pada motor DC 24V. Cara kerja dari relai adalah bagian relai terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian koil dan bagian kontak saklar. Ketika koil teraliri arus listrik, kontak akan aktif sesuai dengan konfigurasi kontak yang digunakan. Apabila konfigurasi yang digunakan adalah *normally open* (NO), maka kontak saklar akan terhubung sehingga aliran listrik akan mengalir pada kontak saklar. Sedangkan ketika konfigurasi yang digunakan adalah *normally close* (NC), maka kontak akan terputus sehingga tidak ada aliran listrik yang mengalir pada kontak saklar. Jenis relai yang digunakan adalah Kacon HR710-2PL-24VDC.

Tabel 2.9 Spesifikasi relai Kacon HR710-2PL-24VDC

Spesifikasi		
Koil	Catu daya	24VDC
	Konsumsi daya	0.9-1.5W, 1.2-2.5VA
Kontak	Konfigurasi kontak	DPDT(2P+2NO+2NC)
	Arus maks	10A
	Tegangan maks	125VDC/250VAC, 50/60Hz
	Kebutuhan minimum	100mA, 5VDC



Gambar 2.8 (a) Relai DPDT dan (b) symbol

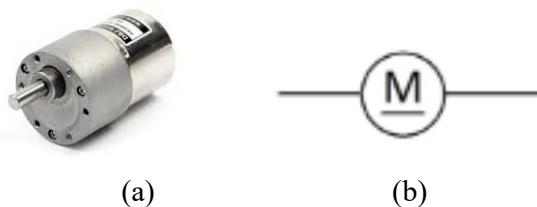
(Sumber: <https://www.productsforautomation.com/kacon-hr710-24vdc-mechanical-relay-p/hr710-2pl-24vdc.htm>)

2.2.8 Motor DC

Motor listrik DC atau DC motor adalah suatu perangkat yang mengubah energy listrik menjadi energy kinetic atau gerakan (Naim, 2021). Pada tugas akhir kali ini motor DC digunakan untuk menggerakkan konveyor . Cara Kerja Motor Listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak. Ketika arus listrik diberikan ke lilitan rotor, medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada rotor berinteraksi dengan medan magnet yang dihasilkan oleh gulungan stator yang diam. Interaksi ini menciptakan gaya yang mendorong rotor untuk bergerak. Hal ini menyebabkan putaran pada motor. Motor DC yang digunakan bertipe RB-35GM 02.

Tabel 2.10 Spesifikasi motor DC RB-35GM 02

Spesifikasi	
Catu daya	24 VDC
Arus	154mA
Torsi	35 g-cm
Kecepatan	5037RPM



Gambar 2.9 (a) Motor DC dan (b) simbol

(Sumber: <https://www.komachine.com/en/companies/d-j-with/products/81190-spur-gearied-motor-rb-35gm>)

2.2.9 Buzzer

Buzzer merupakan alat elektronik yang berfungsi mengubah tegangan listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerja dari *buzzer* menyerupai dengan speaker, di dalam speaker terdapat lilitan dan magnet, di mana jika lilitan magnet tersebut dialiri listrik, maka akan menimbulkan medan magnet yang berlawanan dengan kepingan magnet dipasang disekeliling lilitan tersebut, sehingga menghasilkan getaran yang dapat didengar oleh telinga manusia (Khakim, Afriliana, & Nurohim). Pada tugas akhir kali ini *buzzer* digunakan sebagai indikator tombol *emergency* bahwa sistem berhenti. Catu daya yang digunakan oleh *buzzer* ini adalah 24VDC.



Gambar 2.10 (a) Buzzer dan (b) simbol

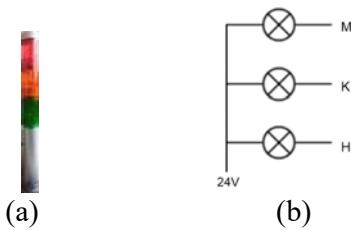
(Sumber: <https://www.pngwing.com/id/search?q=buzzer>)

2.2.10 Lampu Indikator Model Tower

Lampu indicator model tower adalah struktur kolom lampu yang ditumpuk satu sama lain. Lampu inidikator model tower terdiri dari tiga lampu dengan warna berbeda, yaitu merah, kuning, dan hijau. Pada tugas akhir kali ini lampu inidikator model tower digunakan untuk indikator program yang sedang bekerja. Lampu inidikator model tower yang digunakan bertipe STA-TB-02.

Tabel 2.11 Spesifikasi lampu inidikator model tower STA-TB-02

Spesifikasi	
Catu daya	24 VDC
Daya	2W
Warna	Merah, kuning, hijau



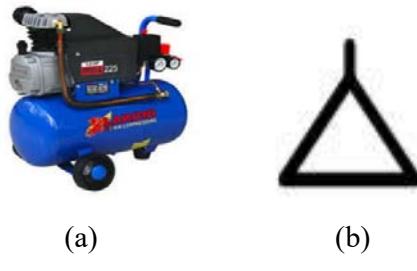
Gambar 2.11 (a) Lampu indikator model tower dan (b) simbol

2.2.11 Sistem Pneumatik

Prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah merubah energi yang terdapat pada udara bertekanan menjadi energi gerak, baik gerak translasi melalui silinder pneumatik, maupun gerak rotasi pada motor pneumatik (Sumbodo, 2017). Proses produksi udara bertekanan diawali dengan udara dari luar, kemudian dihisap komporesor yang kemudian akan ditampung dalam tabung, kemudian akan disebarluaskan melalui selang udara ke aktuator seperti silinder pneumatik atau motor pneumatik.

2.2.12 Kompresor

Kompresor digunakan untuk mengambil udara dari sekitar, untuk kemudian diberi tekanan di dalam tabung dan disalurkan kembali sebagai udara bertekanan. Tekanan udara ini berada dalam kompresor yang diaktifkan dengan cara menghidupkan penggerak motor listrik dan udara akan disedot oleh kompresor kemudian ditekan didalam tangka udara hingga mencapai tekanan beberapa bar (Husen & Surbakti, 2020). Ketika udara sudah mencukupi, kompresor akan menyalurkan ke seluruh katub hingga sampai ke aktuator silinder. Pada tugas akhir kali ini kompresor digunakan sebagai *supply* untuk menggerakkan aktuator silinder.



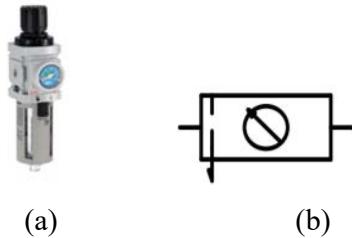
Gambar 2.12 (a) Kompresor dan (b) simbol

(Sumber: <https://cekbarang.id/search/kompresor-lakoni-imola-125>)

2.2.13 Filter Regulator

Filter udara mengeluarkan semua kotoran dari udara yang mengalir, serta mengeluarkan air embun, supaya berfungsi untuk menyaring kualitas udara

bertekanan yang mengalir menuju silinder penumatik. *Regulator* pengatur tekanan dilakukan secara sendiri terhadap keluarnya udara untuk menjaga tekanan konstan tanpa bergantung pada aliran udara. Kecepatan aliran udara terkadang bisa tinggi sehingga menyebabkan turunnya tekanan udara lalu tekanan udara tidak seimbang ketika masuk dan keluarnya udara.

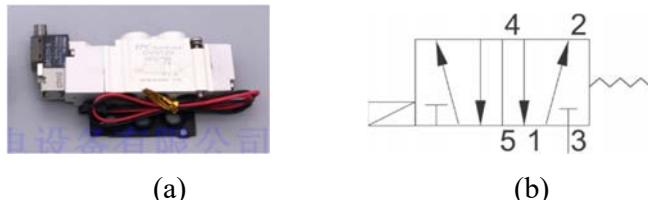


Gambar 2.13 (a) *Filter regulator* dan (b) simbol

(Sumber:https://tpcpage.com/product/gong_list_list.asp?Bcode=01&Mcode=03&Scode=28)

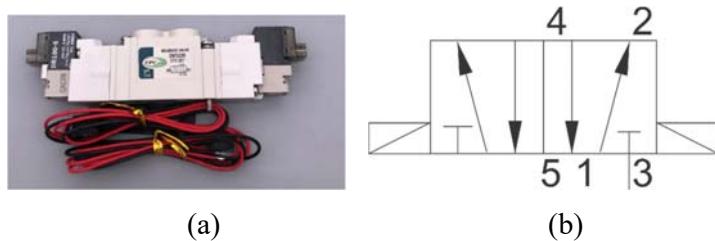
2.2.14 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik. *Solenoid valve* terdiri dari dua bagian, yaitu bagian koil dan bagian katup. Ketika koil dari *solenoid valve* teraliri aliran listrik, maka katup pada *solenoid valve* akan bergerak untuk mengalirkan udara. Pada bagian katup terbagi menjadi beberapa tempat sirkulasi udara, diantaranya lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*. Lubang masukan, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara masuk, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara keluar yang dihubungkan ke aktuator, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve bekerja (Wibowo, 2017). Pada tugas akhir ini, katup yang digunakan dibagi menjadi dua jenis yaitu, *single solenoid valve 5/2 way* dan *double solenoid valve 5/2 way*. *Single solenoid valve 5/2 way* artinya menggunakan 1 buah *solenoid valve* untuk mengendalikan satu silinder kerja ganda. Cara kerja dari *single solenoid valve* dengan memberikan *trigger* sinyal *high* pada koil *solenoid valve* sehingga menyebabkan bagian katup akan terbuka dan udara akan mengalir melalui bagian katup dari lubang masuk ke lubang keluaran.. Sedangkan pemberian sinyal *low* pada koil *solenoid valve* akan menyebabkan katup tertutup sehingga udara tidak dapat mengalir masuk.



Gambar 2.14 (a) *Single solenoid valve 5/2 way* dan (b) simbol
 (Sumber: <https://www.yoycart.com/Product/15103120237/>)

Double solenoid valve 5/2 way artinya katup 5/2 menggunakan 2 buah *solenoid valve* untuk mengendalikan satu silinder kerja ganda. Cara kerjanya dengan memberikan *trigger* sinyal *high* pada koil *solenoid* pertama, maka bagian katup akan terbuka dan udara akan mengalir melalui bagian katup dari lubang masuk ke lubang keluaran. Sedangkan pemberian *trigger* sinyal *high* pada koil *solenoid* kedua untuk menutup katup agar udara tidak dapat mengalir.



Gambar 2.15 (a) *Double solenoid valve 5/2 way* dan (b) simbol
 (Sumber: <https://www.yoycart.com/Product/15103120237/>)

2.2.15 Vacuum Pad

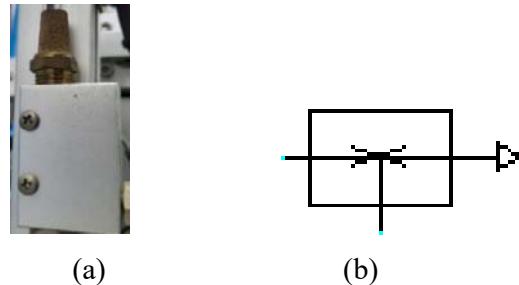
Vacuum pad adalah karet yang digunakan untuk mencekam atau menyedot objek datar vertikal dan objek datar horizontal. Pada tugas akhir kali ini *vacuum pad* digunakan untuk memindahkan objek yang berada diatas palet ke tempat inspeksi pengukuran.



Gambar 2.16 (a) *Vacuum pad* dan (b) simbol
 (Sumber: <https://www.smctradecenter.com/products/vacuum-device/pad-industry/film.html>)

2.2.16 Vacuum Ejektor

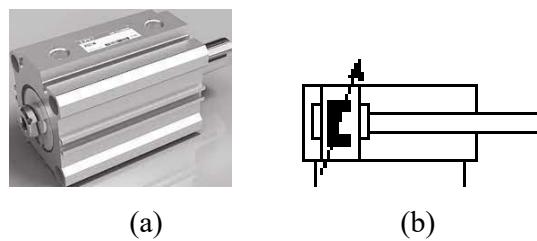
Ejektor digunakan untuk memindahkan udara yang tidak dapat dikondensasikan dari tempat vakum. Ejektor dapat merupakan jenis kompresor, dalam hal ini tekanan tinggi yang dialirkan melalui sebuah nozzle yang mengakibatkan pengembangan dan menyebabkan timbulnya vakum.



Gambar 2. 17 (a) *Vacuum* ejektor dan (b) simbol

2.2.17 Aktuator Silinder

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem (Siman, 2022). Aktuator silinder terdiri dari piston yang digerakkan oleh tekanan udara. Silinder yang digunakan adalah jenis kerja ganda dimana aktuator tersebut dapat melakukan gerakan dua arah, arah keluar maupun ke dalam. Pada tugas akhir ini, aktuator silinder yang digunakan adalah silinder tunggal kerja ganda (*Double acting silinder*).



Gambar 2.18 (a) Aktuator silinder dan (b) simbol

(Sumber: http://www.tpcpage.com/upload/product/AQ2%20series_20180205.pdf)

2.2.18 Aktuator Motor *Rotary*

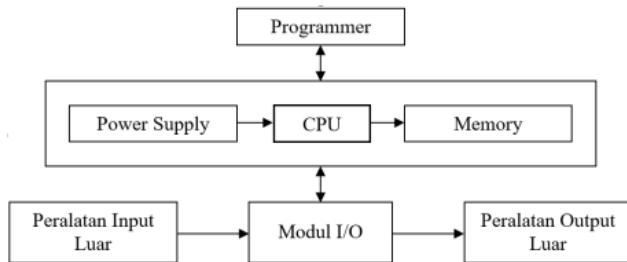
Aktuator motor *rotary* adalah jenis aktuator yang menggunakan tekanan udara (pneumatik) untuk menggerakkan suatu mekanisme berputar. Pada tugas akhir ini aktuator motor *rotary* digunakan untuk menggerakkan tangan pneumatik mengambil objek dari palet ke tempat pengukuran maupun sebaliknya.



Gambar 2.19 (a) Aktuator Silinder *Rotary* dan (b) simbol
(Sumber:https://www.smeworld.com/products/pickup/enjp/vacuum_device/pad_industry/film.html)

2.2.19 PLC LE3U 24 MT

Programmable logic controller (PLC) merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat deprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi semisal logika, *sequencing*, pewaktu (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai computer dan bahasa pemrograman (Bolton, 2003). Alat kontrol PLC ini bekerja berdasarkan pada pemrograman dan eksekusi instruksi logika. PLC beroperasi dengan cara memeriksa *input* dari sebuah proses guna mengetahui statusnya kemudian sinyal *input* ini diproses berdasarkan instruksi logika yang telah diprogram dalam memori dan sebagai hasilnya adalah berupa sinyal *output*. Sinyal *output* inilah yang dipakai untuk mengendalikan peralatan luaran berupa relai dan *solenoid valve*. Jenis PLC yang digunakan adalah jenis NPN dimana data akan terbaca aktif jika tegangan yang masuk pada *port input* adalah 0 atau mendekati *ground* dan *output* aktif ketika tegangan yang dikeluarkan pada *port output* juga 0 atau mendekati *ground*. Pada tugas akhir kali ini seri PLC yang digunakan adalah seri LE3U 24 MT dari Lolette. PLC disini digunakan sebagai program *master*, menggunakan komunikasi serial Modbus RTU untuk mengendalikan modul I/O, dan komunikasi serial UART untuk menghubungkan PLC dengan HMI.



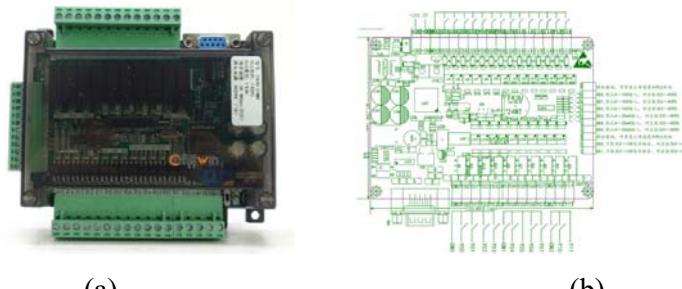
Gambar 2.20 Diagram prinsip kerja PLC

Peralatan masukan sensor dan luaran akan dihubungkan dengan modul I/O yang data diterima oleh modul tersebut dikirimkan menggunakan komunikasi serial modbus RTU. Modbus RTU digunakan untuk komunikasi antar banyak perangkat dalam satu jaringan. Modbus RTU merupakan varian modbus yang ringkas dan digunakan pada komunikasi serial. Format RTU dilengkapi dengan mekanisme *cyclic redundancy error* (CRC) untuk memastikan keandalan data. Sebagian besar peralatan modbus menggunakan *port* serial RS-485 dimana tegangan yang digunakan adalah +/- 5Volt dimana sinyal di konversikan pada dua kabel A+ dan kabel B-. Konsep dasar komunikasi modbus terdiri master dan *slave*. Peralatan yang bertindak sebagai *slave* akan terus *idle* kecuali mendapat perintah dari master. Modbus RTU dapat memerintahkan peralatan untuk mengubah nilai registernya, mengendalikan dan membaca *port* pada modul I/O, serta memerintahkan peralatan untuk mengirimkan kembali nilai yang ada pada registernya. Untuk mengatur komunikasi modbus RTU kita perlu mendeklarasikan alamat *slave* kedalam register D8120 beserta respon waktu slave pada alamat register D8129. Kemudian untuk membaca *input* maupun mengendalikan *output*, harus mendeklarasikan *port* register dalam modul modbus untuk memindahkan data ke dalam register PLC. IVRD dengan *command mode* 03 untuk deklarasi membaca *input* dan IVWR dengan *command mode* 06 untuk mengendalikan *output*. Untuk mendeklarasikan membutuhkan program *timer* agar deklarasi dapat berjalan bergantian. Pada tugas akhir ini juga menggunakan HMI sebagai antarmuka *user* dengan sistem. Komunikasi yang digunakan untuk mengirim data antara HMI dengan PLC adalah *Universal asynchronous receiver transmitter* atau biasa disingkat UART. UART adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan antara bit-bit paralel

data dan bit-bit serial. UART biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau *port* serial perangkat *peripheral*.

Tabel 2.12 Spesifikasi PLC LE3U 24MT

Spesifikasi	
Catu daya	24VDC
<i>Input</i>	14 digital <i>input</i> , 6 analog <i>input</i> (3 0-10V, 3 0-20mA)
<i>Output</i>	10 digital <i>output</i> (arus 500mA), 2 analog <i>output</i> 0-10V
Kapasitas program	8000 step
Kecepatan download	38400
<i>Software</i>	GX-Developer, GX-Work2
HMI	<i>Support</i>
Kecepatan performa	32-bit
Komunikasi	RS232, RS485



Gambar 2.21 (a) PLC LE3U 24MT dan (b) wire PLC LE3U
(Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/4000306798331.html>)

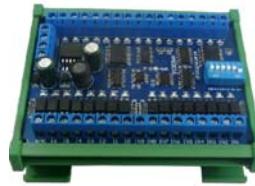
2.2.20 Modul I/O Modbus N4D3E16

Modul *input/output* (I/O) N4D3E16 adalah perangkat elektronik yang digunakan dalam sistem otomasi untuk menerima *input* dari sensor dan memberikan *output* ke aktuator. Modul I/O N4D3E16 bertindak sebagai antarmuka antara perangkat *input* dan *output* dengan sistem kontrol PLC yang mengelolanya. Modul I/O N4D3E16 biasanya terhubung ke sistem kontrol menggunakan jenis protokol komunikasi serial modbus RTU. Pada tugas akhir kali ini modul N4D3E16 difungsikan untuk memperbanyak port I/O yang terdapat pada PLC. Karena PLC akan difungsikan sebagai master dalam banyak proses yang dimana tiap bagian proses memiliki jumlah sensor dan aktuator yang jumlahnya melebihi *port* pada PLC. Modul I/O

yang digunakan berjenis NPN. Saat *port input* menerima sinyal tegangan 24V akan melalui komponen optocoupler untuk menerima data yang kemudian akan diproses oleh komponen elektronik lainnya yang tegangan kerjanya lebih rendah. *Transmitter* berupa LED pada optocoupler pada kaki anoda mendapat tegangan 24V dan kaki katoda yang dihubungkan dengan sensor. Sehingga ketika sensor bernilai 0, maka LED akan aktif dan *receiver* pada optocouper akan menerima data. Pada *port output* menggunakan konfigurasi darlington untuk memperkuat arus yang dikeluarkan. Ketika *port output* diaktifkan akan mengeluarkan nilai 0 atau mendekati ground. Sehingga komponen beban yang dipasang pada *port output* berupa kaki negative. Panjang data yang akan dikirimkan protokol komunikasi serial modbus RTU adalah 8 bit dengan 5 bagian yang terdiri dari *slave id*, *command code*, alamat register, data, dan *cyclic redundancy check* berupa bentuk hex. *Slave id* merupakan alamat perangkat yang akan dikirimkan oleh PLC. *Command mode* merupakan kode khusus untuk *read* (03), *write* (06), *write multiple register* (16). Alamat register berbentuk hex yang digunakan dalam port *input* maupun *output*. Untuk alamat *input* bernilai 0x0081 – 0x0090 dan alamat *output* 0x0001 – 0x0010. Data yang dikirimkan oleh PLC kepada modul memiliki nilai hex yang berbeda – beda. Untuk nilai 0x0100 berarti *port output* aktif dan nilai 0x200 berarti *port output* tidak aktif. CRC adalah algoritme untuk memastikan integritas data dan mengecek kesalahan pada suatu data yang akan ditransmisikan atau disimpan.

Tabel 2.13 Spesifikasi modul I/O modbus N4D3E16

Spesifikasi	
Catu daya	6.5-30VDC
Arus	8-50mA
<i>Input</i>	16 port, NPN
<i>Output</i>	16 port, NPN, maks 300mA
Perintah	<i>Open, close, momentary, self-locking, interlock, delay(maks 255s)</i>
<i>Baud rate</i>	2400, 4800, 9600, 19200Bps



Gambar 2.22 Modul I/O modbus N4D3E16
 (Sumber: <https://www.aliexpress.com/i/1005003432158161.html>)

2.2.21 HMI Samkoon EA-070B

Human machine interface (HMI) adalah perangkat lunak yang menyajikan data proses ke operator manusia, dan digunakan oleh operator untuk mengendalikan proses (Rif'an, 2013). Pada tugas akhir kali ini HMI digunakan sebagai antarmuka control berupa tombol dan indicator berupa bit lamp. Ketika menekan tombol pada tampilan layar HMI, HMI akan mengirimkan sinyal data ke PLC yang kemudian diproses untuk disinkronkan pada program sistem. Indikator sistem juga dapat tertampil pada HMI yang mengindikasikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan program sistem. HMI yang digunakan adalah tipe Samkoon EA-070B.



Gambar 2.23 Samkoon EA-070B
 (Sumber: <https://www.samkoon.store/sa-070f/>)

Tabel 2.14 Spesifikasi HMI Samkoon EA-070B

Spesifikasi	
Ukuran layar	7"(16:9)
Resolusi	800x480
Memori	128M flash + 32M DDR2
CPU	ARM9 200Mhz
Catu daya	24VDC
Konsumsi daya	4.5W
Jenis Port	RS232/422/485

2.2.22 GXWorks2

GXWorks2 adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Mitsubishi Electric Corporation untuk memprogram dan mengonfigurasi PLC. Program PLC terdiri

dari serangkaian instruksi yang ditulis dalam bahasa pemrograman khusus seperti *ladder diagram*, *function block diagram*, atau *structured text*. Dalam GXWorks2 dapat melakukan simulator program yang telah dibuat tanpa mempengaruhi kinerja sistem yang ada.



Gambar 2.24 Software GXWorks2

2.2.23 Samdraw

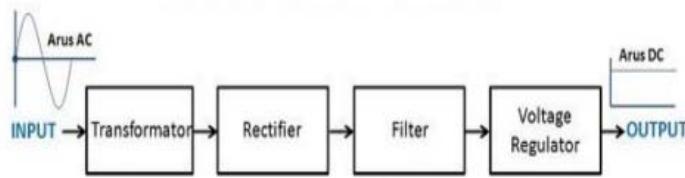
HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya. Untuk membuat program di HMI digunakan software Samdraw yang telah dikembangkan oleh Samkoon. Kita dapat menjalankan Samdraw di komputer untuk membuat program. Dengan Samdraw kita dapat menciptakan tampilan layar dengan beberapa fungsi seperti tombol, indikator, nilai desimal, dan yang lain - lain.



Gambar 2.25 Software Samdraw

2.2.24 Unit Catu Daya

Catu daya atau *power supply* adalah sebuah perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Catu daya menjadi bagian yang penting dalam elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik (Nugraha & Eviningsih, 2022). Catu daya sendiri selain memberikan energi listrik berfungsi untuk menyearahkan tegangan listrik yang dialirkan dari AC ke DC dengan besar tegangan yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing perangkat agar tidak menimbulkan kerusakan. Sebuah DC *power supply* memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah transformer, rectifier, filter, dan voltage regulator. Berikut ini adalah gambar diagram blok DC *power supply*.



Gambar 2.26 Diagram blok catu daya penyearah

(Sumber: Buku Informasi, Memasang Catu Daya Arus Searah (DC Power), Kementerian Ketenagakerjaan RI)

Transformer yang digunakan sejenis *stepdown* yang berfungsi menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronika yang terdapat pada rangkaian. *Rectifier* atau penyearah digunakan untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC. Kemudian terdapat filter yang berfungsi untuk menyaring dari penyearah. Dan yang terakhir adalah *voltage regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan *output* tetap, tidak dipengaruhi oleh arus beban. *Voltage regulator* umumnya terdiri dari diode zener, transistor, atau IC. Pada tugas akhir kali ini catu daya yang digunakan menggunakan jenis *Switch Modular Power Supply* (SMPS). SMPS terdiri dari sirkuit kompleks yang beroperasi pada frekuensi yang sangat tinggi (20kHz hingga 10MHz). Peralihan berkecepatan tinggi ini memungkinkan catu daya mode sakelar untuk mengubah daya listrik lebih efisien daripada catu daya linier tradisional. Catu daya SMPS Mean Well DR-60-24 dengan tegangan masukan dari jala – jala 220VAC yang akan diturunkan menjadi 24V sebagai catu daya perangkat yang digunakan.

Tabel 2.15 Spesifikasi catu daya Mean well DR-60-24

Spesifikasi		
<i>Input</i>	Tegangan	88-264VAC
	Frekuensi	47-63Hz
	Arus	1.2A/155VAC, 0.8A/230VAC
<i>Output</i>	Tegangan	24 VDC
	Arus	0-2.5A
	Daya	60W
	Noise	150mVp-p



Gambar 2.27 Catu daya Mean Well DR-60-24

(Sumber: <https://www.easygatesdirect.co.uk/store/electrical-accessories/power-supplies/dr-60-24>)

Selain menggunakan tegangan 24V sebagai sumber, pada tugas akhir ini menggunakan tegangan 10V yang akan dihubungkan dengan sensor pendekripsi ketebalan objek dikarenakan *port* analog pada PLC menggunakan tegangan 10V. Untuk menurunkan tegangan 24V menggunakan modul penurun tegangan LM317. LM317 sendiri adalah *integrated circuit* (IC) regulator tegangan positif yang dapat mengubah tegangan *input* yang lebih tinggi menjadi tegangan *output* yang lebih rendah. IC ini menggunakan prinsip pengaturan tegangan linier dan memiliki kemampuan untuk mengatur tegangan output sesuai dengan nilai yang diinginkan.

Tabel 2.16 Spesifikasi IC LM317

Spesifikasi	
Tegangan beda antara <i>input</i> dan <i>output</i>	40VDC
Arus <i>output</i>	1.5A
Tegangan referensi	1.25VDC
Daya	Maks 20W



Gambar 2.28 Modul Step Down

(Sumber: <https://octopart.com/l7912acv-stmicroelectronics-526786>)

BAB III KEGIATAN PELAKSANAAN

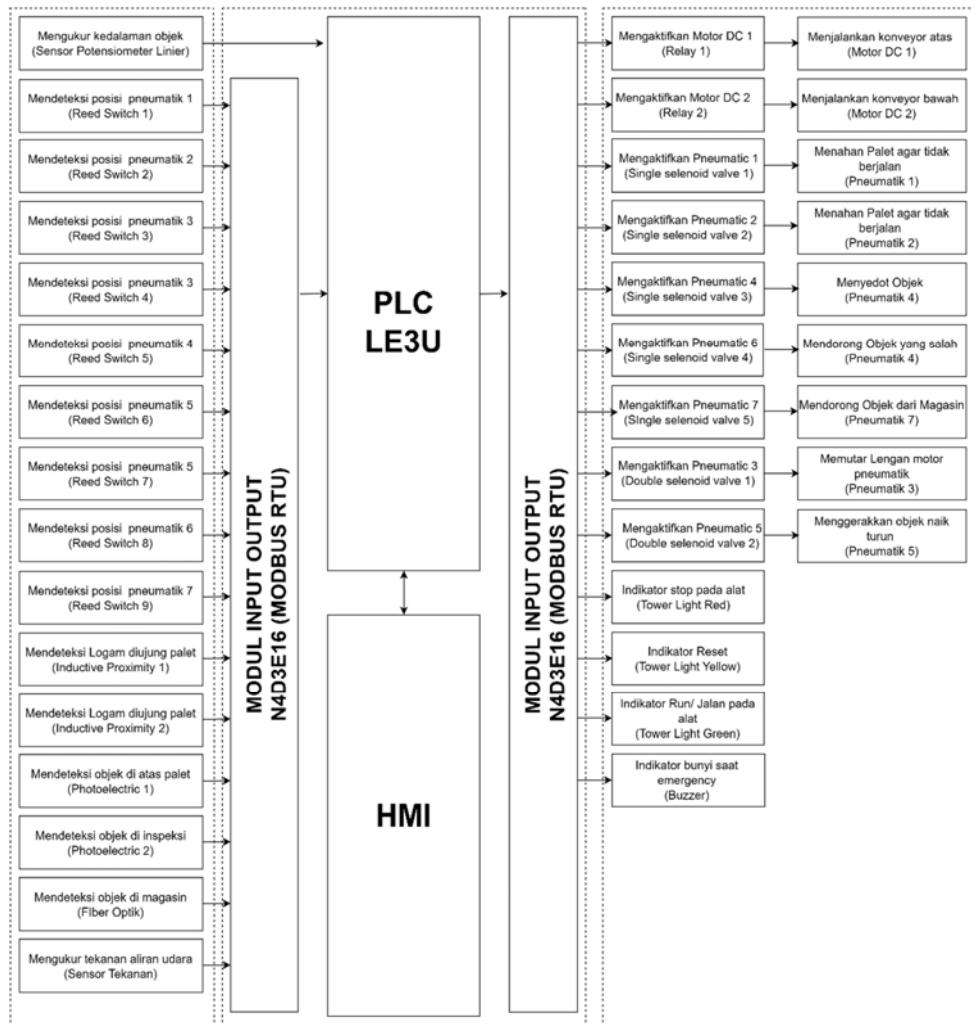
Kegiatan pelaksanaan pada tugas akhir ini memerlukan rancangan dan bahan tertentu, serta dalam prosesnya terbagi menjadi beberapa tahap. Setiap prosesnya dibahas sebagai berikut.

3.1 Tahap Perancangan

Pada bagian ini dibahas mengenai diagram blok, cara kerja alat, dan antarmuka masukan luaran.

3.1.1 Diagram Blok

Pada bagian ini dijelaskan mengenai diagram blok pada proses inspeksi. Bentuk diagram blok dari proses inspeksi ditunjukkan pada Gambar 2.25.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem pada Proses Inspeksi

3.1.2 Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem dimulai ketika tombol *start* ditekan. Motor konveyor atas dan bawah akan menyala. Palet yang berada diatas konveyor akan bergerak menuju bagian inspeksi proses. Palet ini digunakan untuk membawa objek objek dari proses sebelumnya. Palet akan berhenti ketika tertahan oleh aktuator belakang palet. Pada tepi samping palet terdapat lempengan besi yang akan terdeteksi oleh sensor *proximity* induktif. Kondisi ini akan mengaktifkan aktuator silinder depan palet untuk mengunci palet. Terdapat sensor *photoelectric* yang akan mendeteksi objek diatas palet. Kemudian *rotary* aktuator akan bergerak mengambil objek diatas palet, lalu mengisapnya dengan vakum, dan memindahkanya ke tempat inspeksi. Pada bagian ini objek akan diangkat keatas untuk diukur ketebalan objek dengan menggunakan sensor ketebalan objek. Setelah selesai diukur, tempat palet kembali turun. Objek yang dideteksi memiliki 2 kondisi, yaitu objek baik dan tidak baik. Ketika objek terdeteksi baik, maka *rotary* aktuator akan bergerak mengambil objek di tempat inspeksi kemudian memindahkan ke palet. Setelah itu pengunci palet belakang akan turun, dan palet berjalan ke proses selanjutnya. Ketika objek terdeteksi tidak baik, maka objek akan dibuang ke tempat pembuangan, dan akan diisi kembali oleh tempat pengisian ke tempat inspeksi menggunakan aktuator silinder. Kemudian akan diukur kembali apakah objek dari tempat pengukuran baik atau tidak baik.

3.1.3 Antarmuka Modul I/O

Pada bagian ini dijelaskan mengenai pengalamanan antarmuka modul untuk perangkat masukan dan luaran. Untuk antarmuka modul masukan dan luaran pada unit *inspection process* ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Antarmuka sensor dan aktuator dengan modul I/O

<i>INPUT</i>	Nama	Alokasi	Keterangan	<i>OUTPUT</i>	Nama	Alokasi	Keterangan
I200	RS1	I1	<i>Reed Switch 1</i>	Q200	R1	O1	Relai 1
I201	RS2	I2	<i>Reed Switch 2</i>	Q201	R2	O2	Relai 2
I202	IP1	I3	<i>Inductive proximity</i>	Q202	SSV1	O3	Aktuator 1
I204	PE1	I5	<i>Photoelectric 1</i>	Q203	SSV2	O4	Aktuator 2

I205	RS3	I6	<i>Reed Switch 3</i>	Q204	DSV1	O5	Aktuator 3
I206	RS4	I7	<i>Reed Switch 4</i>	Q205	DSV1	O6	Aktuator 3
I207	PS	I8	<i>Pressure switch sensor</i>	Q206	SSV3	O7	Vakum
I208	PE2	I9	<i>Photoelectric 2</i>	Q207	DSV2	O8	Aktuator 4
I209	RS5	I10	<i>Reed Switch 5</i>	Q221	Buzz	O9	<i>Buzzer</i>
I210	RS6	I12	<i>Reed Switch 6</i>	Q208	DSV2	O10	Aktuator 4
I212	RS7	I13	<i>Reed Switch 7</i>	Q210	SSV4	O11	Aktuator 5
I213	FO	I14	<i>Fiber optic 1</i>	Q211	SSV5	O12	Aktuator 6
I214	RS8	I15	<i>Reed Switch 8</i>	Q212	TLR	O13	<i>Tower Light Merah</i>
I215	RS9	I16	<i>Reed Switch 9</i>	Q213	TLY	O14	<i>Tower Light Kuning</i>
				Q214	TLG	O15	<i>Tower Light Hijau</i>

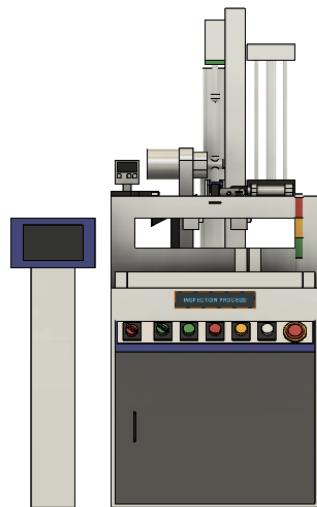
Untuk sensor ketebalan objek dihubungkan di PLC dengan alamat A0.

3.2 Tahap Pembuatan

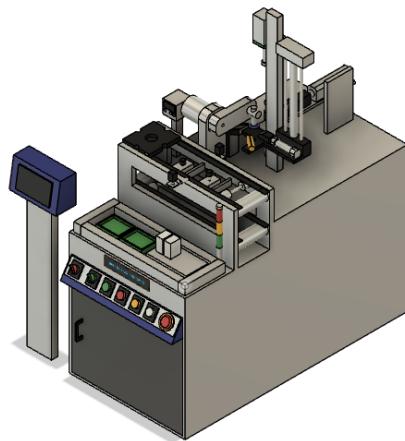
Tahap pembuatan perangkat keras dan lunak sangat penting dalam pembuatan sistem ini. Dalam tahap ini pembuatan perangkat keras berupa mekanik alat, sedangkan perangkat lunak berupa pemrograman untuk menjalankan alat.

3.2.1 Perangkat Keras

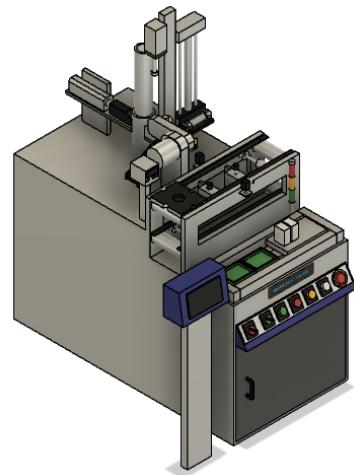
Perangkat keras yang digunakan sudah tersedia di Laboratorium Robotika Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang. Perangkat keras ini sudah berbentuk *Modular Production System* (MPS) yang dimana sudah terletak pemroses arduino, sensor, beserta aktuator yang akan diubah sistem pemrosesnya menggunakan PLC. Perangkat ini merupakan keluaran dari ED Corporation.



Gambar 3.2 Proses inspeksi tampak depan



Gambar 3.3 Proses inspeksi tampak serong kanan



Gambar 3.4 Proses inspeksi tampak serong kiri

Pada bagian ini dijelaskan mengenai diagram pengawatan dari komponen yang digunakan pada perangkat. Diagram pengawatan pada proses inspeksi dibagi menjadi beberapa bagian.

3.2.1.1 Diagram Pengawatan Masukan

Proses inspeksi yang terdapat pada alat MPS ini terdapat 16 buah sensor yang terdiri dari 9 sensor *reed switch*, 2 sensor objek *proximity* induktif, 2 sensor objek *photoelectric*, 1 *pressure switch* sensor, 1 sensor objek *fiber optic*, dan 1 sensor ketebalan objek.

Sensor *reed switch* memiliki 2 buah kaki, dimana kaki positif terhubung dengan pin *input* pada modul I/O, dan kaki negatif terhubung dengan *ground*. Sensor ini juga terpasang dengan rangkaian indikator LED, sehingga kaki katoda LED terhubung juga dengan kaki positif sensor.

Sensor objek *proximity* induktif memiliki 3 buah kaki dengan prinsip NPN. Dimana kabel coklat terhubung dengan tegangan 24V, kabel biru terhubung dengan *ground*, dan kabel hitam sebagai data sensor yang terhubung dengan pin *input* pada modul I/O. Sensor ini juga terpasang dengan rangkaian indikator LED, sehingga kaki katoda LED terhubung juga dengan kabel hitam sensor.

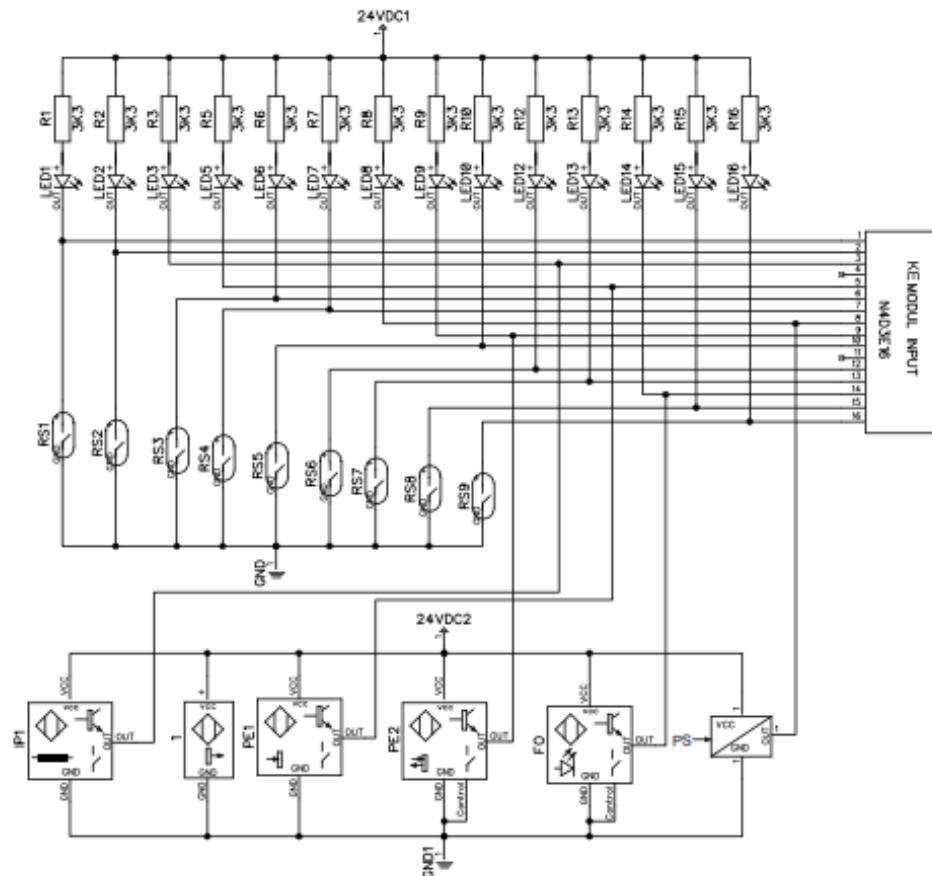
Sensor objek *photoelectric* yang digunakan merupakan 2 jenis yang berbeda. Untuk jenis pertama memiliki 5 buah kaki dan jenis kedua memiliki 4 buah kaki. Jenis yang pertama memiliki 2 bagian pengkabelan, bagian pertama sebagai *trasmitter* memiliki 2 kabel dan bagian kedua sebagai *receiver* memiliki 3 kabel. Untuk bagian *transmitter*, kabel coklat terhubung dengan 24V dan kabel biru terhubung *ground*. Untuk bagian *recivier*, kabel coklat terhubung dengan 24V, kabel hitam sebagai data yang terhubung dengan *input* modul I/O dan rangkaian indikator LED, dan kabel biru terhubung dengan *ground*. Kemudian untuk jenis kedua memiliki 4 buah kaki dimana kabel coklat terhubung dengan 24V, kabel hitam sebagai data yang terhubung dengan *input* modul I/O dan kaki katoda LED pada rangkaian indikator LED, kabel biru terhubung dengan *ground*, dan kabel putih terhubung dengan *ground*.

Pressure switch sensor memiliki 5 buah kaki dengan prinsip NPN. Hanya 3 kaki saja yang digunakan. Yaitu kabel warna coklat terhubung dengan 24V, kabel biru terhubung dengan *ground*, dan warna hitam sebagai data sensor yang terhubung

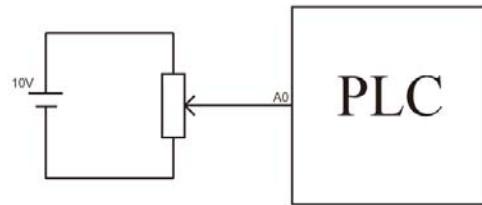
dengan pin input pada modul I/O. Sensor ini juga terpasang dengan rangkaian indikator LED, sehingga kaki katoda LED terhubung juga dengan kabel hitam sensor.

Sensor fiber optic memiliki 4 buah kaki, dimana kabel coklat terhubung dengan 24V, kabel hitam sebagai data yang terhubung dengan input modul I/O dan kaki katoda LED pada rangkaian indikator LED, kabel biru terhubung dengan ground, dan kabel putih terhubung dengan ground.

Sensor ketebalan objek memiliki 3 buah kaki. Kabel merah terhubung dengan 10V, kabel hitam terhubung dengan ground, dan kabel biru sebagai data sensor yang terhubung dengan pin A0. Ketika sensor ketebalan objek mendeteksi objek, akan menunjukkan nilai tegangan analog tertentu yang akan diproses pada pin A0 PLC. Saat nilai menunjukkan suatu nilai yang telah ditentukan, maka objek tersebut baik.



Gambar 3.5 Diagram pengawatan masukan pada modul I/O



Gambar 3.6 Diagram pengawatan sensor ketebalan pada PLC

3.2.1.2 Diagram Pengawatan Luaran

Proses inspeksi yang terdapat pada alat MPS ini terdapat 12 buah komponen luaran terdiri dari 2 relai untuk menggerakkan motor konveyor atas dan konveyor bawah, 5 *single solenoid valve* untuk menggerakkan aktuator silinder tunggal, 2 *double solenoid valve* untuk menggerakkan aktuator silinder tunggal, *buzzer*, dan 3 *tower light*. Seluruh komponen luaran akan diberikan sinyal aktif *low* untuk menghidupkan komponen luaran.

Relai terdiri dari 8 kaki dimana terdapat 2 kaki untuk koil, 2 kaki kontak *common*, 2 kaki kontak *normally open*, dan 2 kaki kontak *normally close*. Namun untuk kaki yang digunakan hanya 4 saja. Untuk kaki koil dihubungkan dengan catu daya 24V dan kaki koil yang satunya dihubungkan ke pin *output* modul I/O dan kaki katoda LED dari rangkaian indikator LED. Untuk kaki *common* pada relai dihubungkan dengan kaki motor positif dan kaki *normally open* relai dihubungkan dengan catu daya 24V. Sedangkan untuk kaki motor negatif dihubungkan ke *ground*.

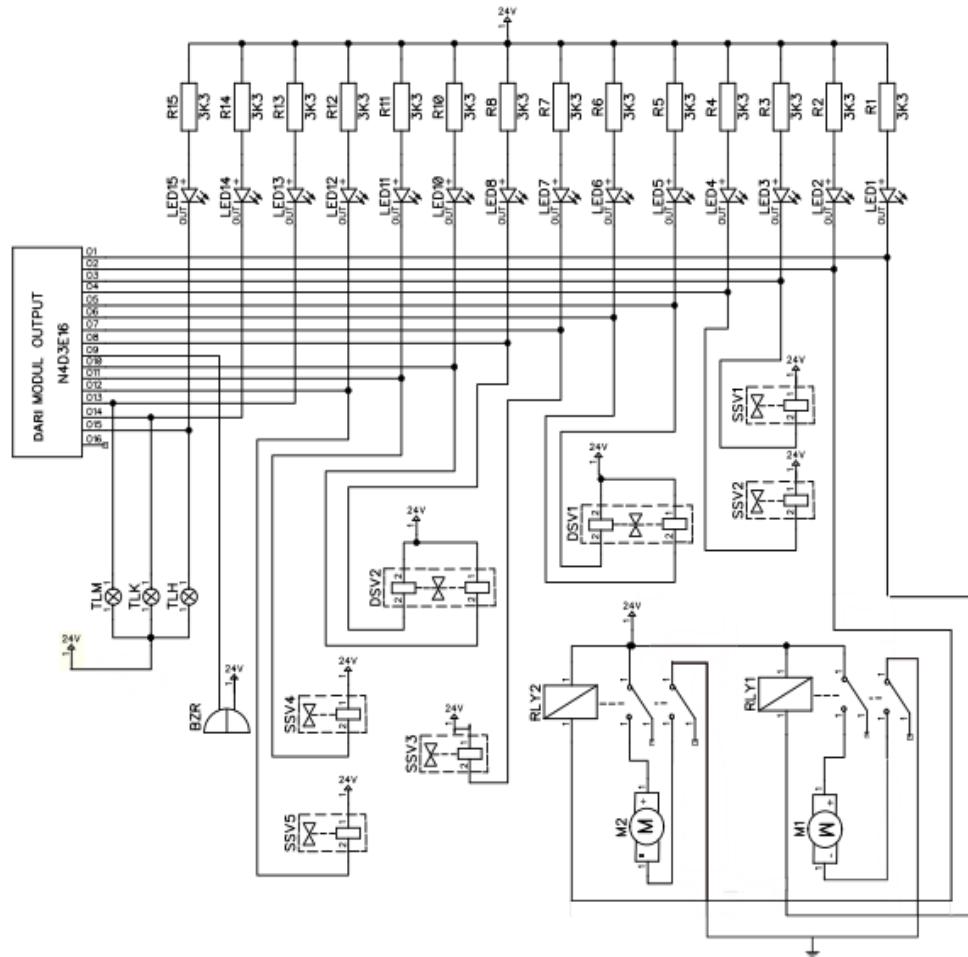
Single solenoid valve (SSV) hanya memiliki 2 kaki untuk koil. Kaki satu dihubungkan dengan catu daya 24V. Untuk kaki koil satunya dihubungkan ke pin *output* modul I/O dan kaki katoda LED dari rangkaian indikator LED.

Double solenoid valve (DSV) memiliki 4 kaki untuk 2 koil. Sistem dalam *double solenoid valve* memiliki 2 buah katup yang harus dikendalikan. Sehingga untuk koil akan dihubungkan dengan catu daya 24V dan masing – masing dari kaki koil satunya akan dihubungkan dengan pin *output* modul I/O dan kaki katoda LED dari rangkaian indikator LED.

Buzzer (BZR) memiliki 2 buah kaki, dimana kaki kaki positif tehubung dengan 24V dan kaki ground terhubung dengan modul I/O.

Lampu indikator model tower memiliki 2 buah kaki. Karena nyala dari pin *output* modul I/O dengan memberikan *logic 0*, maka untuk kaki positif akan dihubungkan

dengan catu daya dan kaki negatif dihubungkan dengan pin *output* modul I/O kaki katoda LED dari rangkaian indikator LED.



Gambar 3.7 Diagram pengawatan luaran pada proses inspeksi

3.2.1.3 Diagram Pengawatan Sistem Pneumatik

Pada proses inspeksi yang terdapat pada alat MPS ini terdapat sistem pneumatik udara yang digunakan untuk menggerakkan aktuator silinder dan menghidupkan vakum.

Kompresor diberi tegangan 220VAC untuk menyalakannya. Kompresor akan mengambil udara dari sekitar, lalu memberi tekanan dalam tabung, kemudian disalurkan melalui selang pneumatik. Selang – selang tersebut akan dihubungkan dengan katup *solenoid valve* untuk menggerakkan aktuator silinder. Cara kerja dari sistem pneumatik dimulai dari kompresor (0.1) akan dialirkan dalam beberapa grup.

Grup 1, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (1.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (1.01 dan 1.02) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada aktuator silinder tunggal (1.0). Aktuator ini akan bekerja sebagai pengunci palet bagian depan.

Grup 2, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (2.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (2.01 dan 2.02) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada aktuator silinder tunggal (2.0). Pemasangan ini dibalik untuk mengatur kondisi awal aktuator dalam kondisi aktif sebelum diaktifkan. Aktuator ini akan bekerja sebagai pengunci palet bagian belakang.

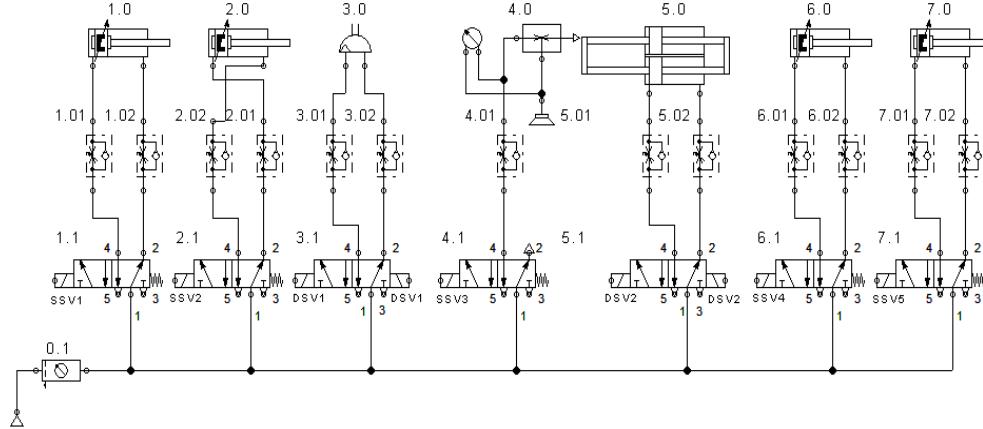
Grup 3, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (3.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (3.01 dan 3.02) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada *semi rotary* aktuator (3.0). Aktuator akan bekerja sebagai *arm* pengambil objek dari palet ke tempat inspeksi ataupun sebaliknya.

Grup 4, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (4.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (4.01) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada vakum (4.0). Vakum akan bekerja untuk menghisap objek dari palet ke tempat inspeksi ataupun sebaliknya.

Grup 5, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (5.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (5.01 dan 5.02) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada aktuator silinder 2 piston (5.0). Aktuator ini akan bekerja untuk mengangkat objek dari tempat inspeksi ke inspeksi sensor potensiometer linier dan menurunkan kembali jika sudah selesai inspeksi.

Grup 6, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (6.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (6.01 dan 6.02) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada aktuator silinder tunggal (6.0). Aktuator ini akan bekerja untuk membuang objek NG (*not good*) dari tempat inspeksi ke tempat pembuangan.

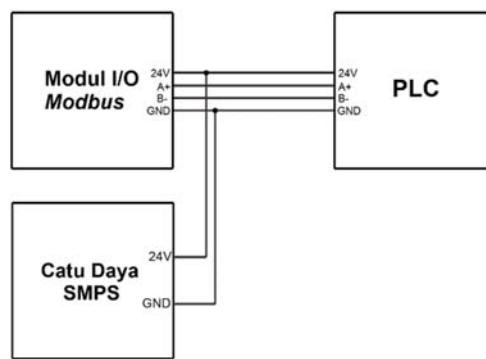
Grup 7, aliran dari kompresor akan melewati *solenoid valve 5/2 way* (7.1) sebagai saklar sistem pneumatik. Kemudian melalui katup kontrol aliran (7.01 dan 7.02) untuk mengendalikan tekanan angin yang akan diberikan kepada aktuator silinder tunggal (7.0). Aktuator ini akan bekerja untuk mengisi objek yang dibuang dari tempat pengisian ke tempat inspeksi.



Gambar 3.8 Diagram pengawatan sistem pneumatik.

3.2.1.4 Diagram Pengawatan Modul I/O

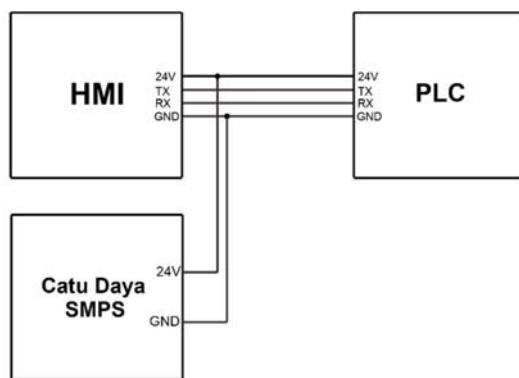
Pada tugas akhir kali ini menggunakan modul I/O untuk menambah pin yang terdapat pada PLC. Sehingga masukan dan luaran yang terdapat pada alat terhubung dengan modul ini. Modul ini dijadikan sebagai *slave* dan PLC dijadikan sebagai master. Komunikasi yang digunakan antara modul I/O dan PLC adalah modbus RTU dengan protokol komunikasi RS-485. Hanya membutuhkan 2 kabel saja pada port A+ dan B-.



Gambar 3.9 Pengawatan modul I/O dengan PLC

3.2.1.5 Diagram Pengawatan HMI

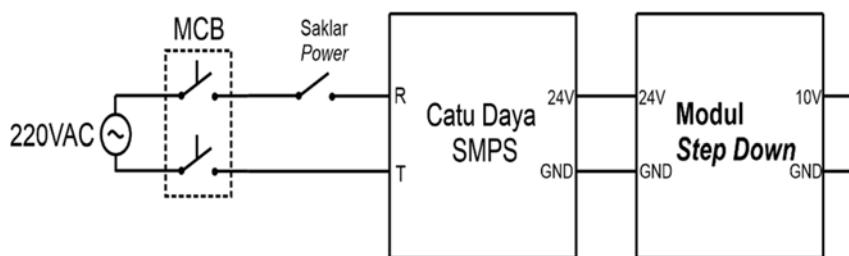
Pada proses inspeksi yang terdapat pada alat MPS ini menggunakan *human machine interface* (HMI) sebagai antarmuka kontrol dan indikator yang akan dihubungkan dengan PLC. Pin yang digunakan pada sistem ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian catu daya dan bagian data. Untuk catu daya yang digunakan untuk menyalakan HMI adalah 24V. Untuk pin data yang akan dihubungkan dengan HMI menggunakan standar komunikasi serial RS-232.



Gambar 3.10 Diagram pengawatan HMI

3.2.1.6 Diagram Pengawatan Catu Daya

Catu daya SMPS 24V mendapatkan tegangan *input* dari tegangan jala - jala 220VAC yang kemudian melalui *miniature circuit breaker* (MCB) terlebih dahulu sebagai pengaman apabila ada arus yang berlebih. Sehingga tegangan 220 VAC akan disearahkan oleh catu daya SMPS sehingga menghasilkan tegangan 24VDC. Untuk tegangan 10V didapatkan dari luaran modul penurun tegangan yang diberikan masukan catu daya 24VDC



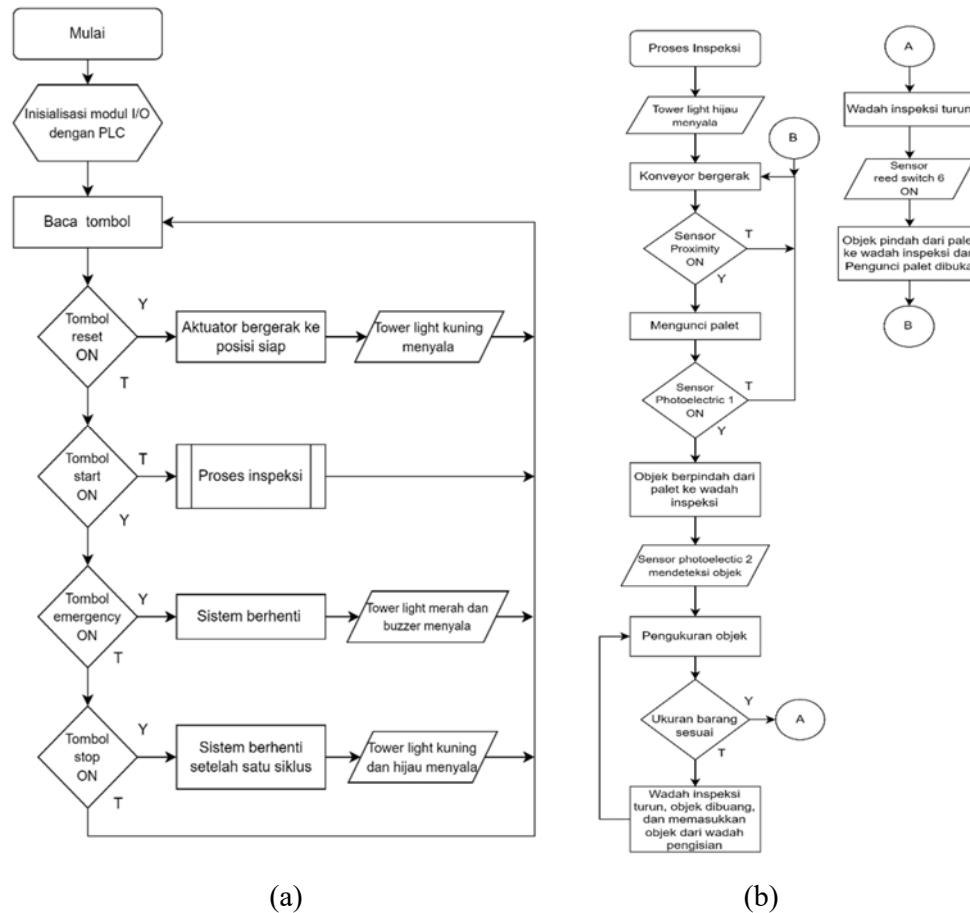
Gambar 3.11 Diagram pengawatan catu daya

3.2.2 Perangkat Lunak

Proses pembuatan perangkat lunak merupakan pembuatan program sistem kerja dari proses inspeksi pada alat MPS. Program sistem yang digunakan ada 2, yaitu

GXWork2 untuk pemrograman pada PLC dan Samdraw untuk pemrograman pada HMI.

Untuk memulai pembuatan program pada PLC, dibuat terlebih dahulu alur jalan proses inspeksi dengan membuat diagram alir pada Gambar 11.



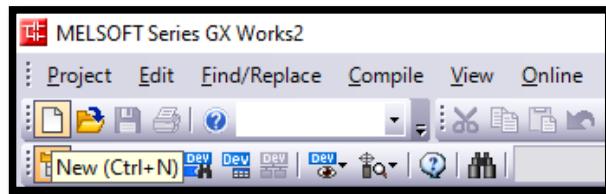
Gambar 3.12 (a) Diagram alir baca tombol dan (b) diagram alir proses inspeksi

3.2.2.1 Pembuatan Program PLC

Keseluruhan cara kerja sistem dikendalikan atau dikontrol melalui program dalam PLC yang selanjutnya akan dikirimkan data ke modul I/O melalui komunikasi serial modbus. Untuk memprogram pada PLC menggunakan *software* GXWorks2.

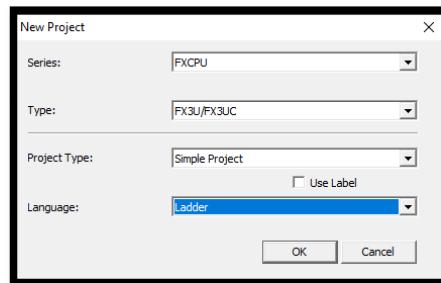
Berikut langkah-langkah dalam pembuatan program:

1. *Install* terlebih dahulu *software* GXWorks2.
2. Buka aplikasi GXWorks 2 pada komputer yang telah diinstal.
3. Tekan *new* pada *toolbar* yang tersedia.



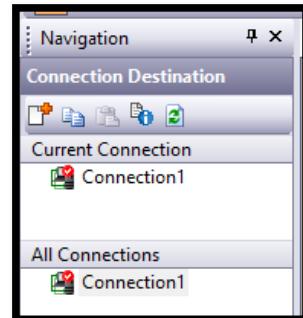
Gambar 3.13 Tampilan toolbar GXWorks2

4. Pada tampilan *new project* pilih seri FX3U.



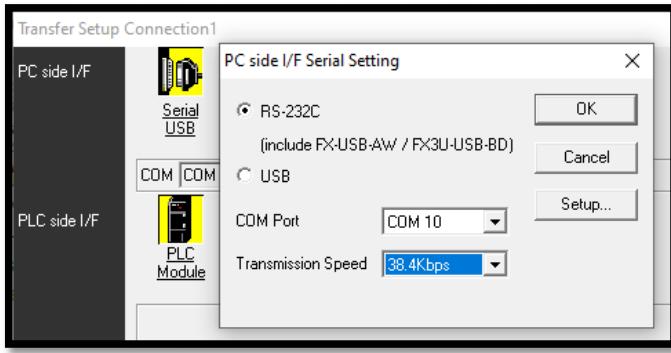
Gambar 3.14 Tampilan *new project* GXWorks2

5. Untuk menghubungkan koneksi dengan PLC, pada *navigation*, tekan *connection1*.



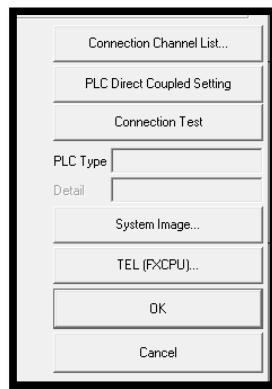
Gambar 3.15 Tampilan *navigation* GXWorks2

6. Pada menu *transfer setup connection1*, tekan Serial USB, pilih RS-232C, sesuaikan COM dengan perangkat komputer, kecepatan transmisi 38.4Kbps, lalu OK.



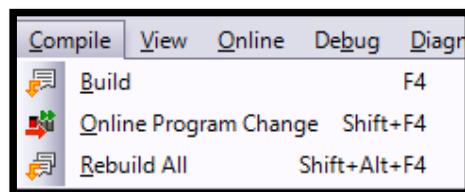
Gambar 3.16 Tampilan *transfer setup connection1* GXWorks2

7. Tekan *connection test* untuk memastikan koneksi dengan PLC, jika terkoneksi, tekan OK.



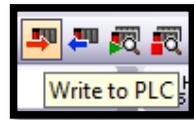
Gambar 3.17 Tampilan *connection test* GXWorks2

8. Buat program awalan untuk mengatur protokol komunikasi Modbus RTU.
9. Selanjutnya buat program sistem pada proses inspeksi.
10. Jika program telah dibuat, *compile* program untuk mendeteksi kesalahan sintaks atau logika pada sumber program dengan menekan *build*.



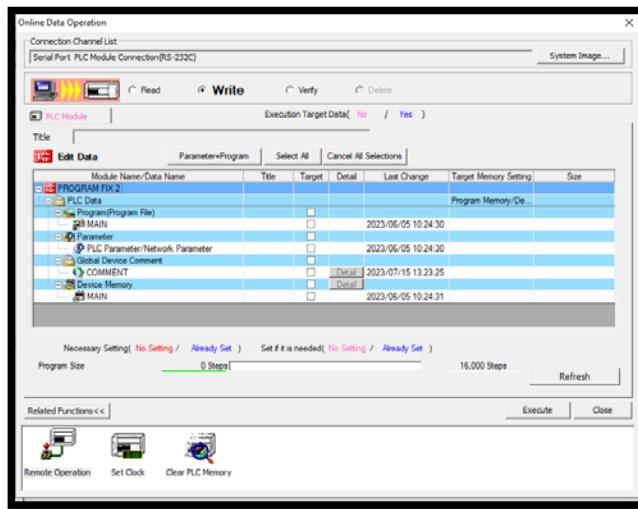
Gambar 3.18 Tampilan *compile* GXWorks2

11. Setelah *compile*, masukkan program ke PLC dengan menekan *write to PLC* pada *toolbar* yang tersedia.



Gambar 3.19 Tampilan *write to PLC* GXWorks2

12. Pada tampilan *write*, klik parameter, lalu tekan *execute* untuk mengunggah program yang telah dibuat ke PLC.



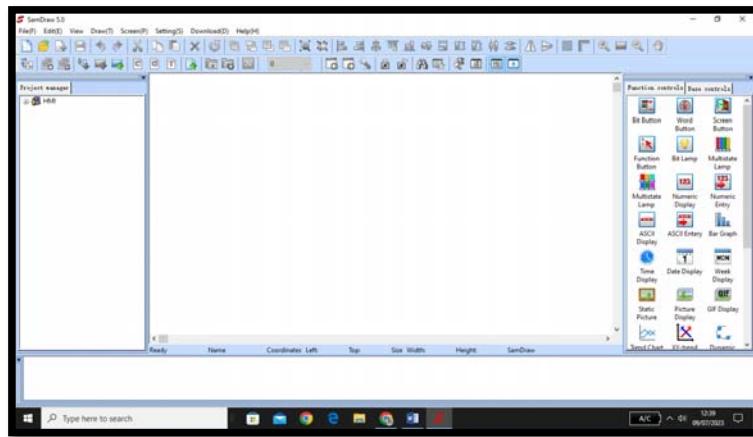
Gambar 3.20 Tampilan *execute* GXWorks2

13. Program telah selesai diunggah.

3.2.2.2 Pembuatan Program HMI

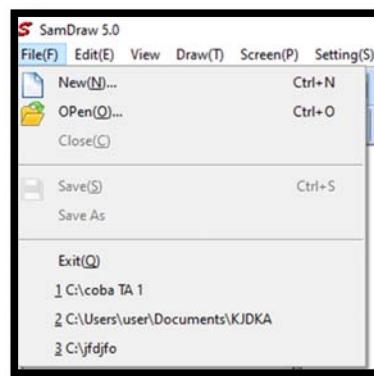
Tampilan antarmuka yang tertera dalam HMI akan berupa tombol, indikator, dan nilai objek barang yang kemudian akan dihubungkan dengan PLC menggunakan protokol komunikasi RS-232. Untuk memprogram pada HMI menggunakan *software SamDraw*. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan program:

- 1) *Install* terlebih dahulu *software SamDraw 5.0*.
- 2) Buka aplikasi SamDraw 5.0 pada komputer yang telah diinstal.



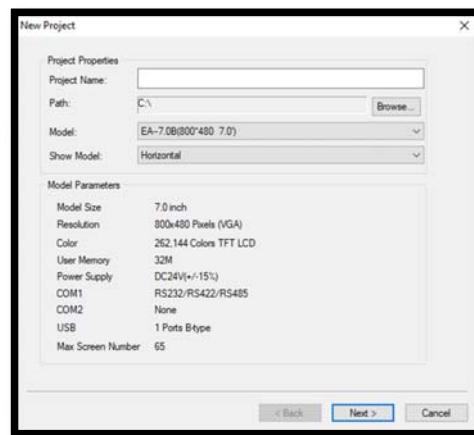
Gambar 3.21 Tampilan awal SamDraw 5.0

- 3) Tekan tab *file* dan pilih *New* pada *toolbar* yang tersedia.



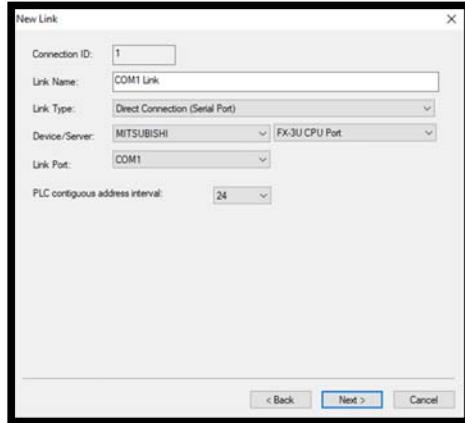
Gambar 3.22 Tampilan *toolbar* GXWorks2

- 4) Pada tampilan *New Project* pilih Model EA-7.0B dan Show Model Horizontal.



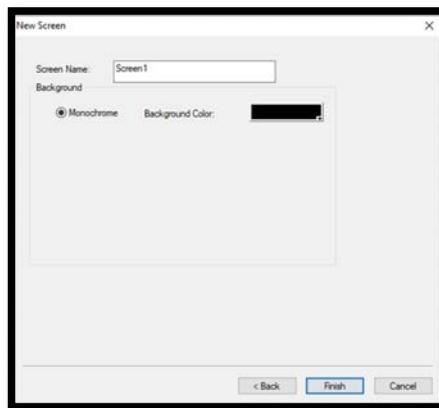
Gambar 3.23 Tampilan *new project* SamDraw 5.0

- 5) Untuk menghubungkan koneksi dengan PLC, Tekan next pada *tampilan New Project*, pada listbar Device/Server pilih merk PLC Mitsubishi dan pilih tipe FX-3U CPU Port. Kemudian PLC contiguous address interval pilih 24.



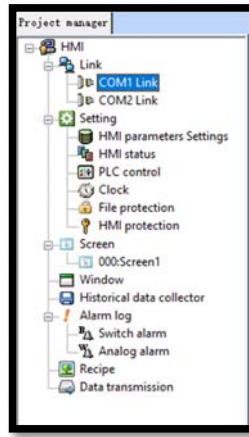
Gambar 3.24 Tampilan *New Link* SamDraw 5.0

- 6) Pada tampilan *New Screen*, tekan Background Color, pilih warna Hitam lalu Finish.



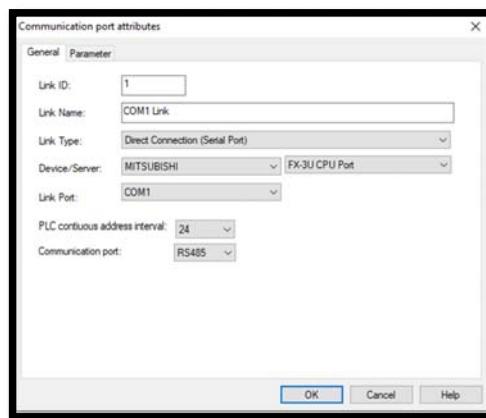
Gambar 3.25 Tampilan *New Screen* SamDraw 5.0

- 7) Pada Project Manager, Tekan dua kali pada *COM1 Link* untuk memilih communication port dengan PLC.



Gambar 3.26 Tampilan *Project Manager* SamDraw 5.0

- 8) Pada Tampilan Communication Port Attributes, tekan communication port, pilih RS485, lalu tekan OK.



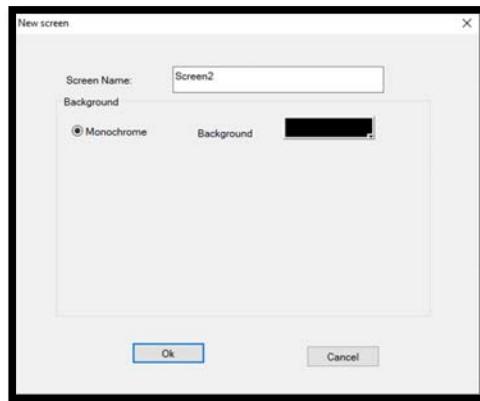
Gambar 3.27 Tampilan *Communication port attributes* SamDraw 5.0

- 9) Buat program HMI awalan pada Screen1 untuk identitas anggota kelompok dan judul alat
- 10) Selanjutnya buat program sistem proses inspeksi pada Screen2. Dengan menekan klik kanan pada tab *Screen*, lalu pilih *New Screen*.



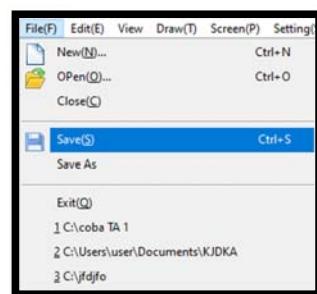
Gambar 3.28 Tampilan *Project Manager* SamDraw 5.0

- 11) Pada tampilan *New Screen*, tekan Background Color, pilih warna Hitam lalu pilih Ok.



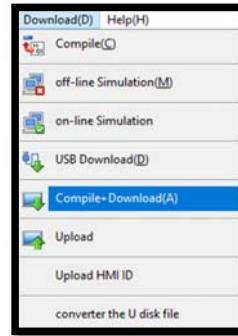
Gambar 3.29 Tampilan *New Screen* SamDraw 5.0

- 12) Jika program telah dibuat, *Save* terlebih dahulu,dengan menekan Tab *File*,lalu pilih *Save*.



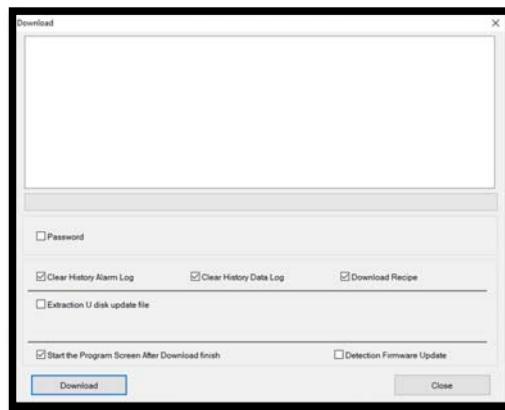
Gambar 3.30 Tampilan *Save* SamDraw 5.0

- 13) Selanjutnya *Compile* dan *Download* program untuk mendeteksi kesalahan sintaks atau logika pada sumber program dan mengunggah program yang telah dibuat ke HMI dengan menekan *Compile* dan *Download* pada Tab *Download*.



Gambar 3.31 Tampilan Tab *Download* SamDraw 5.0

- 14) Setelah *compile* dan *download*, Pada tampilan *Download* tekan Download dan tunggu sampai selesai memuat, lalu tekan Ok.



Gambar 3.32 Tampilan *Download* ke HMI Samkoon EA-7.0B

- 15) Program telah selesai diunggah.

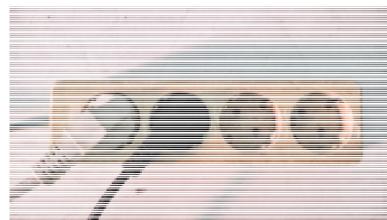
3.2.3 Pentunjuk Pengoperasian Alat

Sistem proses inspeksi pada MPS dikendalikan dengan menggunakan tombol pada HMI. Terdapat 4 tombol untuk mengendalikan sistem dan 3 indikator yang terdapat dalam *tower lamp*. Untuk tombol *start* digunakan untuk menjalankan proses inspeksi, tombol *reset* untuk mengembalikan posisi aktuator silinder ke tempat awal, tombol *stop* untuk memberhentikan kinerja alat setelah satu siklus berlalu, dan tombol *emergency* untuk memberhentikan seluruh kinerja alat. Untuk indikator

di lampu indikator model tower, lampu hijau menyala menandakan proses inspeksi sedang berjalan, lampu kuning menyala menandakan sistem dalam keadaan siap, lampu hijau dan kuning menyala menandakan proses akan berhenti setelah satu siklus berjalan, dan lampu merah menyala menandakan proses berhenti semua.

Berikut langkah – langkah untuk mengoperasikan alat peraga MPS pada proses inspeksi:

- 1) Hubungkan catu daya dan kompresor dengan jala – jala 220VAC.



Gambar 3.33 Menghubungkan catu daya ke jala – jala 220VAC

- 2) Nyalakan kompresor dengan menarik tuas ke atas.



Gambar 3.34 Menghidupkan kompresor

- 3) Kompresor akan mengisi tabung dengan udara bertekanan.
- 4) Buka tuas pada kompresor untuk mengalirkan udara ke sistem proses inspeksi.



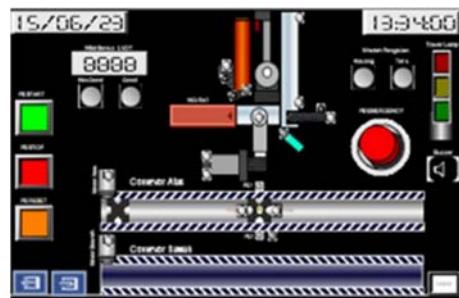
Gambar 3.35 Menyalakan tuas angin kompresor

- 5) Nyalakan alat dengan memutar tombol *power* pada sistem proses inspeksi.



Gambar 3.36 Menyalakan catu daya sistem

- 6) Tunggu hingga alat pada sistem nyala.
- 7) Tekan tombol reset untuk mengembalikan posisi aktuator silinder ke posisi awal.



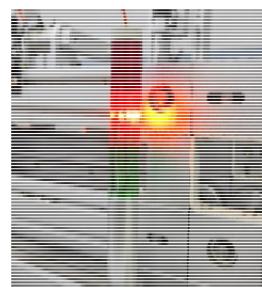
Gambar 3.37 Tampilan layar simulasi alat pada HMI

- 8) Indikator tempat pengisian barang sudah terisi.



Gambar 3.38 Tampilan pada tempat pengisian

- 9) Nyala lampu kuning pada *tower light* menandakan sistem siap dijalankan.



Gambar 3.39 Nyala lampu kuning pada lampu indikator model tower

- 10) Tekan tombol *start* untuk menjalankan sistem.
- 11) Nyala lampu hijau pada *tower light* menandakan sistem sedang berjalan.



Gambar 3.40 Nyala lampu hijau pada lampu indikator model tower

- 12) Amati objek yang diinspeksi masuk dalam kategori barang baik atau barang tidak baik.



Gambar 3.41 Tampilan indikator barang baik atau tidak baik

- 13) Tekan tombol *stop* untuk menghentikan sistem setelah satu siklus penggerjaan.
- 14) Nyala lampu hijau dan kuning pada *tower light* menandakan sistem akan berhenti sistem setelah satu siklus penggerjaan.



Gambar 3.42 Nyala lampu hijau dan kuning pada lampu indikator model tower

- 15) Tekan tombol *emergency* untuk menghentikan keseluruhan sistem.
- 16) Buzzer menyala menandakan sistem berhenti keseluruhan.



Gambar 3.43 Buzzer hidup indikator sistem berhenti keseluruhan.

- 17) Nyala lampu merah pada *tower light* menandakan sistem berhenti keseluruhan.



Gambar 3.44 Nyala lampu merah pada lampu indikator model tower

- 18) Apabila ingin menjalankan kembali sistem setelah menekan tombol *emergency*, ikuti langkah 7.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Pada tahap hasil kali ini diuraikan mengenai pengujian pada sensor, perangkat luaran, modul I/O, dan HMI.

4.1.1 Hasil Kinerja Perangkat Masukan

Pada bagian ini menunjukkan hasil kinerja sensor digital sebagai masukan dan sensor ketebalan objek (analog) yang membantu menyeleksi objek berdasarkan pengukuran ketebalan bagian dalam objek pada proses inspeksi

Kinerja sensor digital dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan kinerja sensor potensiometer linier dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.1 Tabel pengukuran sensor digital

No	Jenis	Nama	Kondisi	Hasil Pengukuran (V)
1	Sensor Reed Switch	Reed Switch 1	Aktif	1.4
			Tidak Aktif	22.3
		Reed Switch 2	Aktif	1.36
			Tidak Aktif	22.24
		Reed Switch 3	Aktif	0.9
			Tidak Aktif	22.18
		Reed Switch 4	Aktif	0.5
			Tidak Aktif	22.23
		Reed Switch 5	Aktif	1.6
			Tidak Aktif	22.24
		Reed Switch 6	Aktif	1.9
			Tidak Aktif	22.23
		Reed Switch 7	Aktif	1.4
			Tidak Aktif	22.23
		Reed Switch 8	Aktif	1.6
			Tidak Aktif	22.24
		Reed Switch 9	Aktif	1.7
			Tidak Aktif	22.23
2	Sensor Inductive Proximity	Inductive Proximity	Aktif	1.6
			Tidak Aktif	23.71

3.	Sensor <i>Fiber Optic</i>	<i>Fiber Optic</i>	Aktif	1.2
			Tidak Aktif	23.65
4.	<i>Pressure switch</i> Sensor	<i>Pressure switch</i> Sensor	Aktif	1.2
			Tidak Aktif	23.65
5.	Sensor <i>Photoelectric</i>	<i>Photoelectric</i> 1	Aktif	1.1
			Tidak Aktif	22.23
		<i>Photoelectric</i> 2	Aktif	1.2
			Tidak Aktif	22.24

Objek yang digunakan terbagi dari dua jenis, yaitu objek baik dan objek tidak baik. Perbedaan antara kedua objek tersebut berdasarkan dari ukuran ketebalan dengan nilai batas ambang 260mm. Sehingga objek dikatakan baik apabila memiliki ketebalan dibawah 260mm dan untuk objek tidak baik diatas ketebalan 260mm.

Tabel 4.2 Tabel pengukuran sensor ketebalan objek

No	Kondisi	Tebal (mm)	Pembacaan Sensor	
			Resistansi (Ω)	Nilai ADC
1.	Baik	250	1.292	1306
		253	1.304	1313
		255	1.307	1410
2.	Tidak baik	270	1.370	1444
		272	1.376	1450
		276	1.388	1510

4.1.2 Hasil Kinerja Waktu Tunda Modul I/O Modbus

Pada bagian ini menunjukkan hasil kerja waktu tunda dalam pembacaan sensor dan menggerakkan aktuator pada bagian proses inspeksi.

Tabel 4.3 Tabel pengukuran kinerja waktu tunda modul I/O Modbus

No	Komponen	Nama	Alamat	Selisih Waktu Program PLC dengan Aktual (S)
1	Masukan Sensor	<i>Reed Switch</i> 1	I1	0.72
		<i>Reed Switch</i> 2	I2	1.08
		<i>Inductive proximity</i>	I3	0.81
		<i>Photoelectric</i> 1	I5	0.74

		<i>Reed Switch 3</i>	I6	0.84
		<i>Reed Switch 4</i>	I7	0.64
		<i>Pressure switch Sensor</i>	I8	0.56
		<i>Photoelectric 2</i>	I9	0.60
		<i>Reed Switch 5</i>	I10	0.51
		<i>Reed Switch 6</i>	I12	1.29
		<i>Reed Switch 7</i>	I13	0.62
		<i>Fiber optic 1</i>	I14	0.6
		<i>Reed Switch 8</i>	I15	0.73
		<i>Reed Switch 9</i>	I16	0.56
		Relai 1	O1	0.86
		Relai 2	O2	0.86
		<i>Single Solenoid Valve 1</i>	O3	1.38
		<i>Single Solenoid Valve 2</i>	O4	0.2
		<i>Double Solenoid Valve 1</i>	O5	0.69
			O6	0.4
		<i>Single Solenoid Valve 3</i>	O7	0.72
		<i>Double Solenoid Valve 1</i>	O8	0.75
			O10	0.56
		<i>Buzzer</i>	O9	0.86
		<i>Single Solenoid Valve 4</i>	O11	0.2
		<i>Single Solenoid Valve 5</i>	O12	0.75
		<i>Tower Light Merah</i>	O13	0.64
		<i>Tower Light Kuning</i>	O14	0.52
		<i>Tower Light Hijau</i>	O15	0.86

4.1.3 Hasil Kinerja Waktu Tunda HMI

Pada bagian ini menunjukkan hasil kerja waktu tunda kontrol tombol dan indikator sistem pada bagian proses inspeksi.

Tabel 4.4 Tabel pengukuran kinerja waktu tunda HMI

No	Komponen	Nama	Alamat	Selisih Waktu Pembacaan Program HMI dengan Aktual(S)
1	Masukan Sensor	<i>Reed Switch 1</i>	M40	0.95
		<i>Reed Switch 2</i>	M41	0.68
		<i>Inductive proximity</i>	M42	0.56
		<i>Photoelectric 1</i>	M44	0.69
		<i>Reed Switch 3</i>	M45	0.56
		<i>Reed Switch 4</i>	M46	0.42
		<i>Pressure switch Sensor</i>	M47	0.55
		<i>Photoelectric 2</i>	M48	0.69
		<i>Reed Switch 5</i>	M49	0.76
		<i>Reed Switch 6</i>	M50	0.69
		<i>Reed Switch 7</i>	M52	0.42
		<i>Fiber optic 1</i>	M53	0.62
2	Luaran	<i>Reed Switch 8</i>	M54	0.75
		<i>Reed Switch 9</i>	M55	0.49
		Relai 1	M0	0.45
		Relai 2	M1	0.45
		<i>Single Solenoid Valve 1</i>	M2	0.69
		<i>Single Solenoid Valve 2</i>	M3	0.30
		<i>Double Solenoid Valve 1</i>	M4	0.30
			M5	0.30

	<i>Single Solenoid Valve 3</i>	M6	0.30
	<i>Double Solenoid Valve 1</i>	M7	1
		M8	0.63
	<i>Buzzer</i>	M9	0.56
	<i>Single Solenoid Valve 4</i>	M10	0.16
	<i>Single Solenoid Valve 5</i>	M11	0.56
	<i>Tower Light Merah</i>	M12	1.24
	<i>Tower Light Kuning</i>	M13	1.27
	<i>Tower Light Hijau</i>	M14	0.56

4.1.4 Hasil Kinerja Keseluruhan

Pada bagian ini menunjukkan waktu kerja sistem pada bagian proses inspeksi dengan keadaan objek objek baik dan tidak baik.

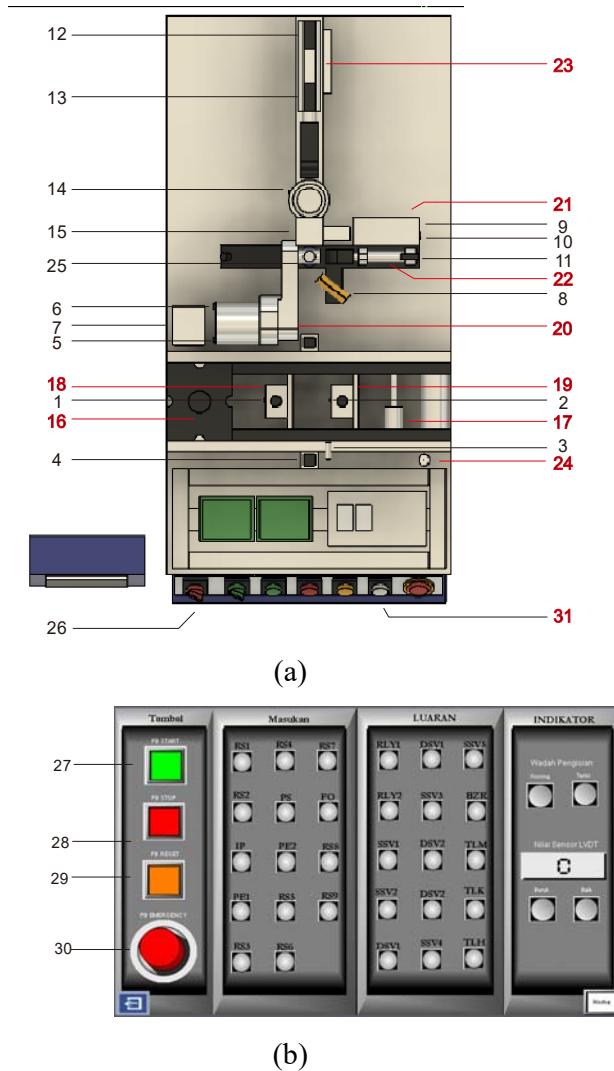
Tabel 4.5 Waktu kerja sistem keseluruhan

No	Keadaan Objek	Pengamatan	Waktu Kinerja (s)
1	Baik	Pengamatan 1	21.24
		Pengamatan 2	25.98
		Pengamatan 3	22.77
		Pengamatan 4	25.57
		Pengamatan 5	22.32
		Pengamatan 6	22.57
2	Tidak Baik (dengan tempat pengisian berisi objek baik)	Pengamatan 1	34.61
		Pengamatan 2	37.97
		Pengamatan 3	36.52
		Pengamatan 4	36.18
		Pengamatan 5	38.38
		Pengamatan 6	35.73

$$\text{Rata - Rata Kinerja} = \frac{\text{Jumlah waktu kinerja}}{\text{Jumlah data}}$$

Rata - rata lama waktu kinerja sistem dengan kondisi objek baik adalah 23.4 detik dan kondisi objek tidak baik adalah 36.5detik.

4.1.5 Cara Kerja Keseluruhan



Gambar 4.1 (a) Bentuk alat tampak atas dan (b) tampilan HMI

Keterangan :

- | | |
|---------------------------|----------------|
| 1. Reed Switch 1 | 16. Motor 1 |
| 2. Reed Switch 2 | 17. Motor 2 |
| 3. Inductive proximity | 18. Aktuator 1 |
| 4. Photoelectric 1 | 19. Aktuator 2 |
| 5. Reed Switch 3 | 20. Aktuator 3 |
| 6. Reed Switch 4 | 21. Aktuator 4 |
| 7. Pressure switch Sensor | 22. Aktuator 5 |

8. <i>Photoelectric</i> 2	23. Aktuator 6
9. <i>Reed Switch</i> 5	24. Lampu indikator model tower
10. <i>Reed Switch</i> 6	25. Vakum
11. <i>Reed Switch</i> 7	26. Saklar <i>Power</i>
12. <i>Fiber optic</i> 1	27. Tombol <i>Start</i>
13. <i>Reed Switch</i> 8	28. Tombol <i>Stop</i>
14. <i>Reed Switch</i> 9	29. Tombol <i>Reset</i>
15. Sensor Potensiometer Linier	30. Tombol <i>Emergency</i>
	31. <i>Buzzer</i>
Garis hitam perangkat masukan dan garis merah perangkat luaran	

Putar saklar *power* pada kondisi *ON* untuk menyalakan sistem. Lampu indikator model tower kuning akan menyala menandakan posisi aktuator berada pada posisi awal yang benar. Jika sensor *fiber optic* tidak mendeteksi adanya objek di tempat pengisian, maka sistem tidak dapat berjalan dan indikator tempat pengisian kosong di HMI akan menyala.

Untuk menjalankan sistem, tekan tombol *start* yang terdapat pada tampilan HMI, lampu indikator model tower warna hijau akan menyala. Relai 1 dan relai 2 akan aktif, menyebabkan konveyor atas dan bawah menyala untuk meggerakkan palet dari unit sebelumnya masuk ke bagian proses ini. Pada kondisi ini akutator 2 dalam kondisi aktif untuk menghentikan laju palet.. Ketika sensor objek *proximity* induktif mendeteksi lempengan besi pada bagian samping palet, aktuator 1 akan menyala untuk mengunci palet. Saat palet sudah tekunci, sensor objek *photoelectric* 1 akan mendeteksi adanya objek diatas palet, maka aktuator 3 akan bergerak keluar untuk mengambil objek. Disaat yang bersamaan sensor *reed switch* 3 aktif, hal ini akan mengaktifkan vakum untuk menghisap objek. Objek yang dihisap menyebabkan *pressure switch* sensor udara aktif. Saat *pressure switch* sensor aktif, maka aktuator 3 akan bergerak masuk ke dalam dengan membawa objek. Saat aktuator 3 telah sampai bagian dalam, sensor *reed switch* 4 aktif, sehingga vakum akan tidak aktif dan menaruh objek ke tempat inspeksi. Saat sensor *photoelectric* 2 yang terdapat pada tempat inspeksi mendeteksi adanya objek, aktuator 3 akan kembali keluar agar tidak menghalangi proses inspeksi.

Saat aktuator 3 sudah diluar, sensor *reed switch* 3 aktif dan sensor objek *photoelectric* 2 mendeteksi objek. Maka aktuator 4 akan bergerak ke atas untuk mengukur ketebalan objek bagian dalam menggunakan potensiometer linier. Objek yang diukur memiliki 2 kondisi, yaitu objek baik dan objek tidak baik. Saat objek masuk dalam keadaan baik, indikator tampilan objek baik dalam HMI akan menyala. Objek yang sudah diukur dan sedang dalam kondisi sensor *reed switch* 5 aktif, aktuator 4 akan kembali turun sampai sensor *reed switch* 6 aktif. Karena objek termasuk dalam keadaan baik dan tempat sudah sampai dibawah, aktuator 3 akan kembali masuk untuk mengambil objek. *Reed switch* 4 akan aktif dan menyebabkan vakum menyala. *Pressure switch* sensor kembali aktif, sehingga aktuator 3 akan kembali bergerak keluar dengan membawa objek. Saat objek dideteksi oleh sensor *photoelectric* 1, vakum akan berhenti. Sensor *reed switch* 3 aktif karena posisi aktuator 3 berada diluar dan terdeteksi objek oleh sensor objek *photoelectric* 1, maka aktuator 3 akan kembali masuk ke dalam agar tidak menghalangi laju palet. Setelah aktuator 3 berada di dalam dan dideteksi oleh sensor *reed switch* 4, menyebabkan aktuator 2 tidak aktif. Sehingga palet dapat berjalan ke proses berikutnya. Ketika aktuator 2 tidak aktif, menyebabkan sensor *reed switch* 2 tidak aktif, akan menghitung waktu selama 3 detik untuk mereset keadaan yang telah berlalu dan sistem kembali pada posisi awal.

Jika objek berada pada kondisi tidak baik, indikator tampilan objek tidak baik dalam HMI akan menyala dan objek akan didorong oleh aktuator 5 ke tempat buang. Aktuator 5 kembali ke posisi semula saat sensor *reed switch* 7 aktif. Kemudian aktuator 6 pada tempat pengisian akan aktif mendorong objek untuk menggantikan objek yang telah dibuang dan akan kembali ke posisi awal saat sensor *reed switch* 8 aktif. Objek yang berada pada tempat inspeksi akan diukur kembali. Jika objek masih dalam keadaan tidak baik, proses ini akan berulang. Dan jika objek sudah dalam keadaan baik, maka sistem akan bekerja pada bagian proses objek baik. Jika menekan tombol *stop* pada tampilan HMI, maka sistem akan berhenti bekerja setelah satu siklus selesai. Hal ini ditandai dengan lampu indikator model tower warna kuning menyala bersamaan dengan warna hijau. Saat objek telah selesai diinspeksi dan palet berjalan ke proses berikutnya, maka relai 1 dan relai 2 akan tidak aktif yang menyebabkan motor konveyor atas dan bawah mati. Bersamaan

dengan hal ini, lampu indikator model tower warna hijau akan mati dan warna kuning tetap menyala.

Jika menekan tombol *emergency* pada tampilan HMI, sistem akan berhenti bergerak. Lampu indikator model tower warna merah dan *buzzer* hidup. Hal ini akan mereset seluruh sistem yang telah bekerja. Objek objek dan palet yang berada pada proses inspeksi harus diambil terlebih dahulu. Kemudian menaruhnya pada awal dan menekan tombol reset di HMI untuk mengembalikan aktuator pada posisi semula.

Menekan tombol reset akan mengembalikan seluruh keadaan yang tersimpan dalam sistem ke keadaan semula dan mempersiapkan sistem kembali ke posisi awal dengan ditandai dengan lampu indikator model tower warna kuning menyala.

4.2 Pembahasan

Pada bagian ini akan membahas terkait kinerja dari komponen yang digunakan mencakup cara kerja komponen sensor, komponen luaran, modul I/O modbus, antarmuka HMI, dan lama kinerja sistem.

4.2.1 Kinerja Perangkat Masukan

Pada bagian kinerja sensor akan dibahas mengenai ketepatan cara kerja dari sensor yang digunakan.

1. Sensor *Reed Switch*

Saat aktuator silinder aktif, sensor akan aktif dan mengirimkan aktif *low* ke modul I/O. Ketika aktuator silinder tidak aktif, sensor akan tidak aktif dan akan mengirimkan aktif *high* ke modul I/O. Hasil dari pembacaan dari sensor yang dipasang pada aktuator silinder dapat membaca medan magnet dengan baik.

2. Sensor Objek *Proximity* Induktif

Sensor ini dipasang untuk mendeteksi lempengan besi yang terdapat pada palet sehingga sensor akan mengirimkan aktif *low* ke modul I/O. Ketika sensor tidak mendeteksi keberadaan palet, maka sensor akan mengirimkan aktif *high* pada modul I/O. Hasil pembacaan dari sensor ini dapat mendeteksi keberadaan palet dengan baik.

3. Sensor Objek *Photoelectric*

Sensor ini dipasang untuk mendeteksi objek yang terdapat pada palet dan tempat pengukuran sehingga sensor akan mengirimkan aktif *low* ke modul I/O. Ketika

sensor tidak mendeteksi keberadaan objek, maka sensor akan mengirimkan aktif *high* pada modul I/O. Hasil pembacaan dari sensor ini dapat mendeteksi keberadaan palet dengan baik.

4. Pressure Switch Sensor

Ketika sensor mendeteksi tekanan kurang dari -19.5Pa, maka sirkuit akan mengirimkan aktif *low*. Dan ketika tekanan lebih dari -19.5Pa, maka sirkuit akan mengirimkan aktif *high*. Sensor tekanan ini digunakan untuk mendeteksi vakum untuk menghisap objek. Hasil dari pembacaan sensor ini dapat mendeteksi tekanan angin pada vakum dengan baik.

5. Sensor Objek *Fiber Optic*

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek dalam tempat pengisian. Saat sensor mendeteksi objek dalam tempat pengisian, maka akan mengirimkan aktif *low*. Ketika sensor tidak mendeteksi objek dalam tempat pengisian, maka akan mengirimkan aktif *high*. Hasil dari pembacaan sensor ini dapat mendeteksi keberadaan objek pada tempat pengisian dengan baik.

6. Sensor Ketebalan Objek

Potensiometer linear sebagai sensor ketebalan objek digunakan untuk mengukur ketebalan bagian dalam benda. Sensor ini menggunakan perubahan nilai resistansi ketika ketebalan benda memiliki ukuran yang berbeda dengan rentan 0 – 1K Ω . Tegangan yang terdapat pada potensiometer linier juga akan berbeda. Sensor ini masuk dalam pin analog PLC dimana nilai yang dibaca adalah tegangan dari rentan 0 – 10V dengan bit yang terbaca adalah 12 bit. Ketika sensor mengukur benda baik, menunjukkan nilai ADC 1306 – 1410 dan benda tidak baik, menunjukkan nilai ADC 1411 – 1530.

4.2.2 Kinerja Waktu Tunda Modul I/O Modbus

Dalam satu waktu sinyal akan mengirimkan 8 bit yang terbagi menjadi beberapa frame, diantaranya alamat, fungsi, data, dan *error check*. Alamat yang digunakan adalah 1, kemudian untuk fungsi 03 sebagai pembacaan *input* dan 06 untuk menulis *output*, dan D0 digunakan untuk menyimpan data *register*. Pada pemrograman di PLC menggunakan sistem *timer* untuk mendeklarasikan alamat *output* yang akan dikendalikan. Didapatkan hasil waktu tunda dengan jarak aman dibawah 1.5 detik

antara program PLC dengan aktual dari Tabel 4.3 pada hasil pengukuran. Ketika waktu tunda diatas 1.5 detik, terdapat pengiriman data yang terlewat.

4.2.3 Kinerja Waktu Tunda HMI

Ketika tombol ditekan oleh pengguna, HMI akan mengirimkan sinyal melalui protokol komunikasi RS-232 ke PLC untuk memproses sistem yang ada. Didapatkan hasil waktu tunda dengan jarak aman dibawah 1.5 detik antara pembacaan program HMI dengan aktual dari Tabel 4.4 pada hasil pengukuran. Ketika waktu tunda diatas 1.5 detik, terdapat pengiriman data yang terlewat.

4.2.4 Kinerja Keseluruhan Alat

Dari hasil kinerja keseluruhan alat pada bagian proses inspeksi ini dapat berjalan dengan rata – rata waktu 23.4 detik saat objek baik, dan saat objek tidak baik dengan tempat pengisian berisi objek baik dapat berjalan dengan waktu 36.5 detik (saat tempat pengisian baik berisi objek baik) dari Tabel 4.5 pada hasil pengukuran.

BAB V KESIMPULAN

Dari pelaksanaan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (*Human Machine Interface*) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (*Modular Production System*)” dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya:

1. Kinerja dari komponen masukan dapat berjalan sesuai fungsinya saat sensor aktif, akan mengeluarkan tegangan 0 atau mendekati *ground*.
2. Dari hasil pengujian pada sistem proses inspeksi, dapat mengukur tinggi bagian dalam benda baik dengan nilai ADC 1306 - 1410 dan benda tidak baik dengan nilai ADC 1411 – 1530.
3. Alat peraga MPS bagian proses inspeksi berhasil diprogram menggunakan komunikasi serial Modbus RTU dimana perantara fisik melalui protokol RS-485 dengan waktu tunda dibawah 1.5 detik.
4. Alat peraga MPS bagian proses inspeksi berhasil menghubungkan antarmuka berupa HMI dengan menggunakan protokol komunikasi serial RS-232 dengan waktu tunda pengiriman data dibawah 1.5 detik.
5. Pada alat peraga MPS bagian proses inspeksi dapat diprogram menggunakan PLC dan perangkat tambahan modul I/O dengan menggunakan komunikasi serial Modbus RTU yang menghasilkan waktu kinerja rata – rata 23.4 detik untuk benda baik dan 36.5 detik untuk benda tidak baik saat tempat pengisian berisi benda baik.

Berdasarkan tugas akhir yang telah dibuat, masih terdapat beberapa kekurangan. Untuk itu perlu dilakukan beberapa penambahan agar sistem dapat bekerja lebih optimal dengan cara sebagai berikut:

1. Penggunaan modul I/O sebagai *slave* bisa diganti menggunakan PLC yang tetap dihubungkan menggunakan komunikasi serial Modbus RTU karena tidak membutuhkan program *delay timer*.
2. Dalam perkembangan industri 4.0, alat peraga MPS ini dapat dihubungkan dengan internet (IoT) agar proses sistem dapat dipantau lebih mudah dimana saja.

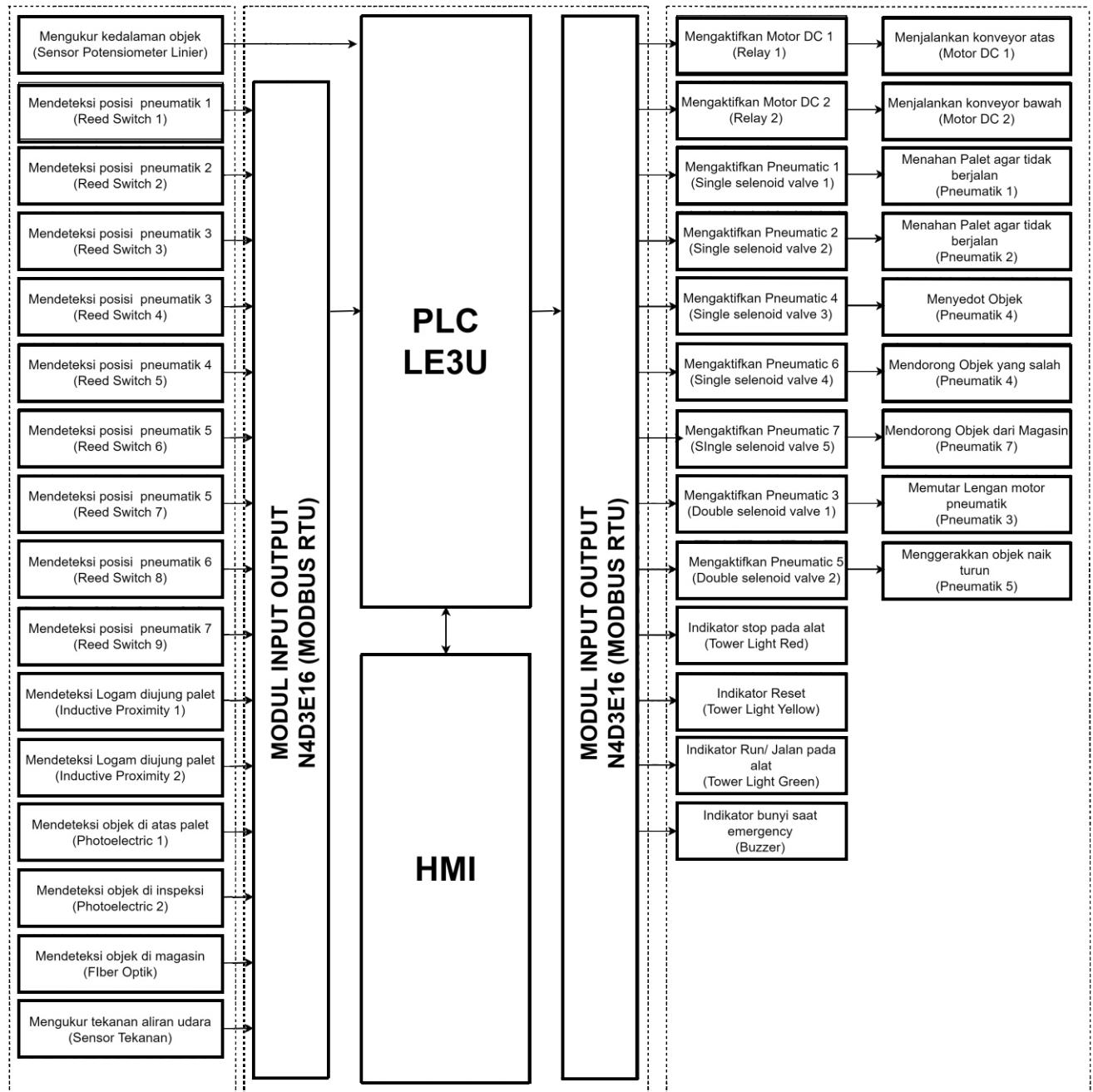
DAFTAR PUSTAKA

- Bolton, W. (2003). *Programmable Logic Controller 3th Edition*. England: Elsevier Ltd.
- Hamdani, Idris, A. R., & Sofyan. (2020). Pengontrolan I/O Via Komunikasi Modbus Master Dan Modbus Slave PLC TM221 Berbasis Scada. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5, 79-84.
- Husen , Z., & Surbakti, M. S. (2020). *Aplikasi Mekatronika: Desain dan Simulasi Rangkaian Elektropneumatik dengan FESTO FluidSIM*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Imnadir, & Zai, I. D. (2022, September). Penerapan PLC HMI (Human Machine Interface) Untuk Monitoring Objek Pada Sistem Pengisian Minuman Ke Dalam Botol. *Buletin Utama Teknik*, 18(1), 47-53.
- Irvani, M. T., & Linanda, R. (2021). *Inlet Lifter, Supply Process and Inspection Prosess in Mini Modular Production System (MPS) Based On Programmable Logic Controllers (PLC)*.
- Kadirun, Hasanuddin, & Aryanto. (2016). Penerapan Sistem Stop Sign pada Pertigaan Jalan Berbasis Sensor Photoelectric Studi Kasus pada PT.CHEVRON Pacific Indonesia. *Jurnal Fasilkom*, 5(2), 1-9.
- Khakim, L., Afriliana, I., & Nurohim. (n.d.). *Implementasi Mikrokontroler dan Sensor MQ2 pada Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga*.
- Mugono, S., & Musyahar, G. (2021, Februari). Rancang Bangun Trainer Kendali Berbasis PLC Mitsubishi FX3U 24 MR. *JURNAL CAHAYA BAGASKARA Vol. 6. No. 1*, 6(1), 10-19.
- Naim, M. (2021). *Buku Ajar Sistem Kontrol dan Kelistrikan Mesin*. Bojong: PT. Nasya Expanding Management.
- Nugraha, A. T., & Eviningsih, R. P. (2022). *Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter*. Yogyakarta: DEEPUBLISH.
- Prabuwono, A. S., Kurniawan, D., & Away, Y. (2007, April). Perancangan Sistem Inspeksi Visual Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Pada Modular Automation Production System (MAPS). *Jurnal Teknik Gelagar*, 18(1), 11-18.
- Pratama, C. M., & Nur'Aini, L. (2022). *Alat Peraga Modular Production System untuk Inspection Process dan Assembly Process Menggunakan Arduino Nano*.
- Rif'an, M. (2013). *Rancang Bangun HMI SCADA dengan DELPHI*. Jakarta: PT. Lestari Kiranatama.

- Rizal, M. (2020). *Pengukuran Teknik Dasar dan Aplikasi*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Sendari, S., Wirawan, I. M., & Nasrulloh, M. (2021). *Sensor Transduser*. Malang: Ahlimedia Press.
- Setiyo, M. (2017). *Listrik dan Elektronika Dasar Otomotif*. Magelang: UNIMMA PRESS.
- Siman. (2022). *Hidrolik dan Pneumatik*. Surabaya: Cipta Media Nusantara.
- Sumbodo, W. (2017). *Pneumatik dan Hidrolik*. Sleman: DEEPUBLISH.
- Tanojo, D. (2015). Kontrol Modular Production System Berbasis PLC Siemens S7-300 Dengan Menggunakan HMI Touch Panel. *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 4(1), 1-8.
- Taufiq, S.ST. (2017). *Modular Production System (Mps) Stasiun Distribusi Dengan Siemens S7300*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Komplek Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wibowo, A. (2017). *Rancang Bangun Aktuator Solenoid Valve pada Pengendalian Pressure Reaktor OAW (Oxygen Acetylene Welding)*.
- Zainal, N. R., Hadi, W., & M, S. B. (2018). Pengaruh Posisi Sudut Optimum Reed Switch Pada Motor Brushless DC Axial Flux. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 4, 9-14.

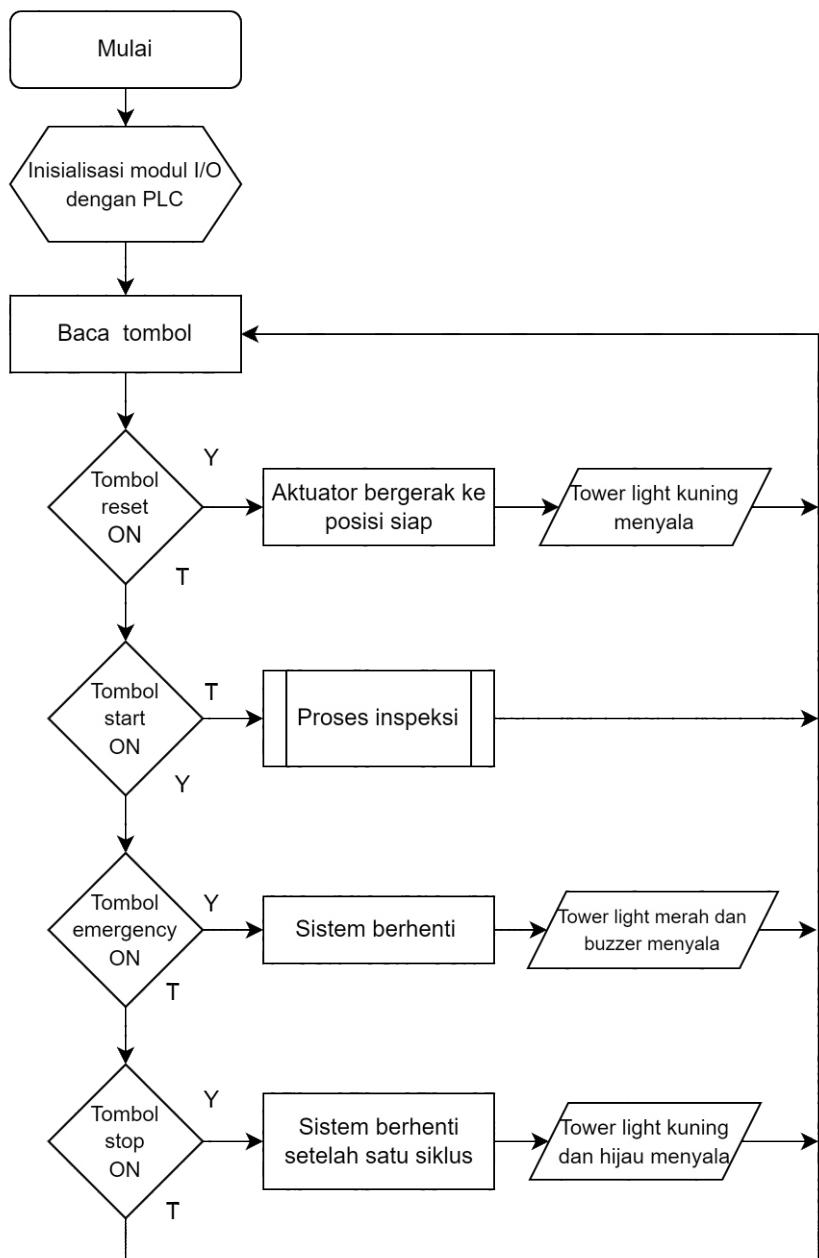
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

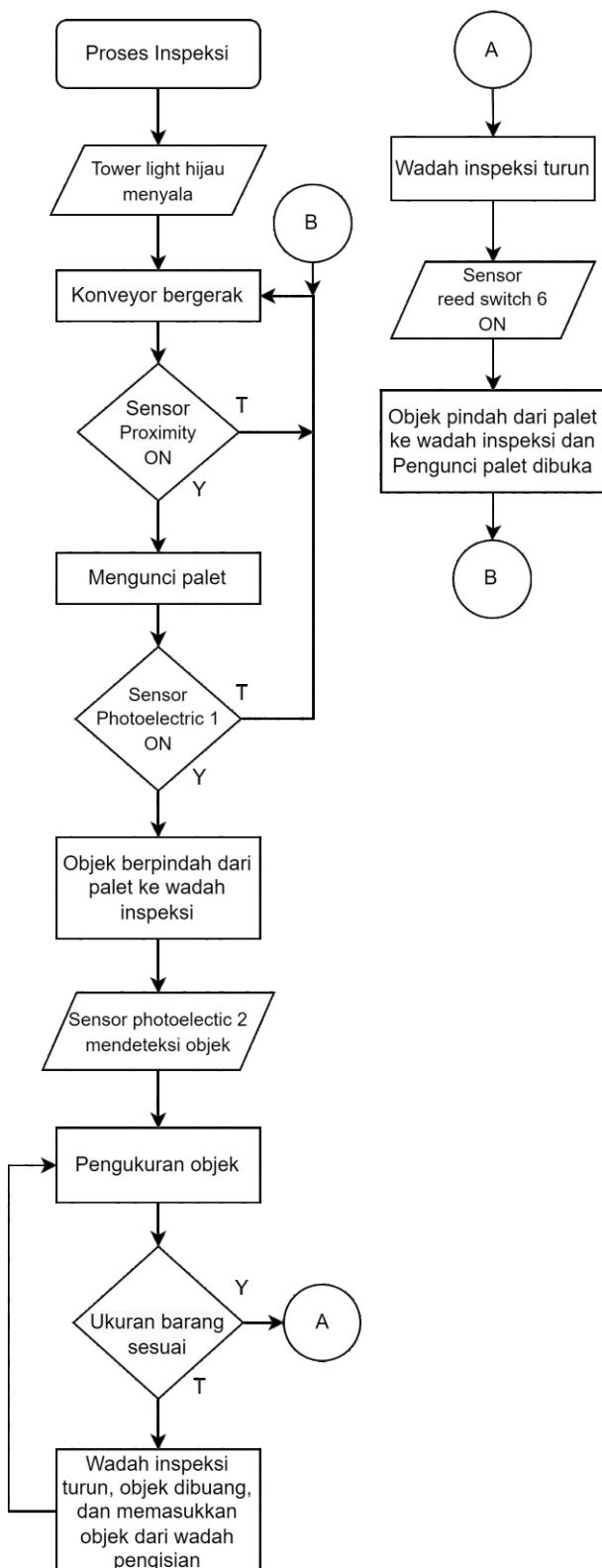


Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	Skala	Digambar	Dayu	06 - 07 - 23	
			Diperiksa	Sihono		
			No. Hal :	01	Jml. Hal : 09	
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG		SMG	EK	TA	DB
			23	32	3A	01

LAMPIRAN 2

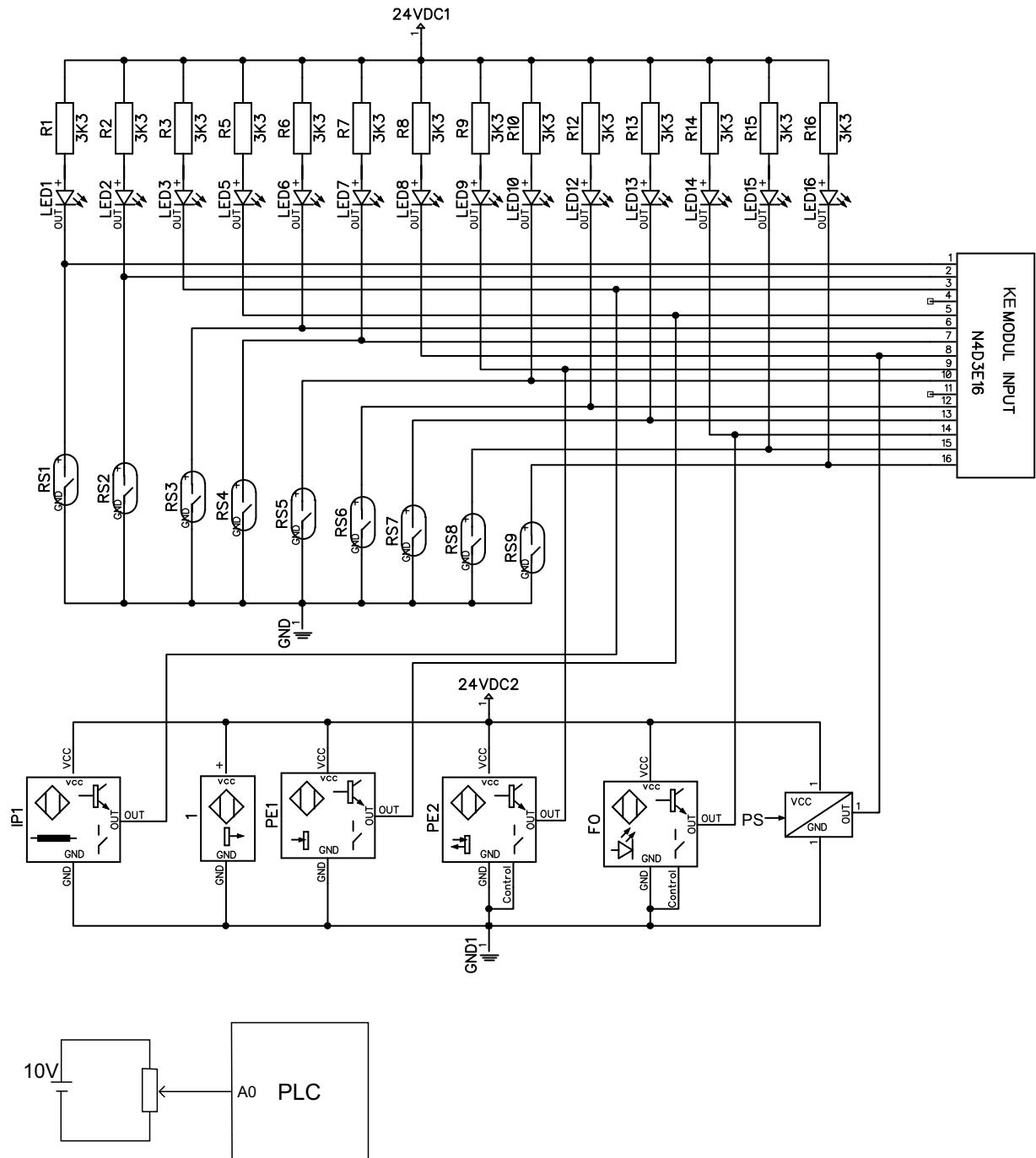


<i>Perubahan</i>	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	<i>Skala</i>	Digambar	Haidar	25 - 07 - 23
		Diperiksa	Sihono		
		No. Hal :	02	Jml. Hal :	09
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG	SMG	EK	TA	DA
		23	32	3A	01

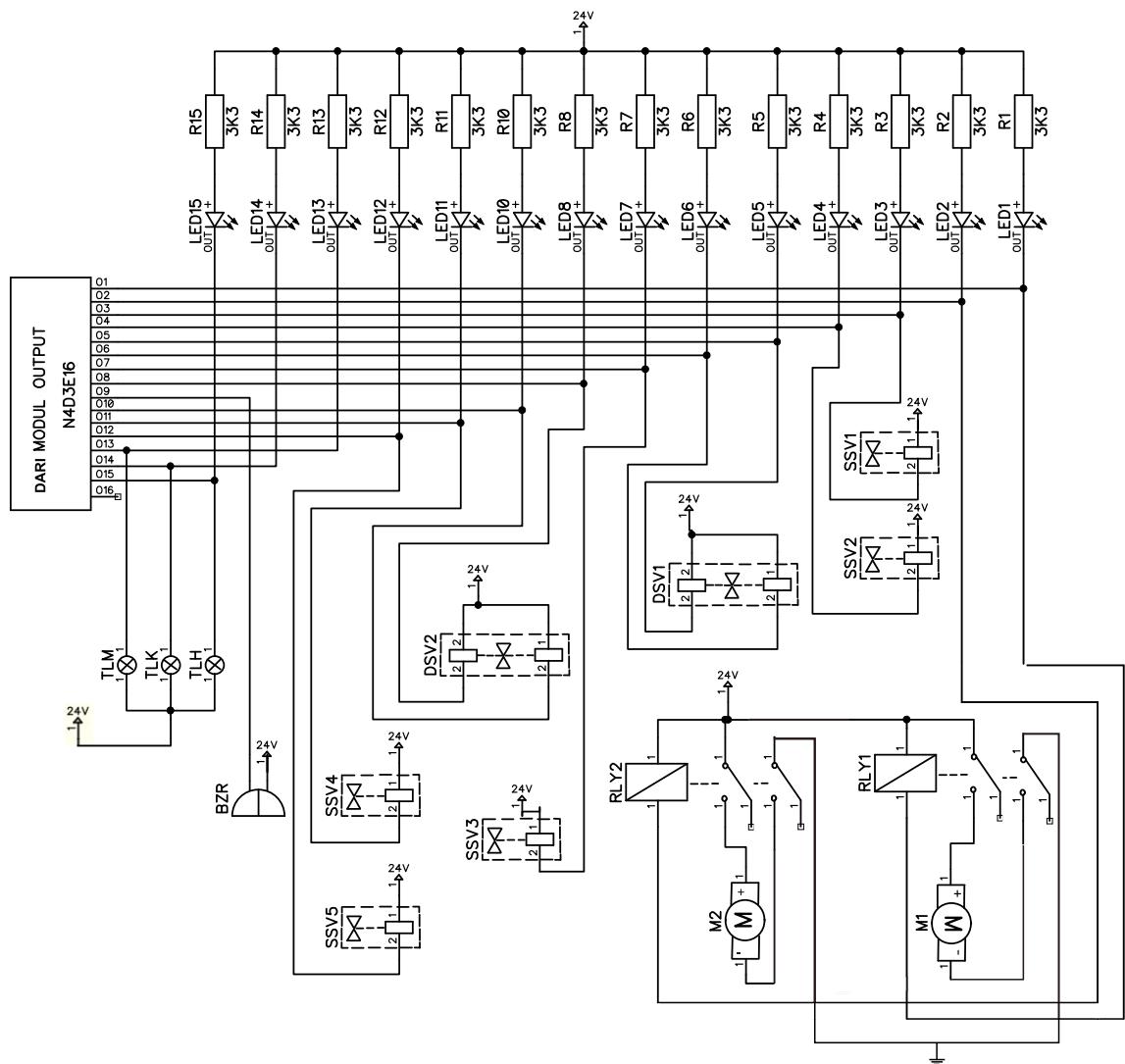


<i>Perubahan</i>	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	<i>Skala</i>	Digambar	Haidar	25 - 07 - 23
	<i>Diagram Alir Proses Inspeksi</i>		Diperiksa	Sihono	
			No. Hal :	02	Jml. Hal : 09
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG	SMG EK TA DA	23	32	3A 02

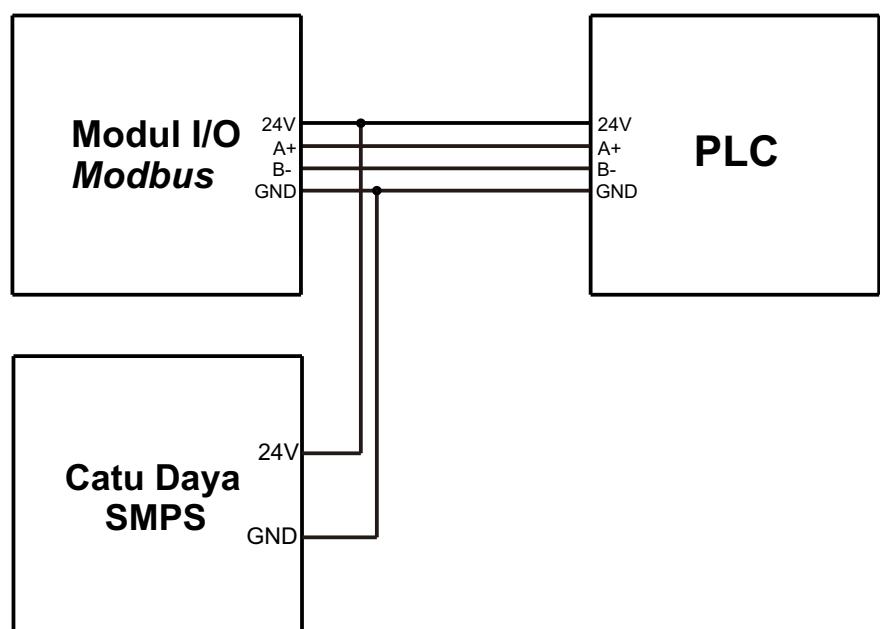
LAMPIRAN 3



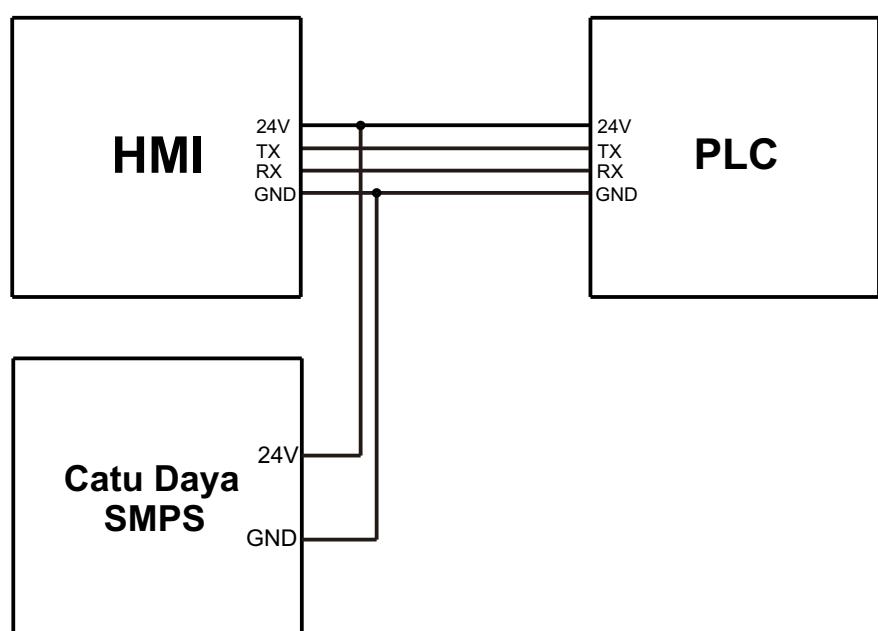
<i>Perubahan</i>	<i>Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)</i>	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>Dayu</i>	<i>12 - 07 - 23</i>
			<i>Diperiksa</i>	<i>Sihono</i>	
			<i>No. Hal :</i>	<i>03</i>	<i>Jml. Hal :</i> 09
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG	SMG EK TA DR 23 32 3A 01			



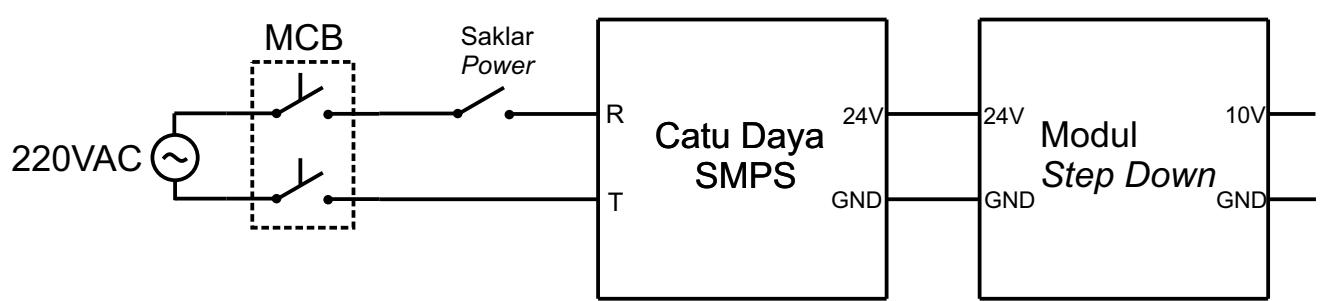
Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	Skala	Digambar	Dayu	18 - 07 - 23
			Diperiksa	Sihono	
			No. Hal :	03	Jml. Hal : 09
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG	SMG EK TA DR 23 32 3A 02			



<i>Perubahan</i>	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>Haidar</i>	14 - 07 - 23
		<i>Diperiksa</i>	<i>Sihono</i>		
	<i>Diagram Rangkaian Modul I/O</i>		No. Hal :	03	Jml. Hal : 09
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG	SMG EK TA DR 23 32 3A 03			

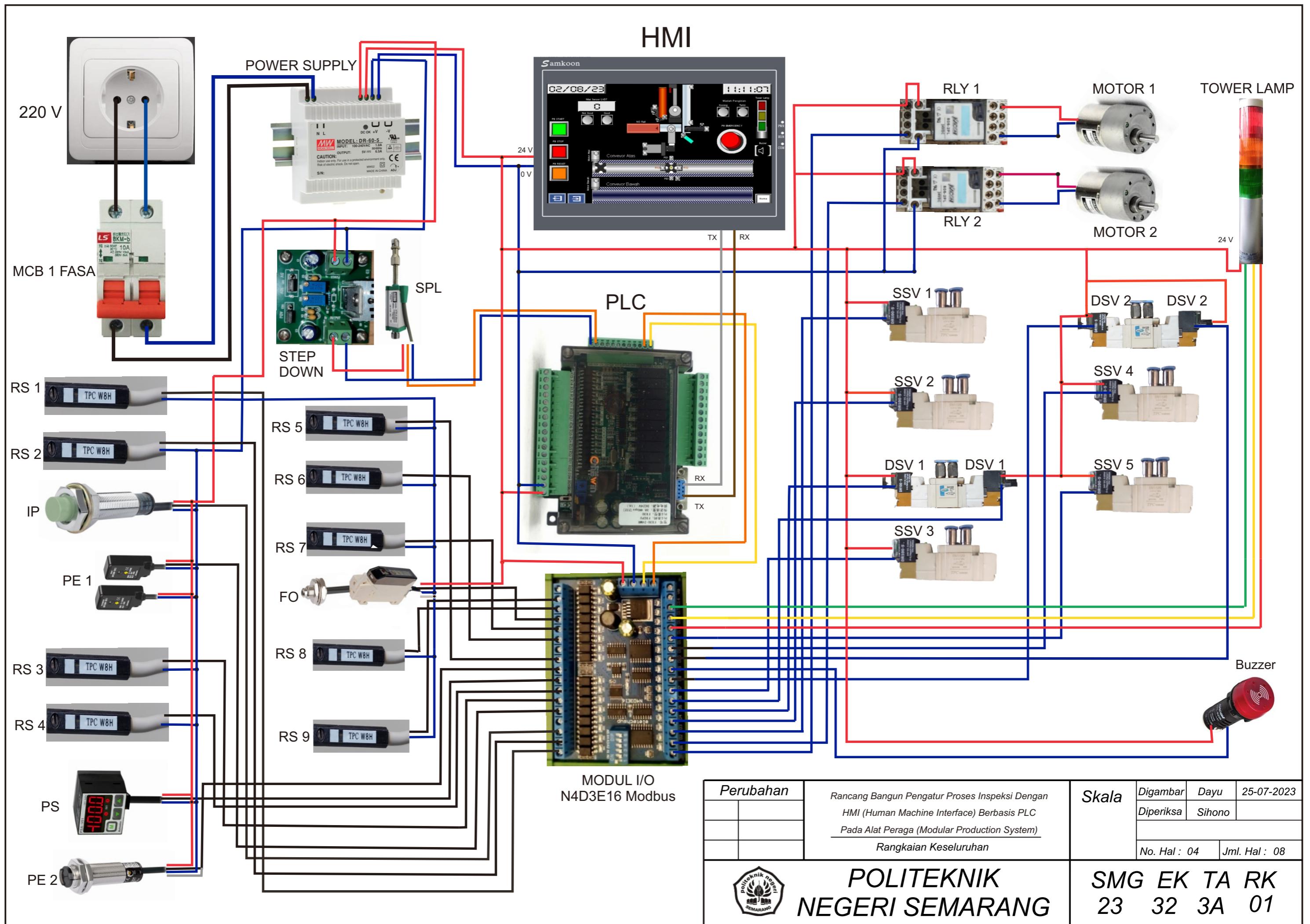


<i>Perubahan</i>	<i>Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)</i>	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>Haidar</i>	<i>14 - 07 - 23</i>
			<i>Diperiksa</i>	<i>Sihono</i>	
	<i>Diagram Rangkaian HMI</i>		<i>No. Hal :</i>	<i>03</i>	<i>Jml. Hal :</i>
			<i>SMG</i>	<i>EK</i>	<i>TA</i>
<i>POLITEKNIK NEGERI SEMARANG</i>			<i>DR</i>		
			<i>23</i>	<i>32</i>	<i>3A</i>
					<i>04</i>



<i>Perubahan</i>	<i>Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)</i>	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>Haidar</i>	<i>14 - 07 - 23</i>
			<i>Diperiksa</i>	<i>Sihono</i>	
	<i>Diagram Rangkaian Catu Daya</i>		<i>No. Hal :</i>	<i>03</i>	<i>Jml. Hal :</i>
POLITEKNIK NEGERI SEMARANG			SMG	EK	TA
			23	32	3A
					DR
					05

LAMPIRAN 4



Perubahan

Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan
HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC
Pada Alat Peraga (Modular Production System)
Rangkaian Keseluruhan

Skala

Diperiksa

Digambar Dayu 25-07-2023

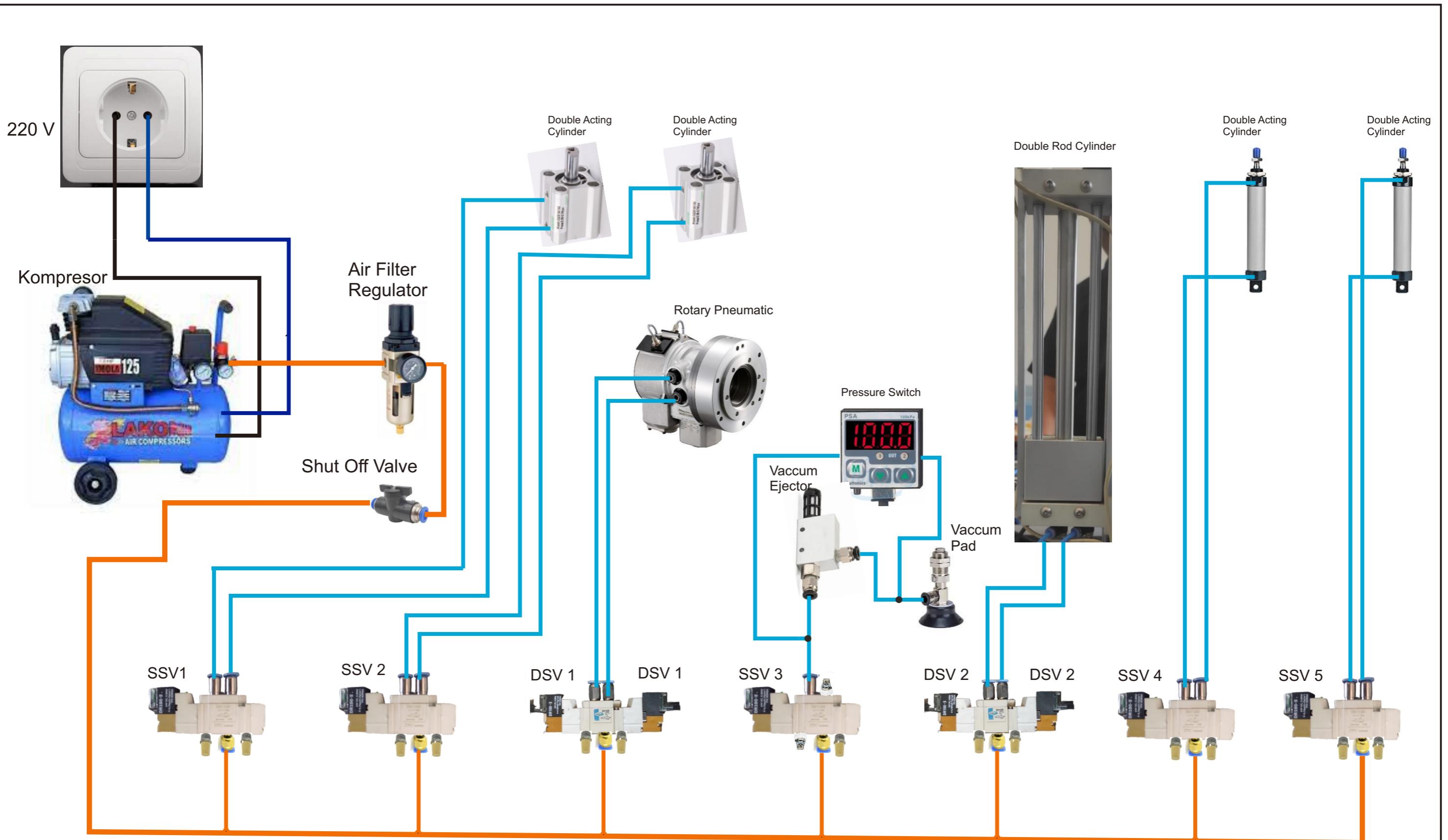
Sihono

No. Hal : 04 Jml. Hal : 08



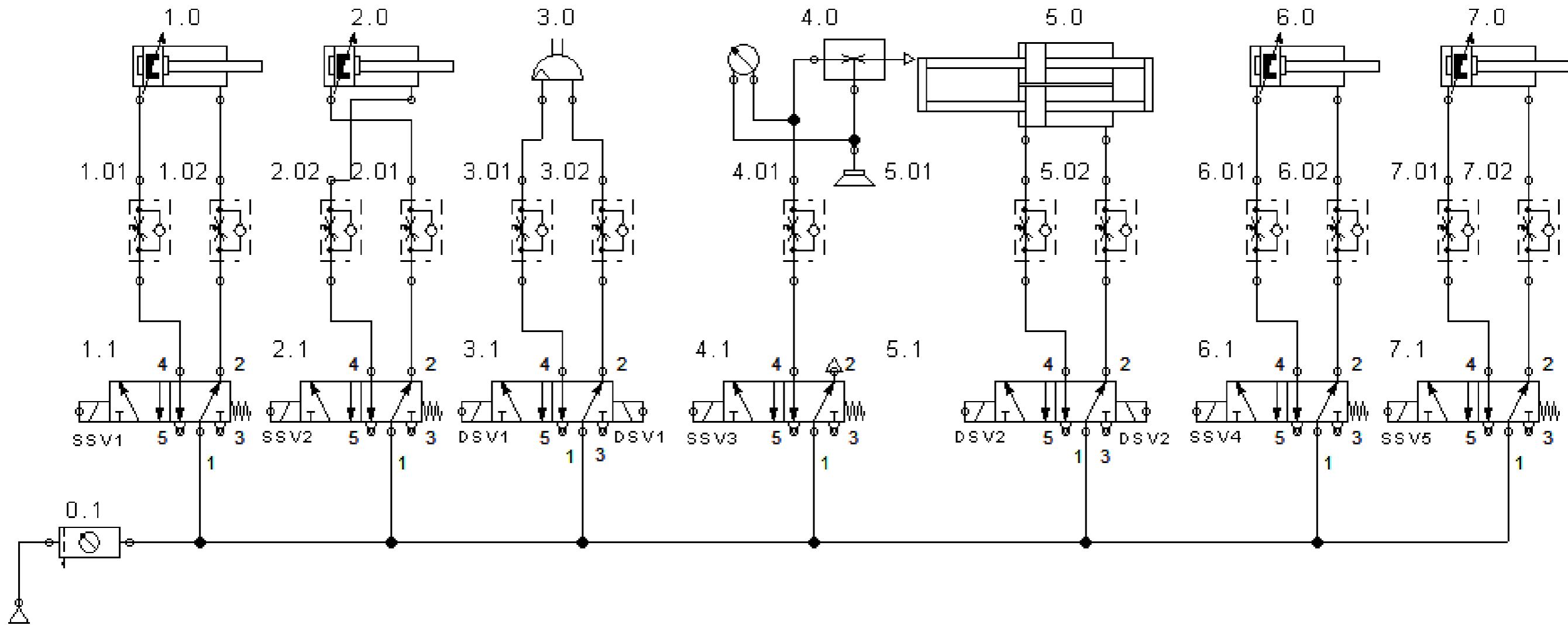
POLITEKNIK
NEGERI SEMARANG

SMG EK TA RK
23 32 3A 01



Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga (Modular Production System)	Skala	Digambar	Dayu	25-07-2023
	Rangkaian Keseluruhan Pneumatik		Diperiksa	Sihono	
			No. Hal :	04	Jml. Hal : 08
			POLITEKNIK	SMG EK TA RK	
			NEGERI SEMARANG	23 32 3A 02	

LAMPIRAN 5



Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	Skala	Digambar	Haidar	18 - 07 - 23
			Diperiksa	Sihono	
			No. Hal :	05	Jml. Hal : 09
	Rangkaian Pneumatik				
		POLITEKNIK NEGERI SEMARANG	SMG	EK	TA RP
23 32 3A 01					

LAMPIRAN 6

32	LED	LED1-LED32	Semikonduktor	0.25W	
32	Resistor	R1-R32	Semikonduktor	3K3 Ω	
2	Double Solenoid Valve	DSV1,DSV2	Komposit	24V	2 way
5	Single Solenoid Valve	SSV1-SSV5	Komposit	24V	2 way
1	Lampu Indikator Model Tower	Tower Lamp	Semikonduktor	24V, 2W	
1	Buzzer	Buzzer	Komposit	22mm	
2	Motor DC	Motor1,Motor2	Semikonduktor	12V,154mA	
2	Relai	RLY1,RLY2	Semikonduktor	24V, 10A	
1	Potensiometer Linear	SPL	Semikonduktor	1K5 Ω	
1	Sensor Objek Fiberoptic	FO	Semikonduktor	200mm	
1	Pressure Switch Sensor	PS	Semikonduktor	0-101.3kPa	
2	Sensor Objek Photoelectric	PE1,PE2	Semikonduktor	100mm,3m	
1	Sensor Objek Proximity Induktif	IP	Semikonduktor	4mm	
9	Reed Switch Sensor	RS1-RS9	Semikonduktor	5-40mA	
1	Modul I/O Modbus	Modul I/O N4D3E16	Komposit	N4D3E16	32 pin I/O
1	HMI	HMI	Komposit	EA 070 B	
1	PLC	PLC	Komposit	24-MT	24 pin I/O
1	Step Down	Step Down	Komposit	10 V / 1.5 A	
1	Catu Daya	Power Supply	Komposit	24 V / 2.5 A	
Jml	Nama Komponen	Posisi	Bahan	Ukuran	Keterangan

Perubahan

Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi
Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC
Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)

Skala

Digambar

Dayu

09-08-2023

Diperiksa

Sihono

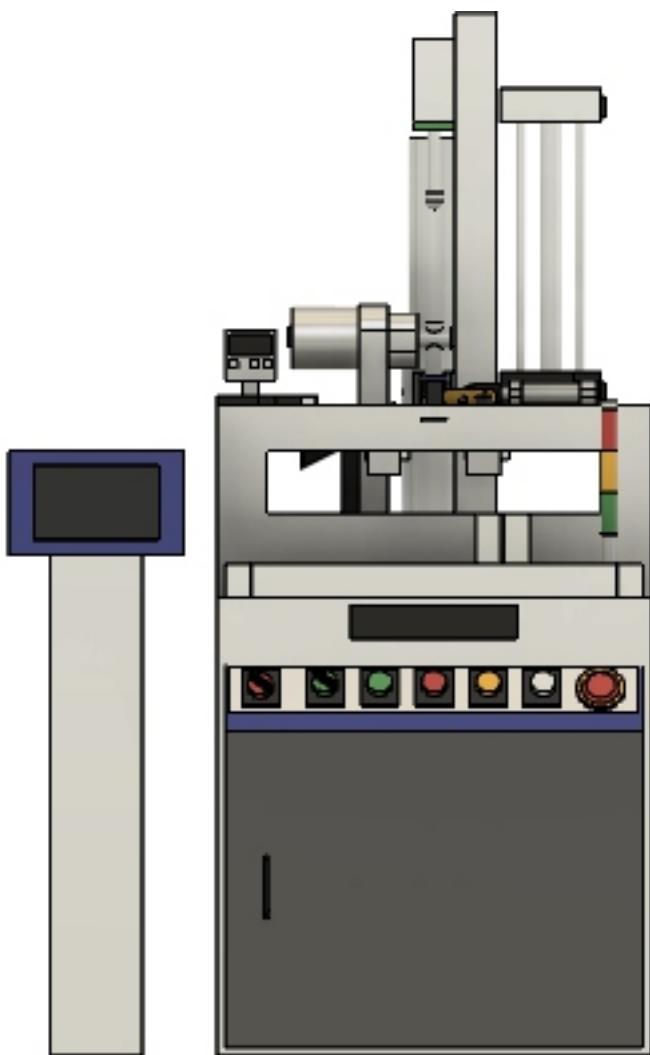
No. Hal :

06

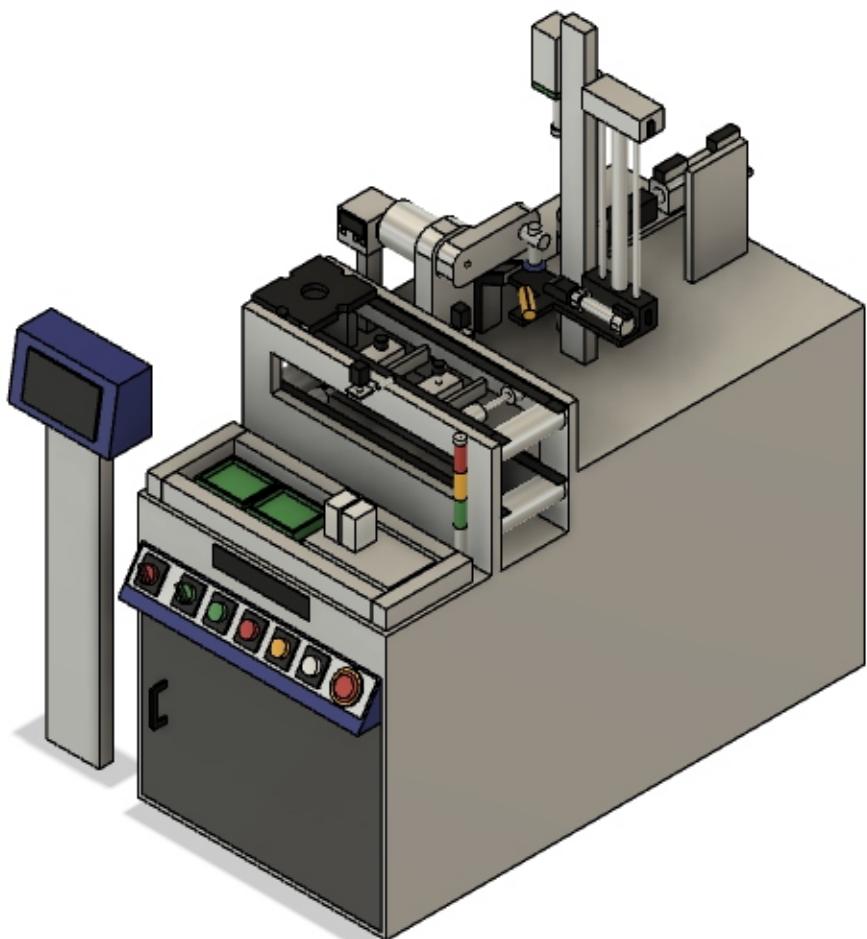
Jml. Hal : 09

POLITEKNIK
NEGERI SEMARANGSMG EK TA DK
23 32 3A 01

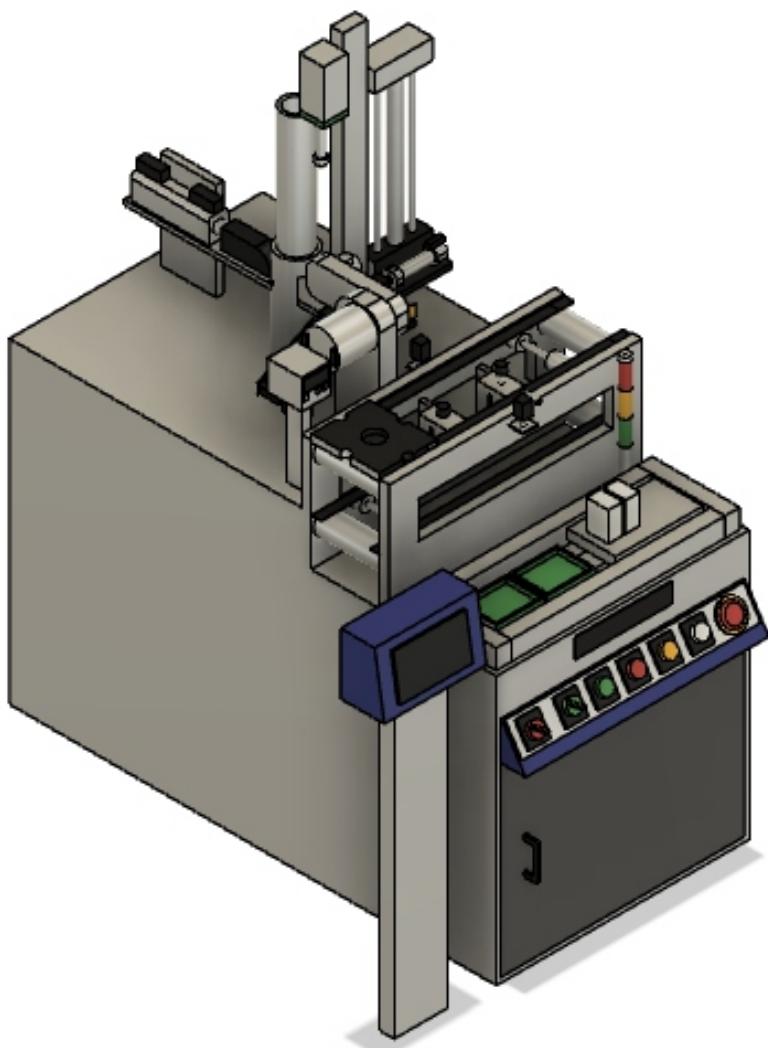
LAMPIRAN 7



Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	Skala	Digambar	Haidar	18 - 07 - 23
			Diperiksa	Sihono	
	Desain Mekanik Tampak Depan		No. Hal :	07	Jml. Hal : 09
		POLITEKNIK NEGERI SEMARANG		SMG EK TA DM	
		23 32 3A 01			

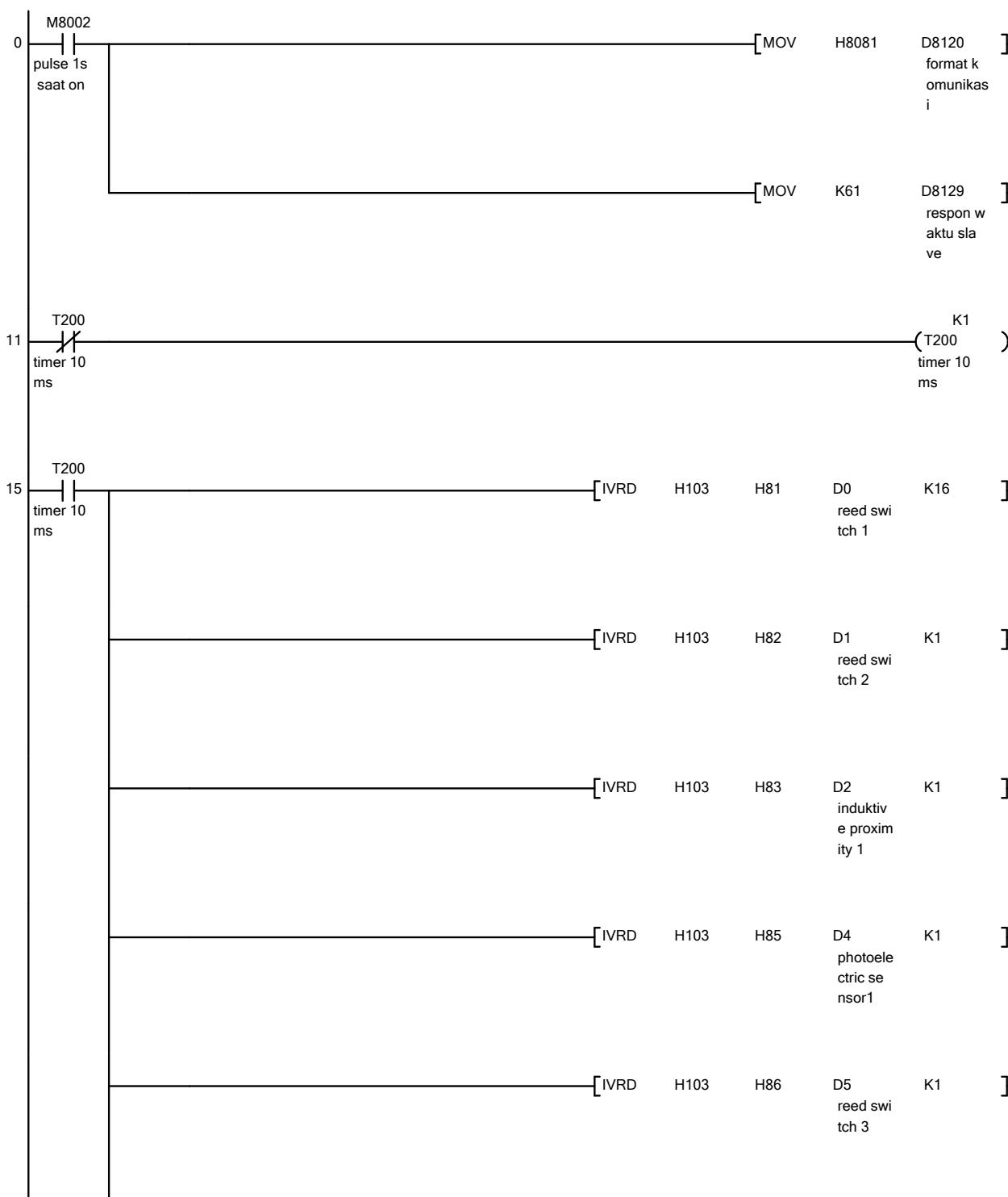


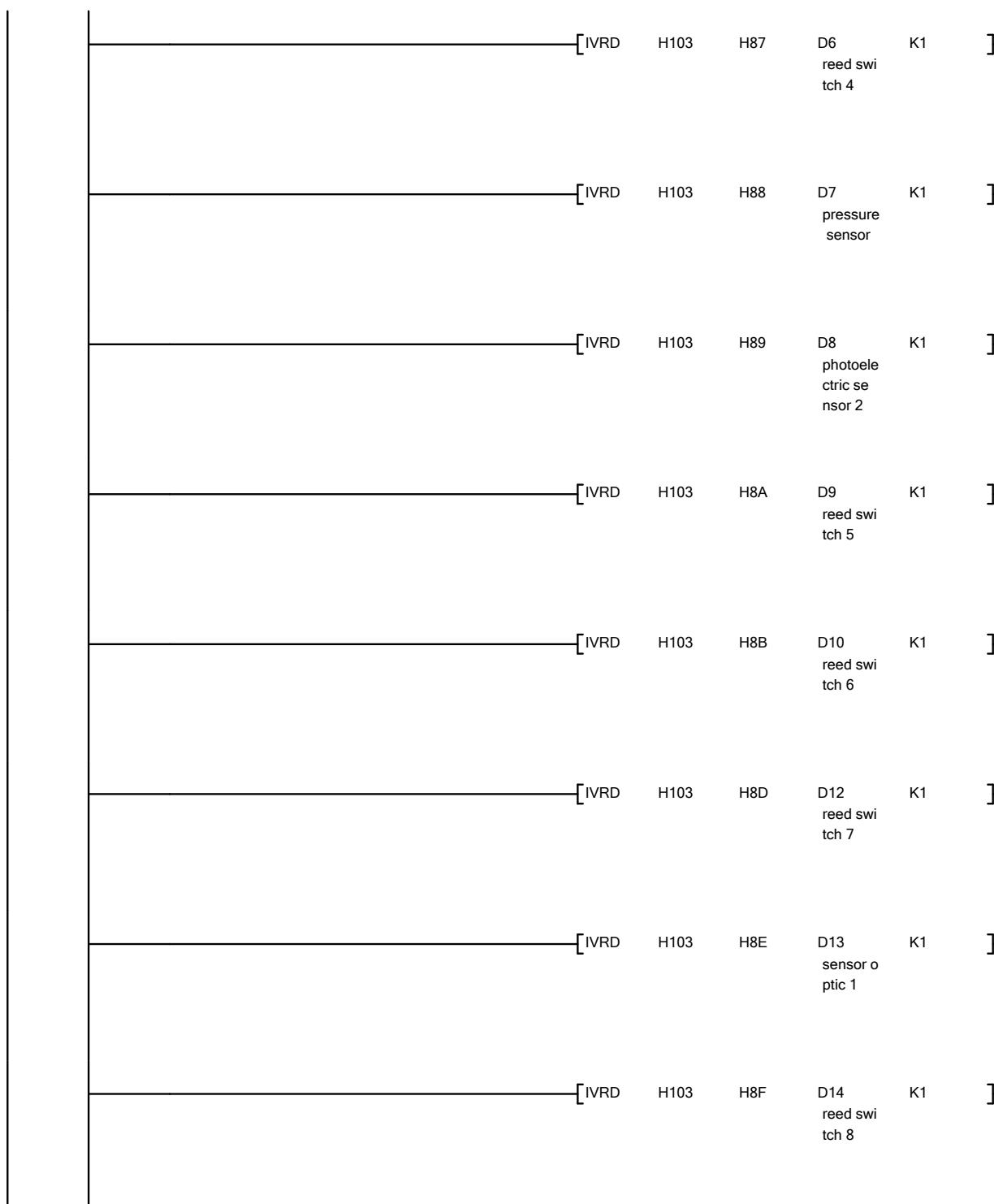
Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	Skala	Digambar	Haidar	18 - 07 - 23
			Diperiksa	Sihono	
	Desain Mekanik Tampak Serong Kanan		No. Hal :	07	Jml. Hal : 09
		POLITEKNIK NEGERI SEMARANG		SMG EK TA DM	
		23 32 3A 02			

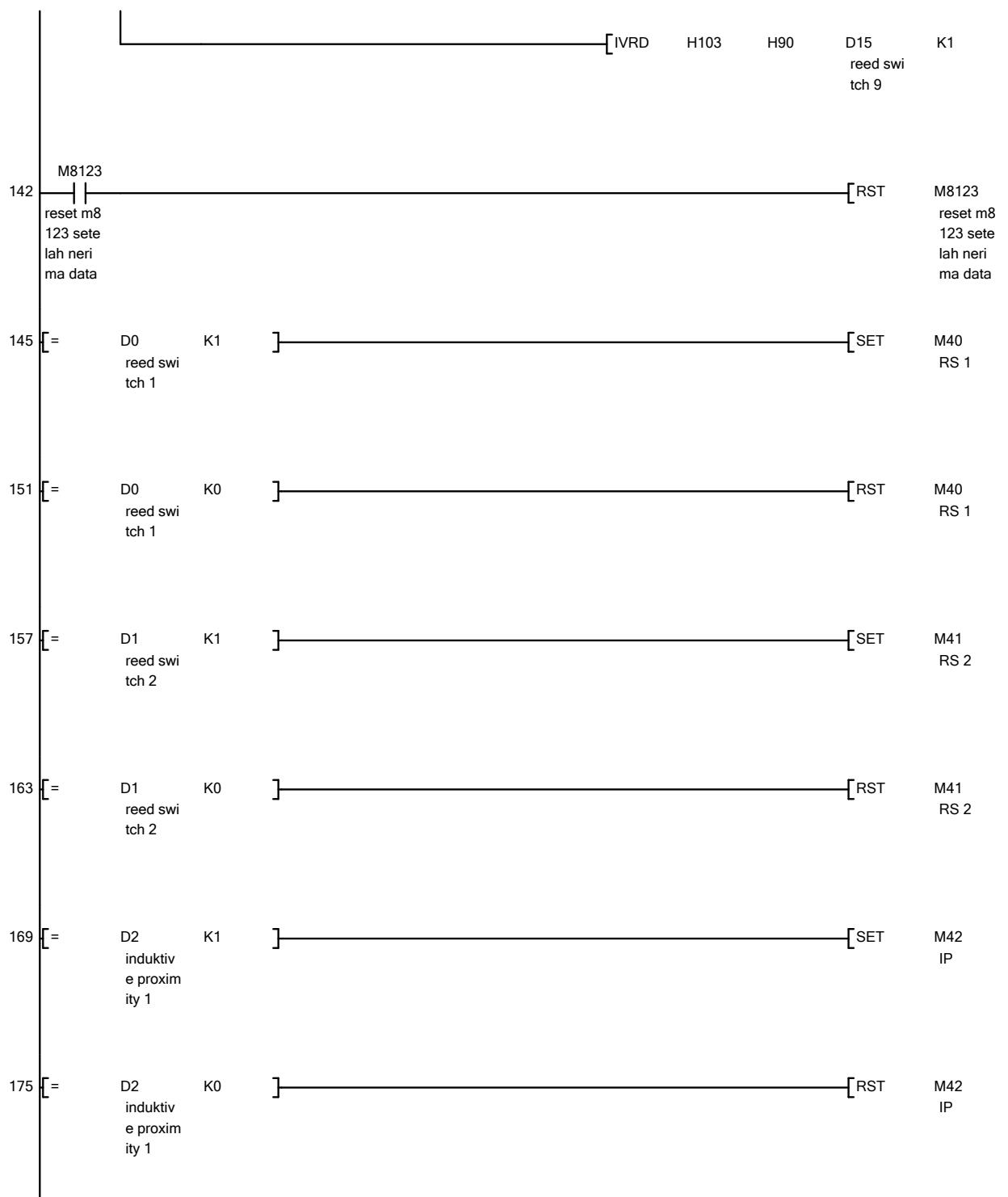


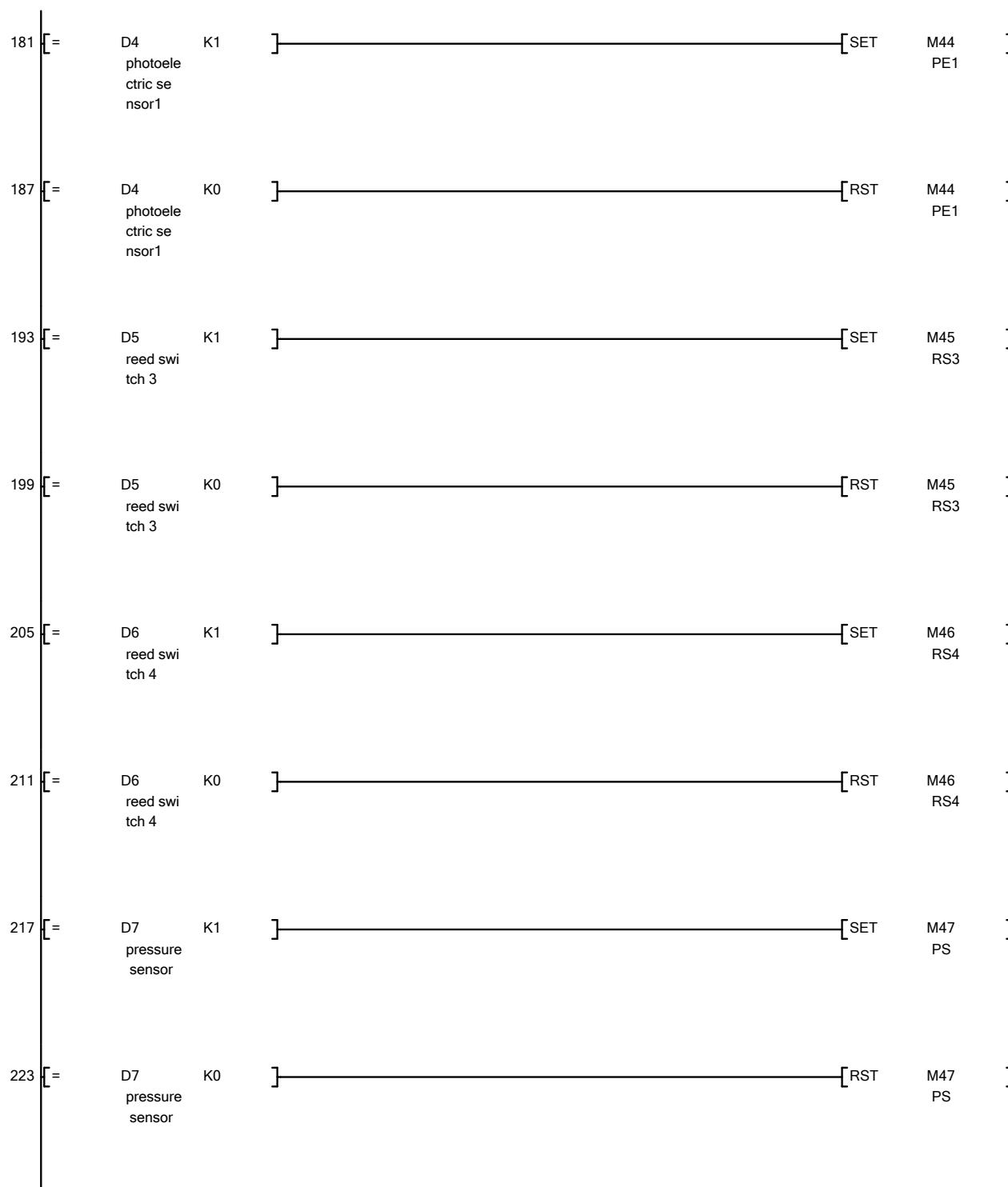
Perubahan	Rancang Bangun Pengatur Proses Inspeksi Dengan HMI (Human Machine Interface) Berbasis PLC Pada Alat Peraga MPS (Modular Production System)	Skala	Digambar	Haidar	18 - 07 - 23	
		Diperiksa	Sihono			
			No. Hal :	07	Jml. Hal : 09	
	POLITEKNIK NEGERI SEMARANG		SMG	EK	TA	DM
			23	32	3A	03

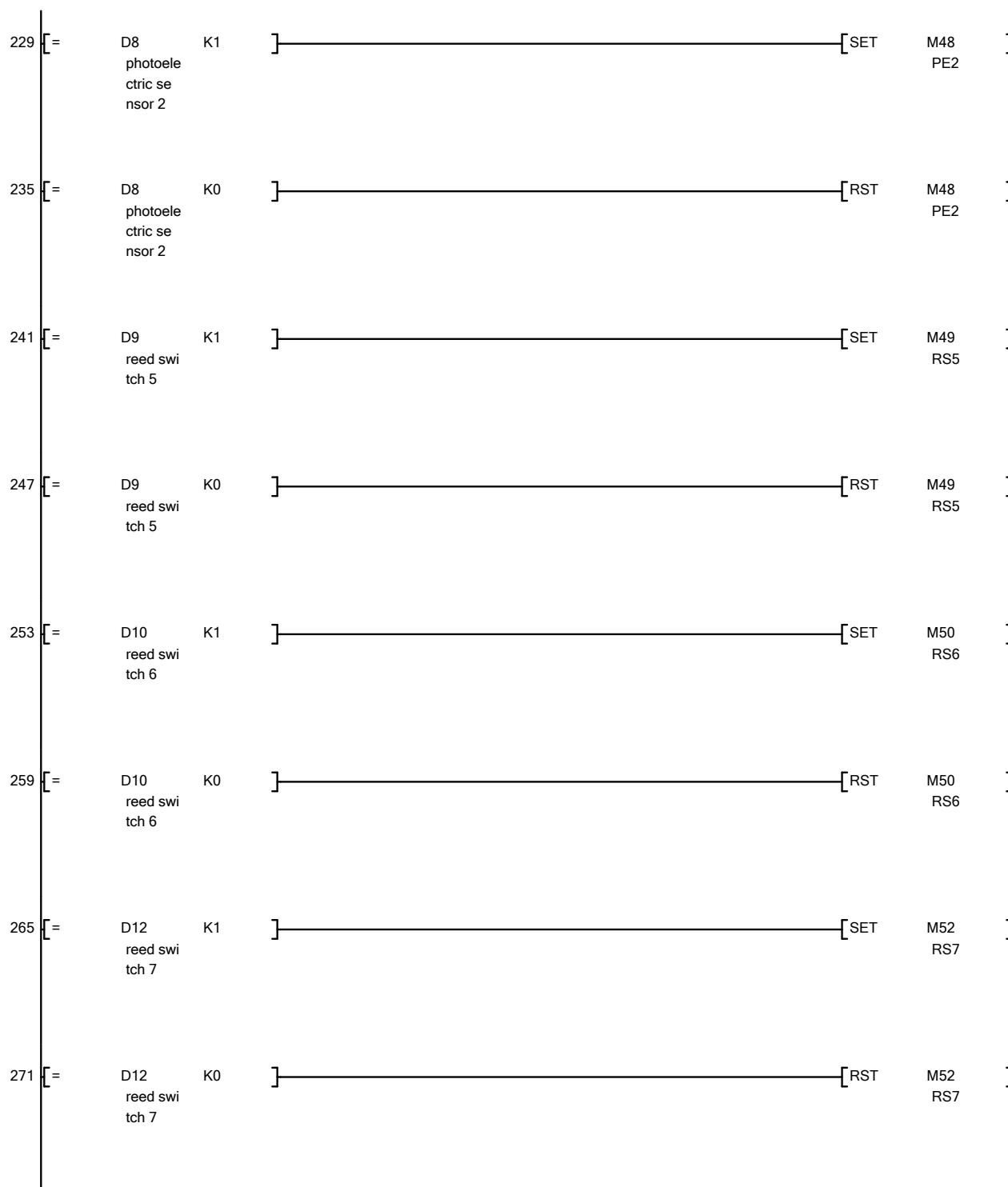
LAMPIRAN 8

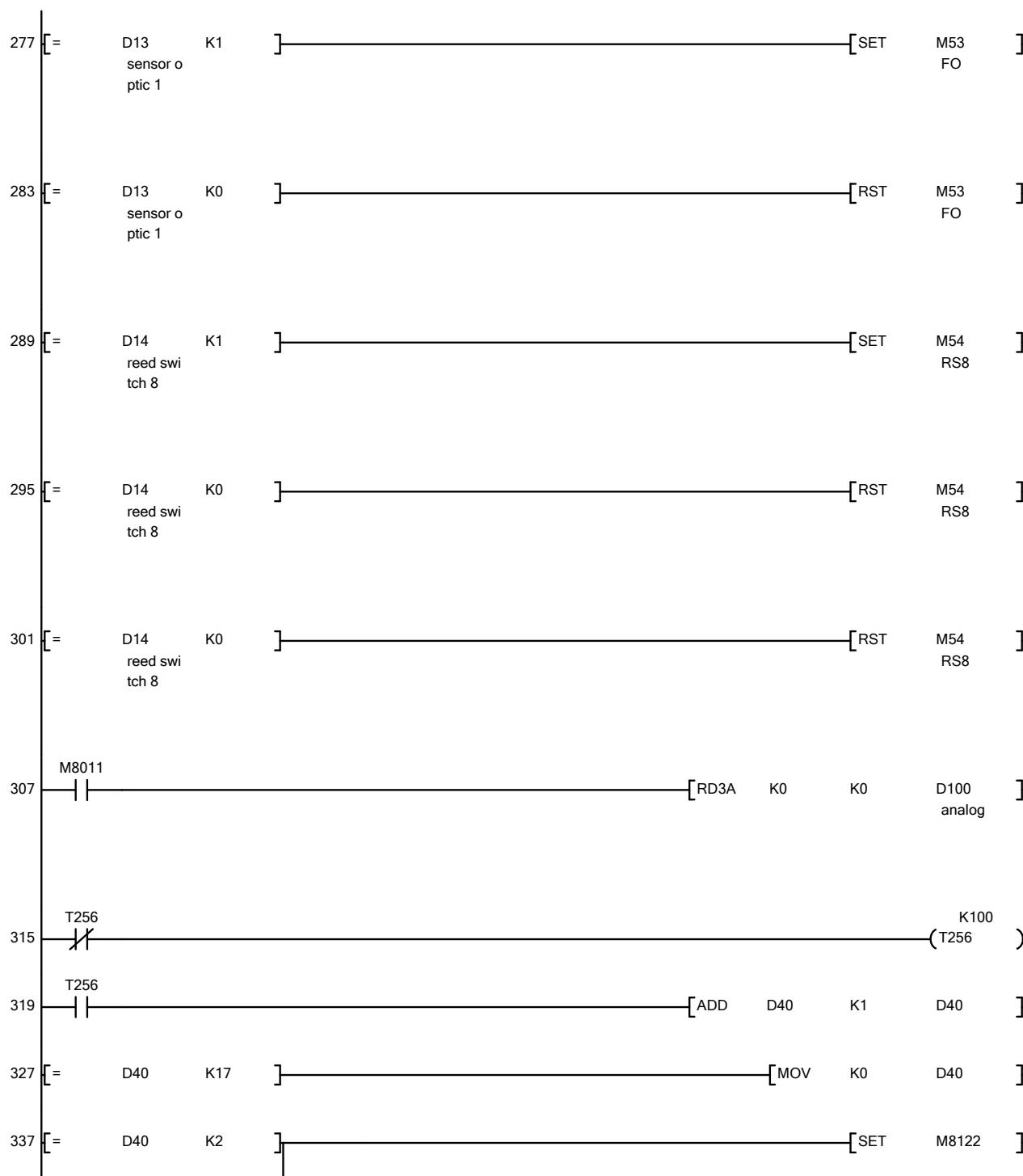


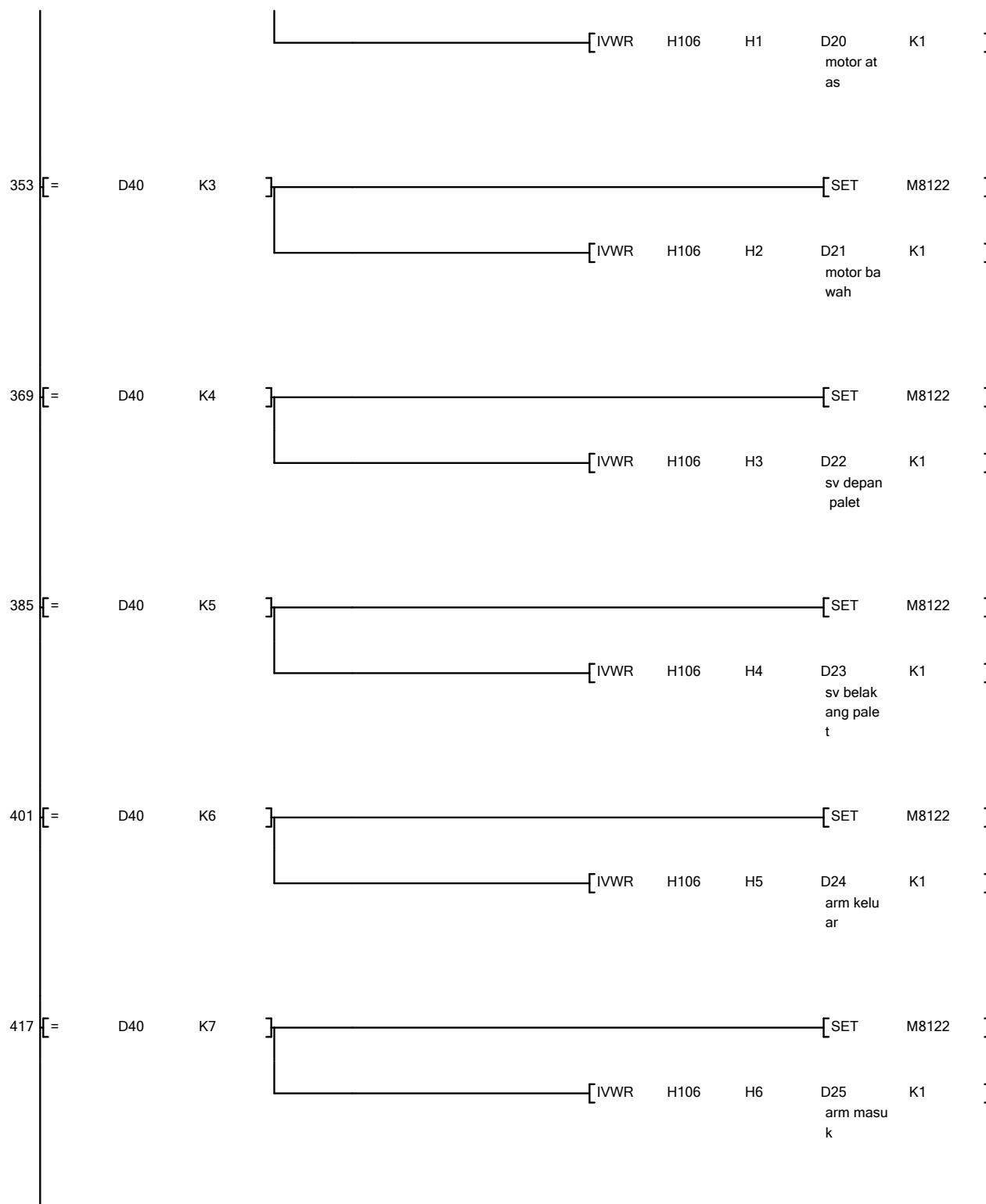


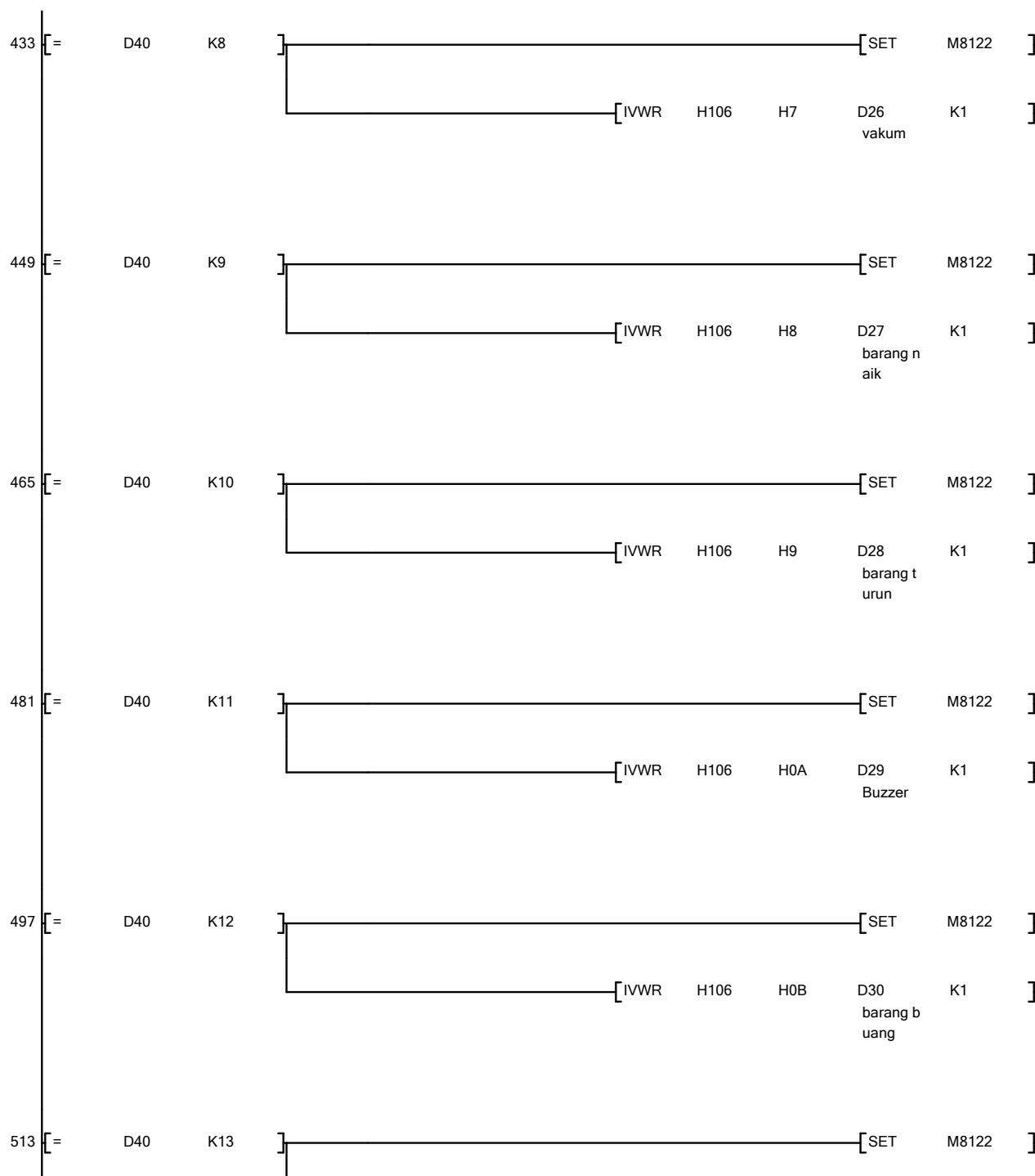


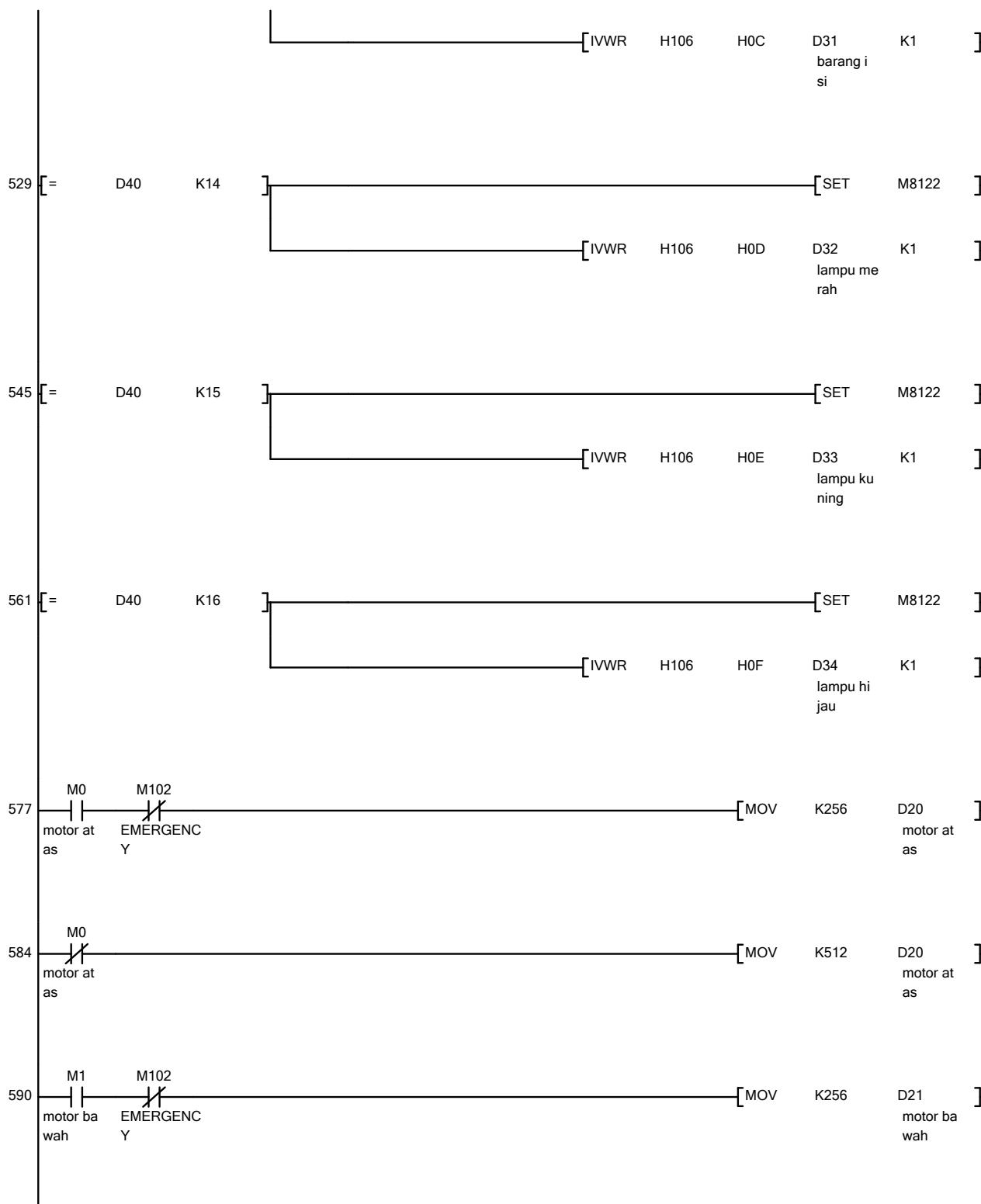


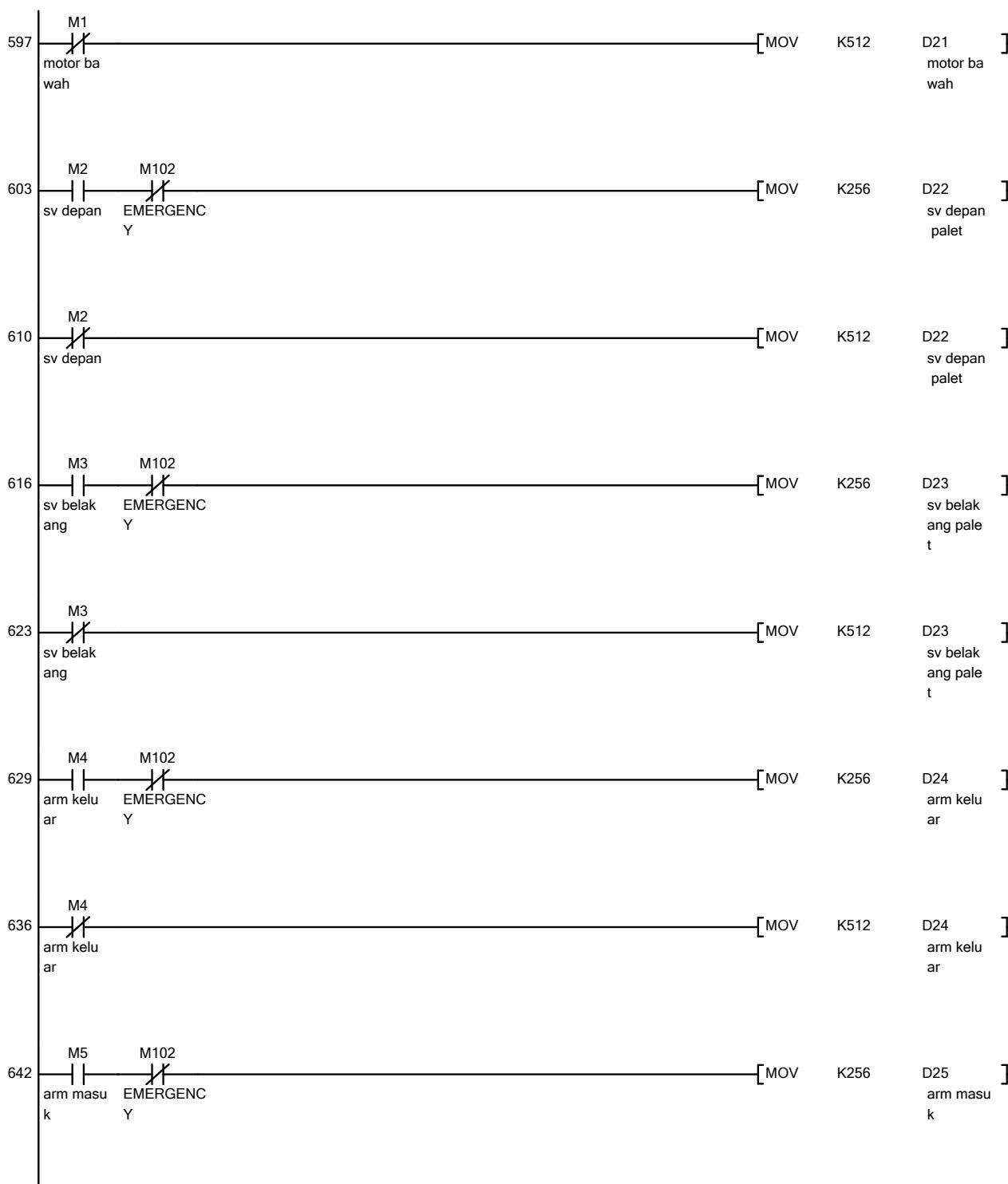


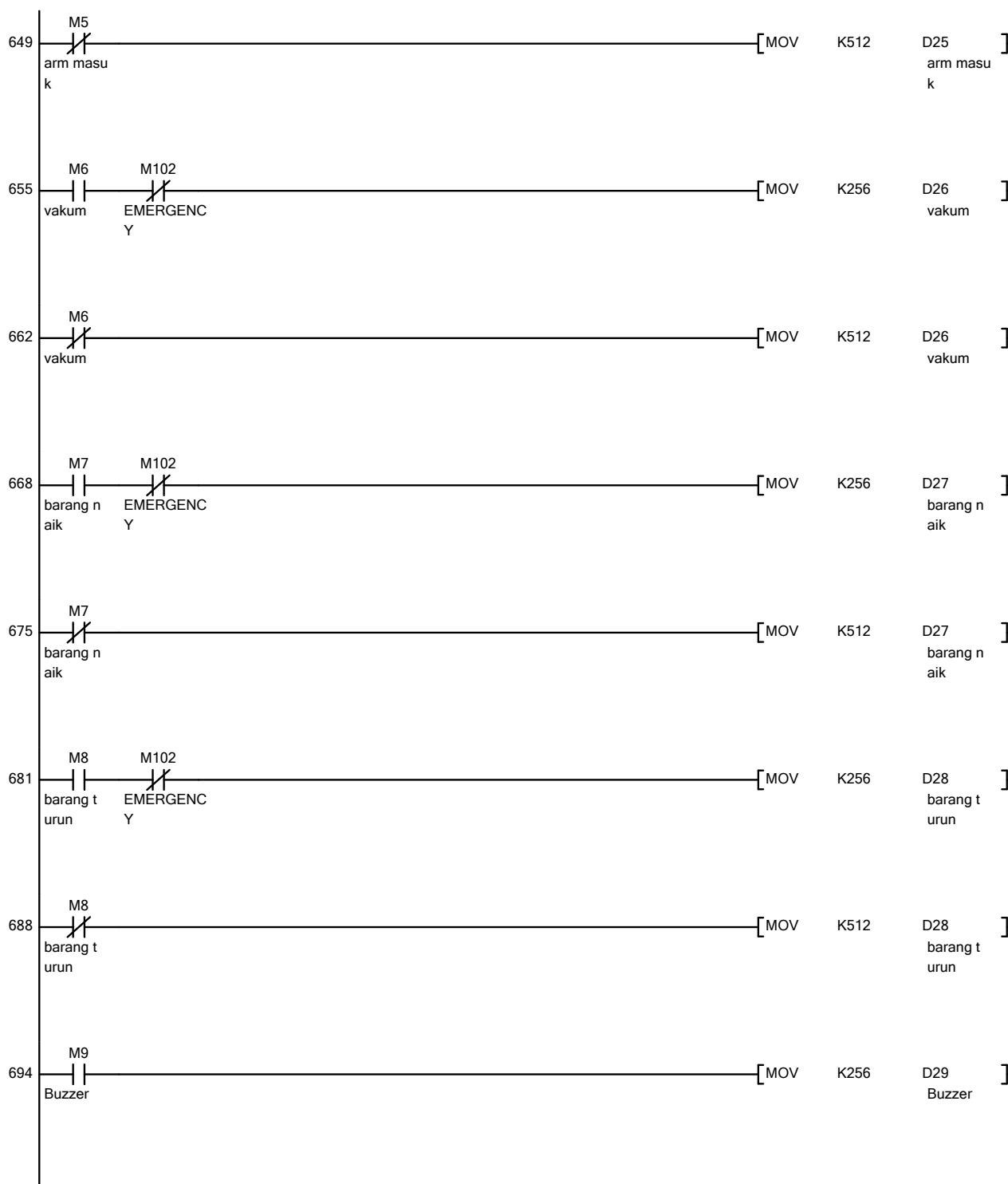


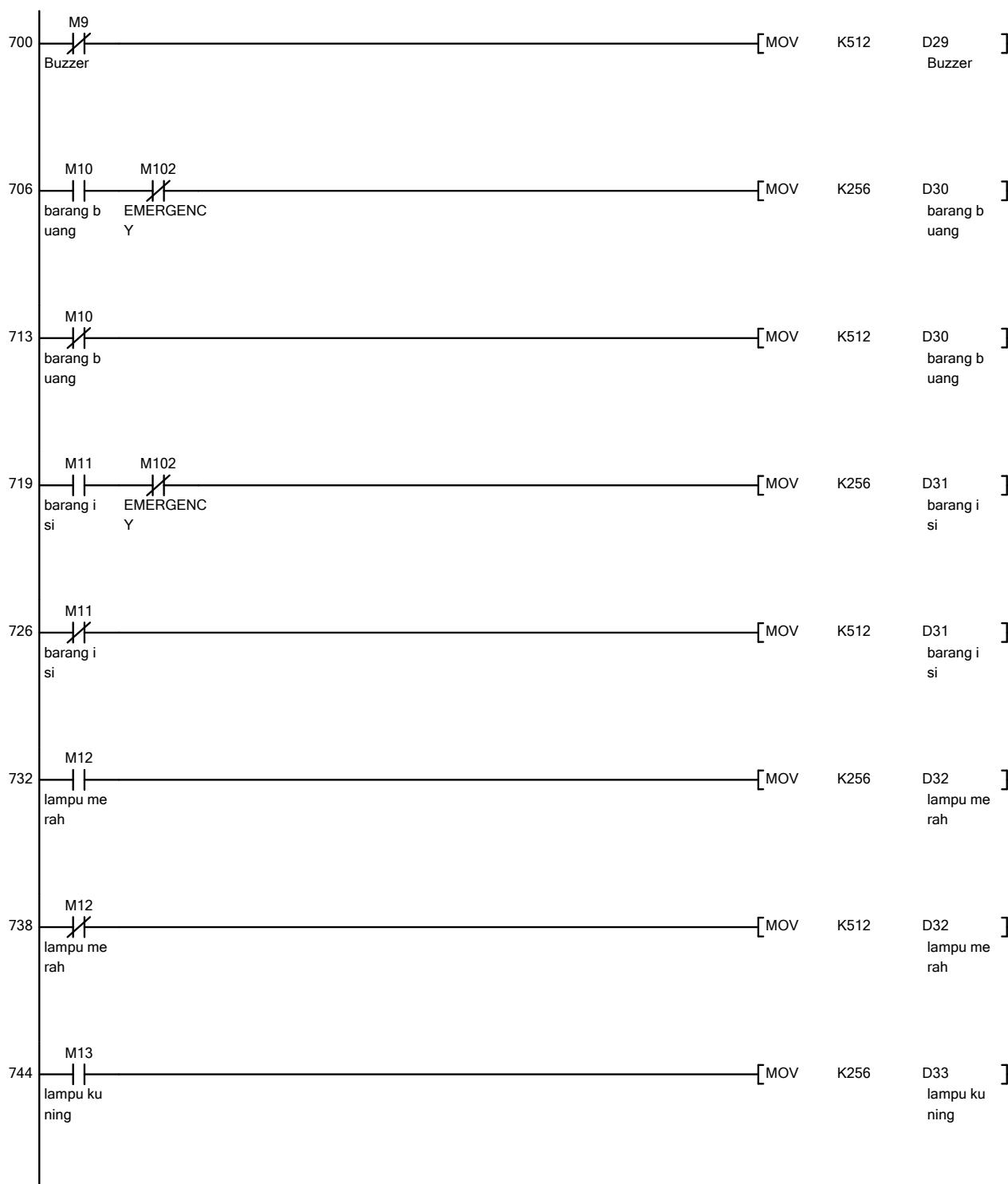


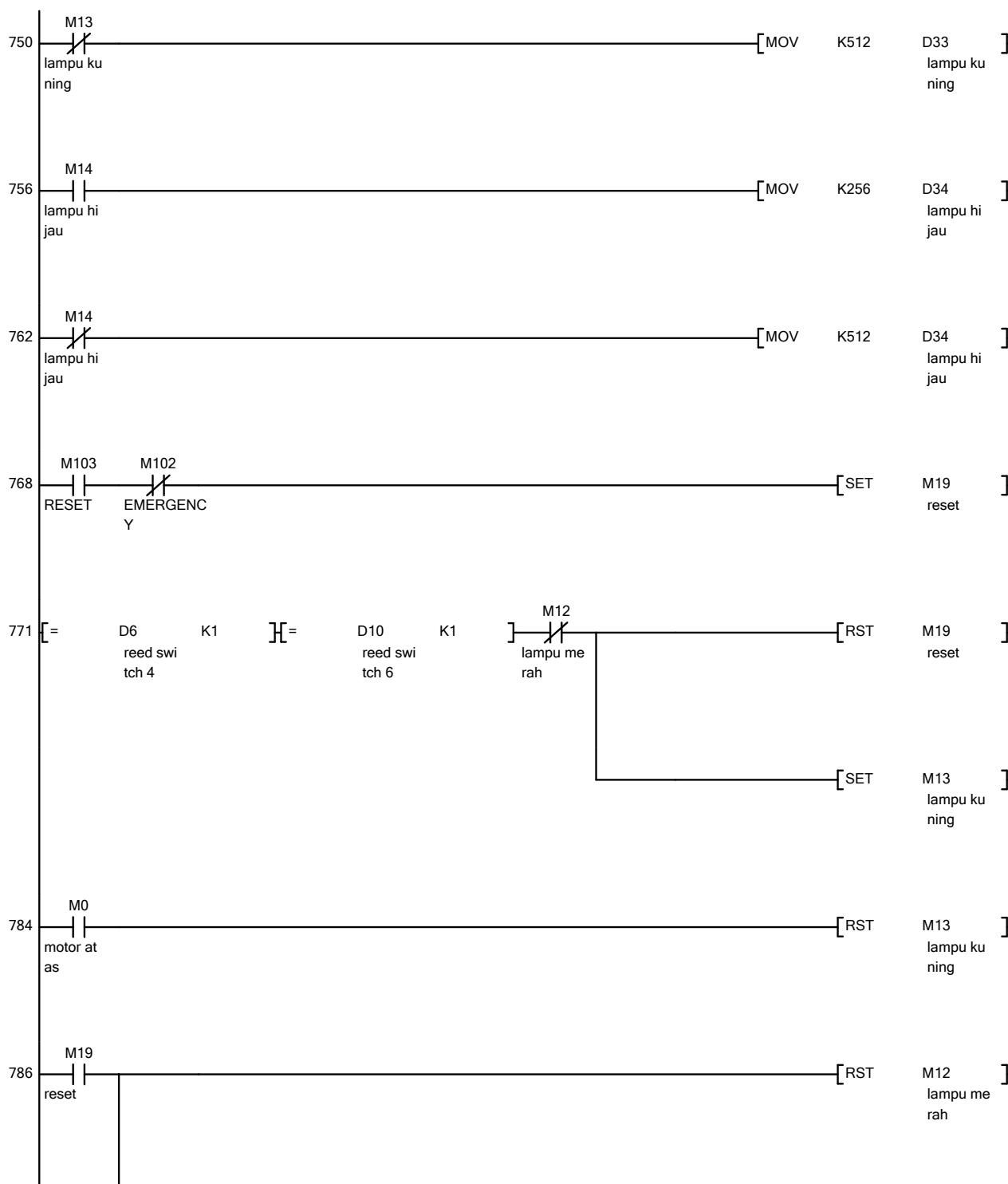


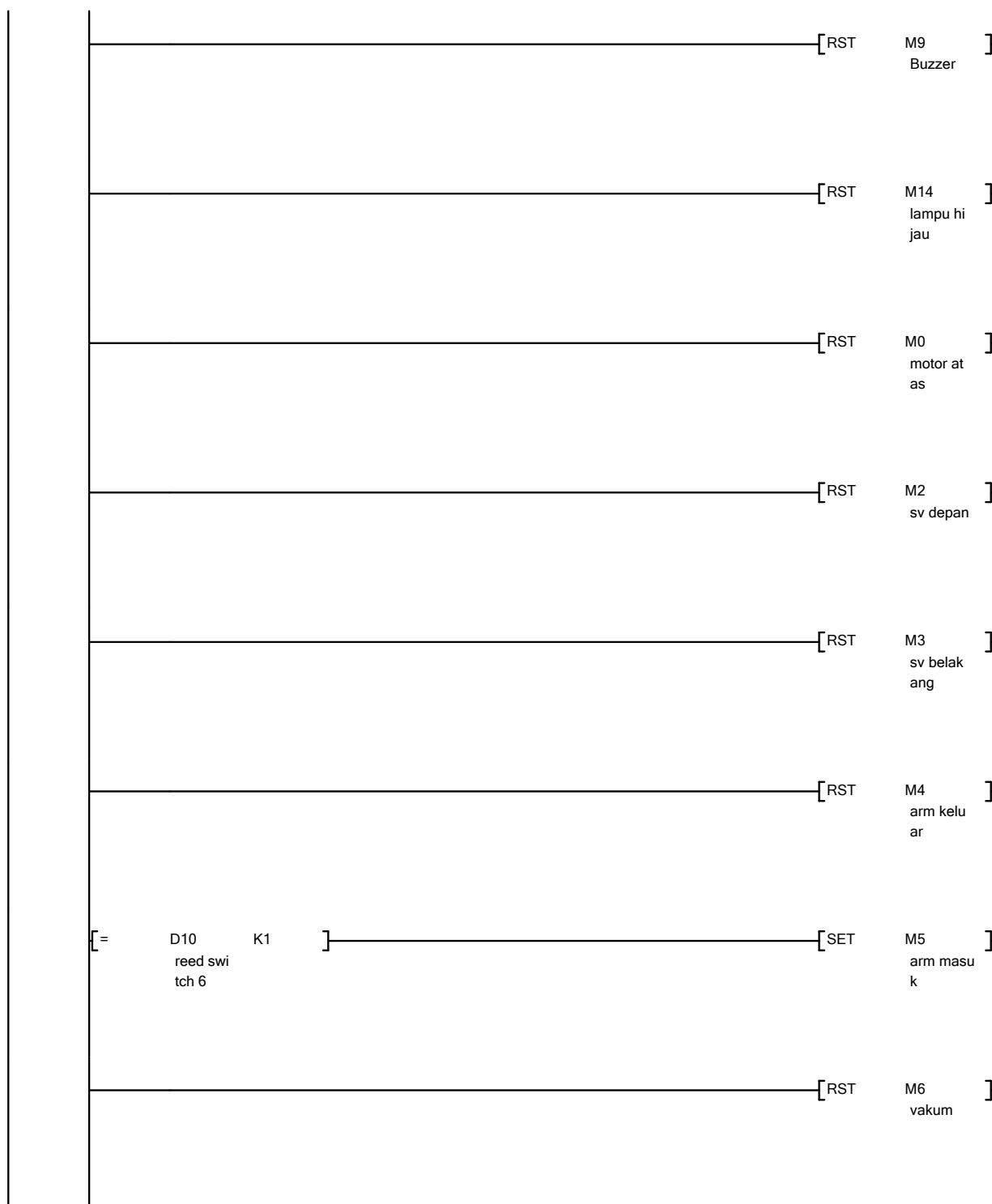


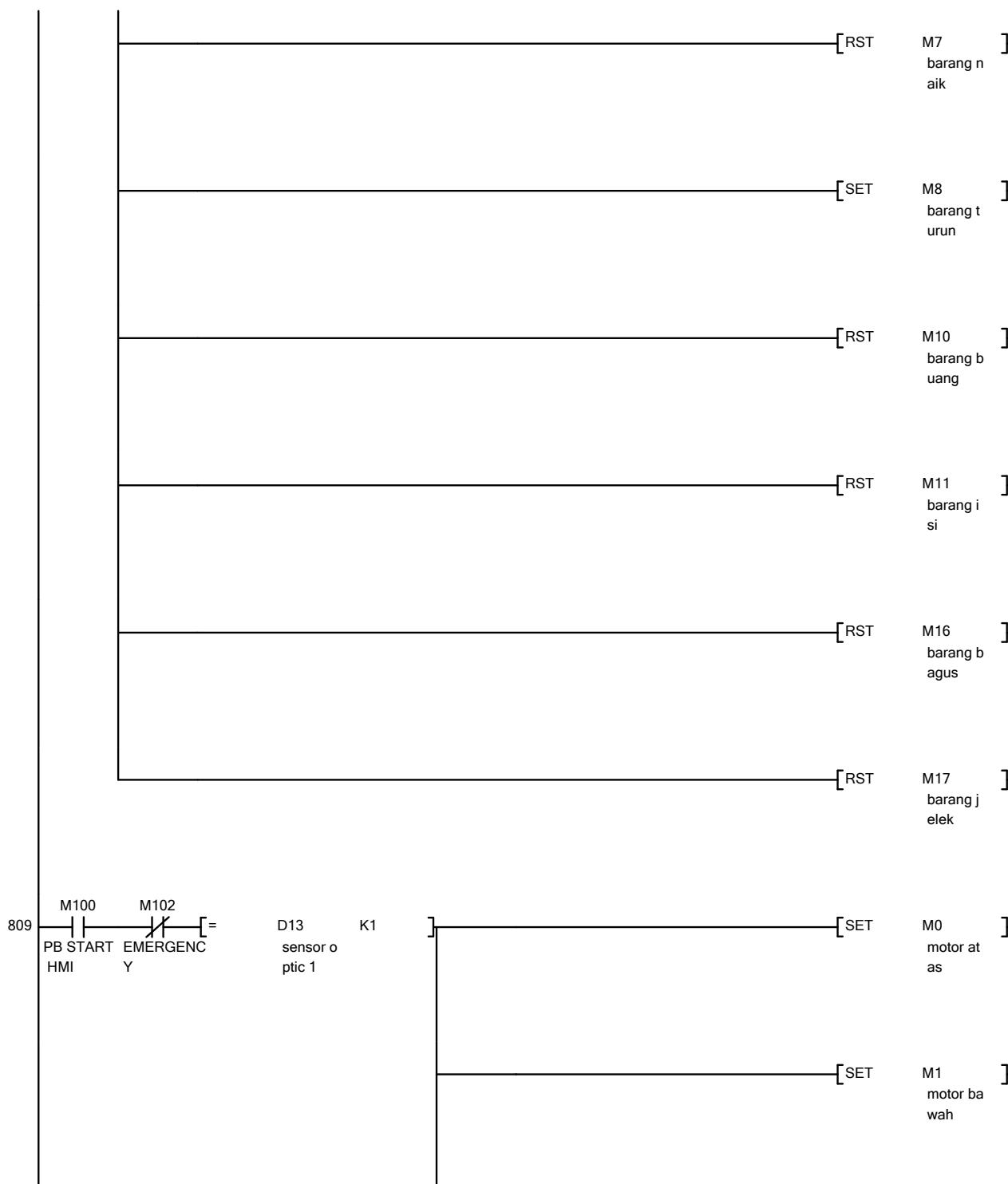


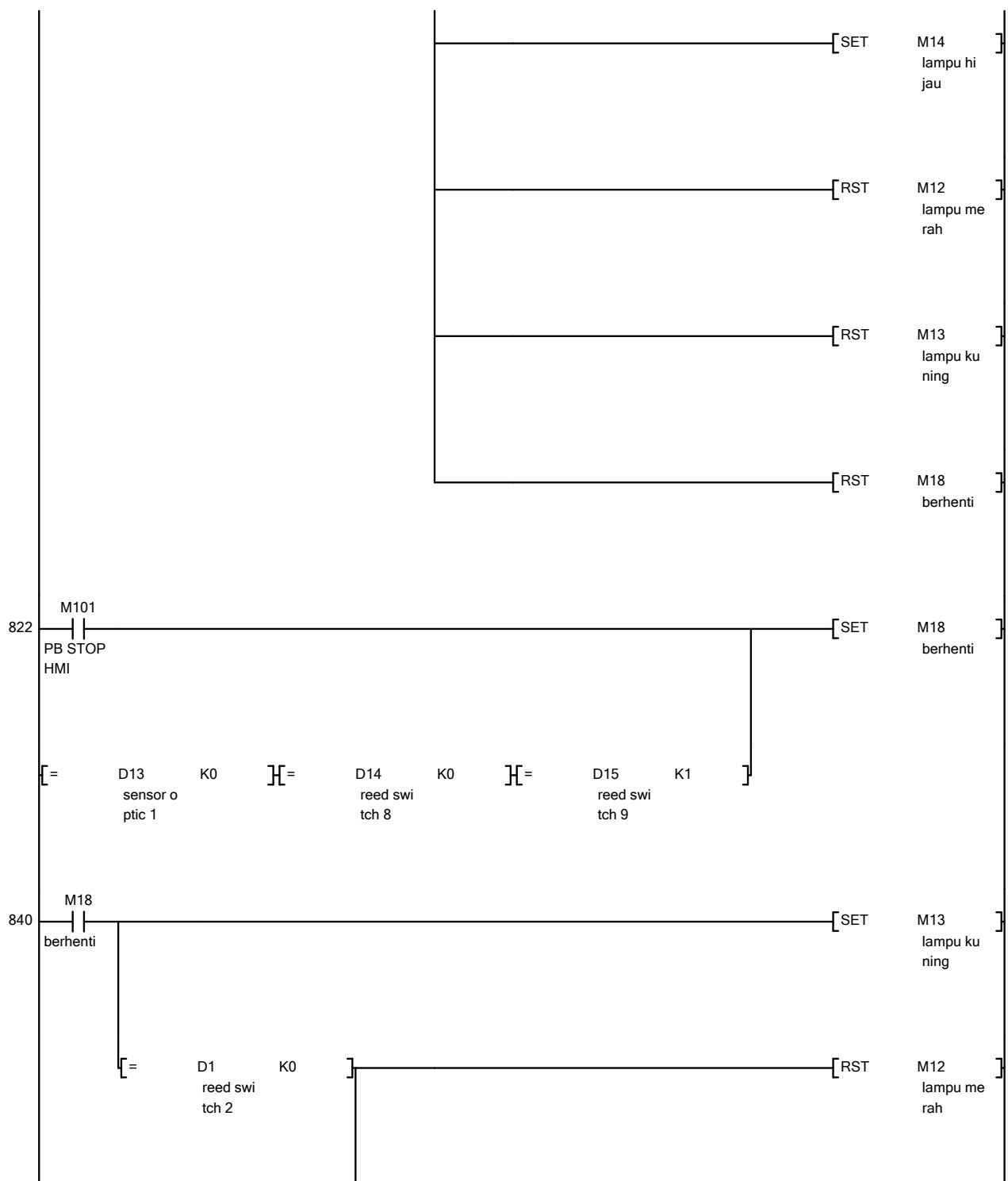


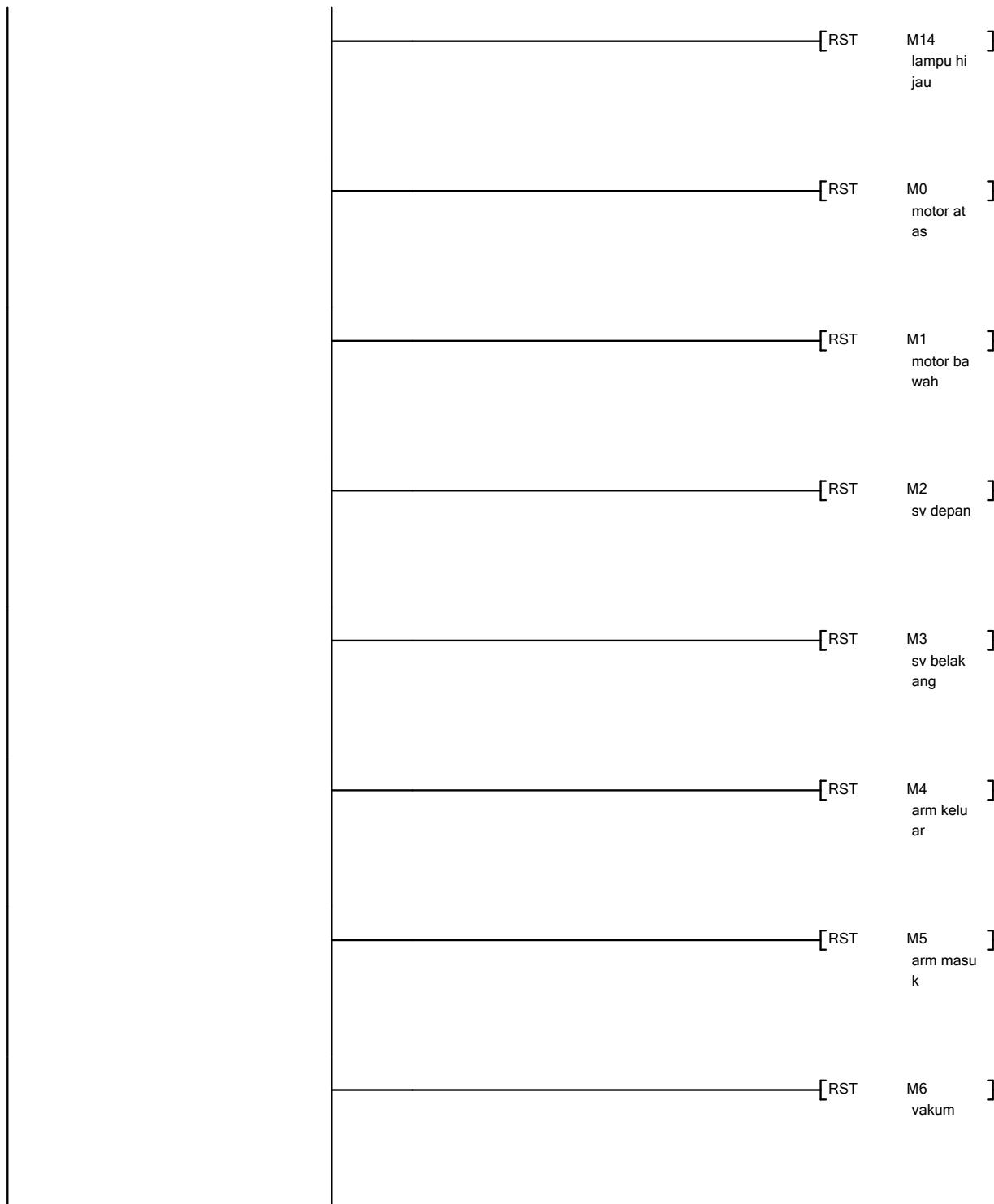


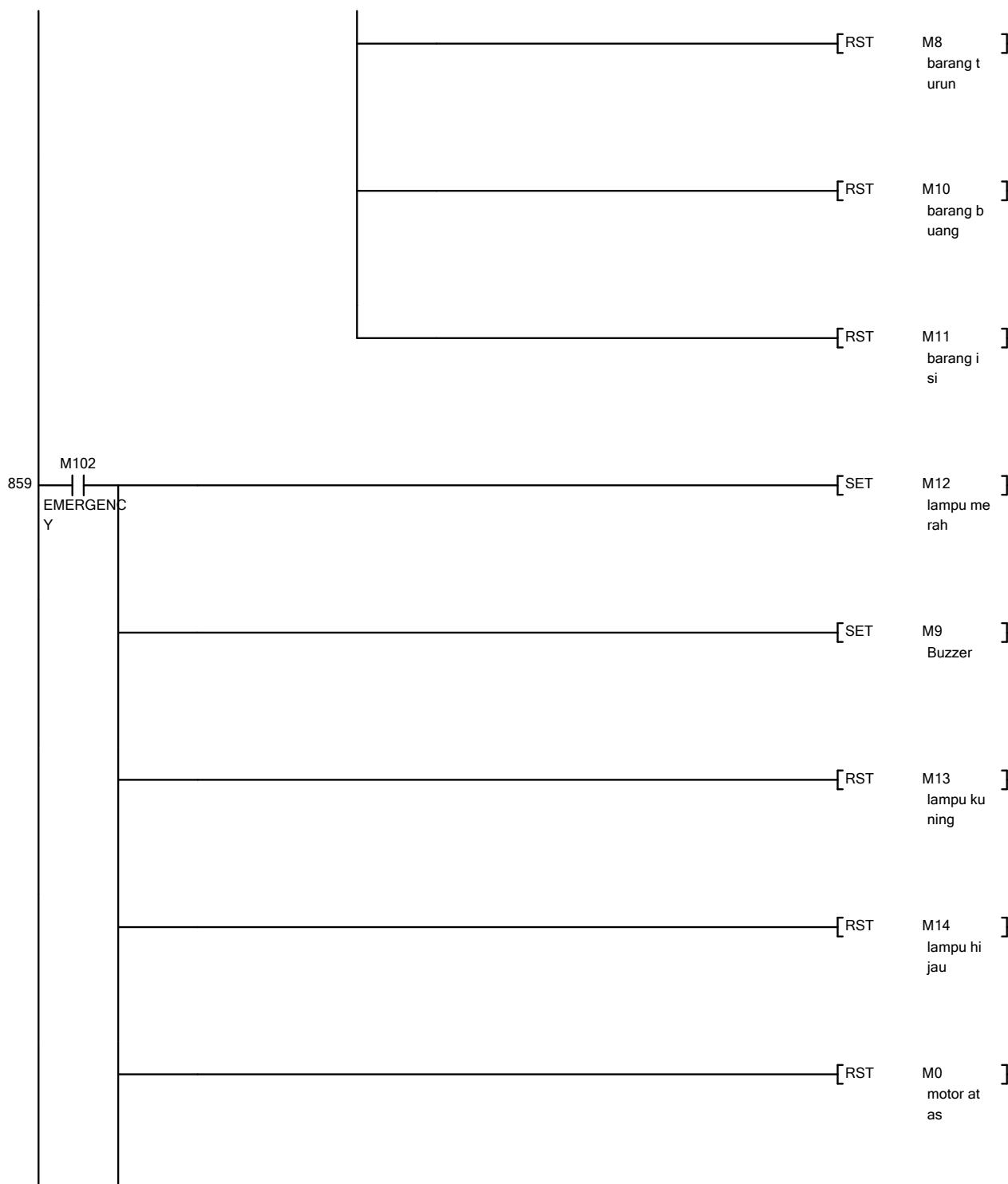


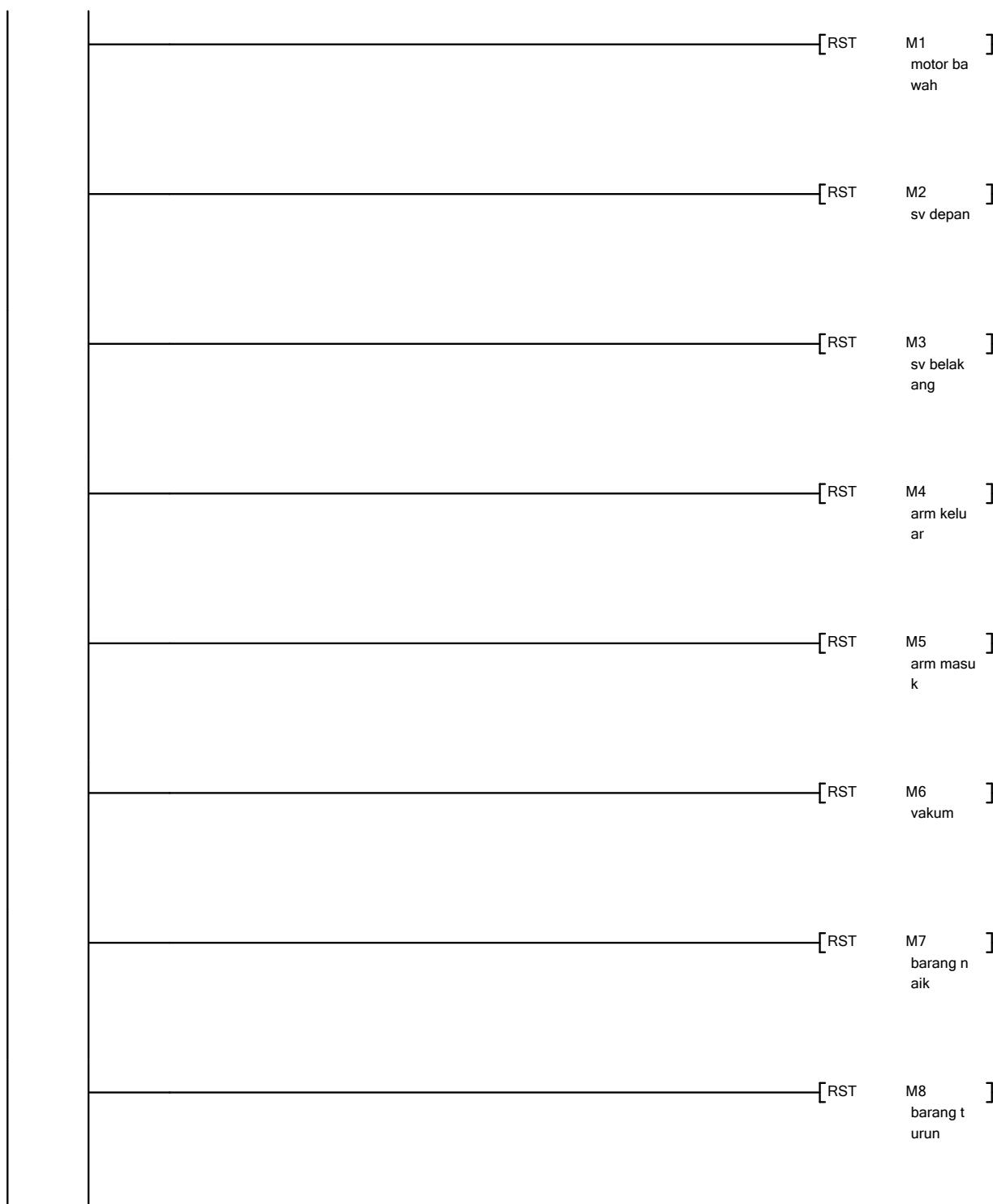


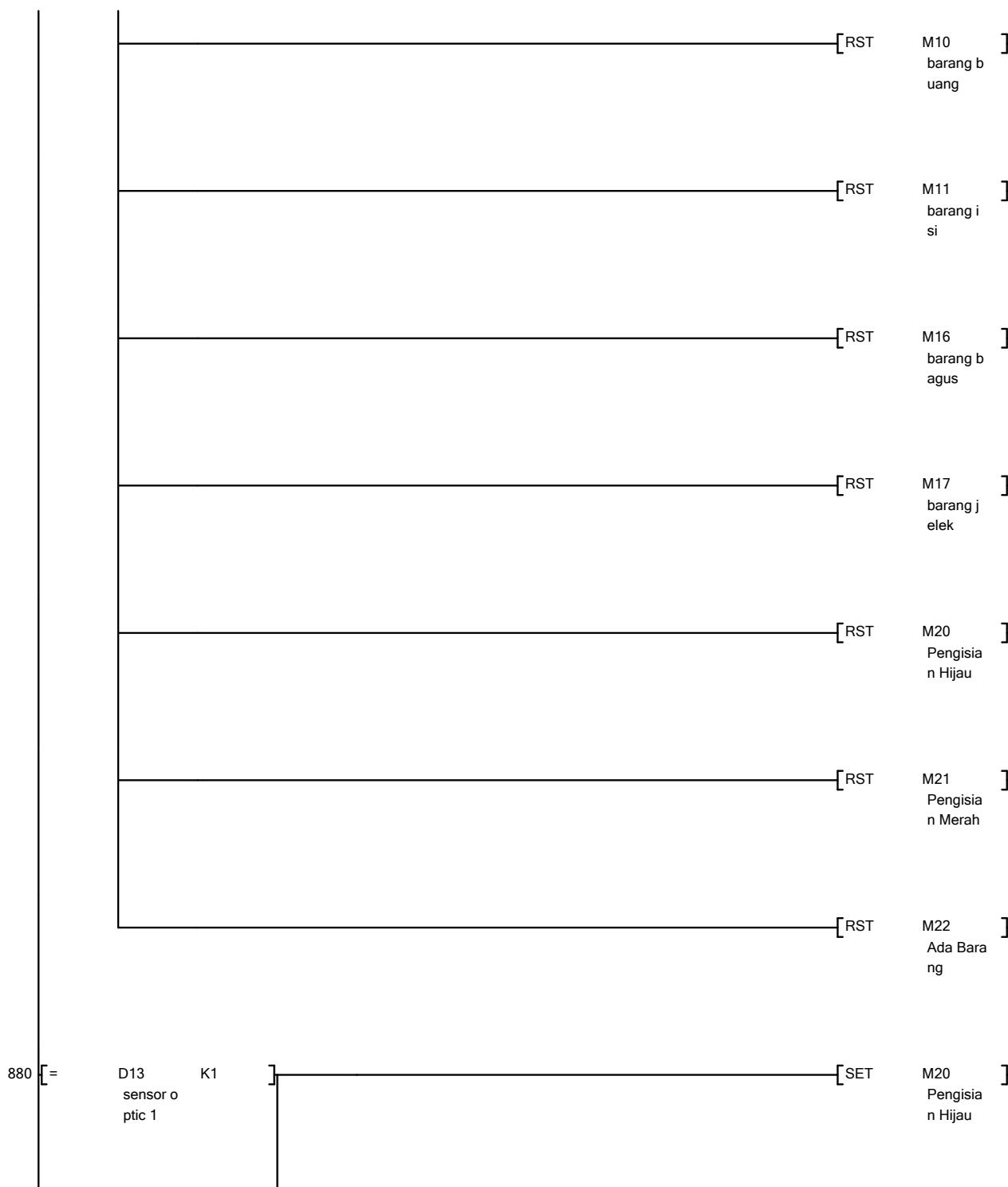


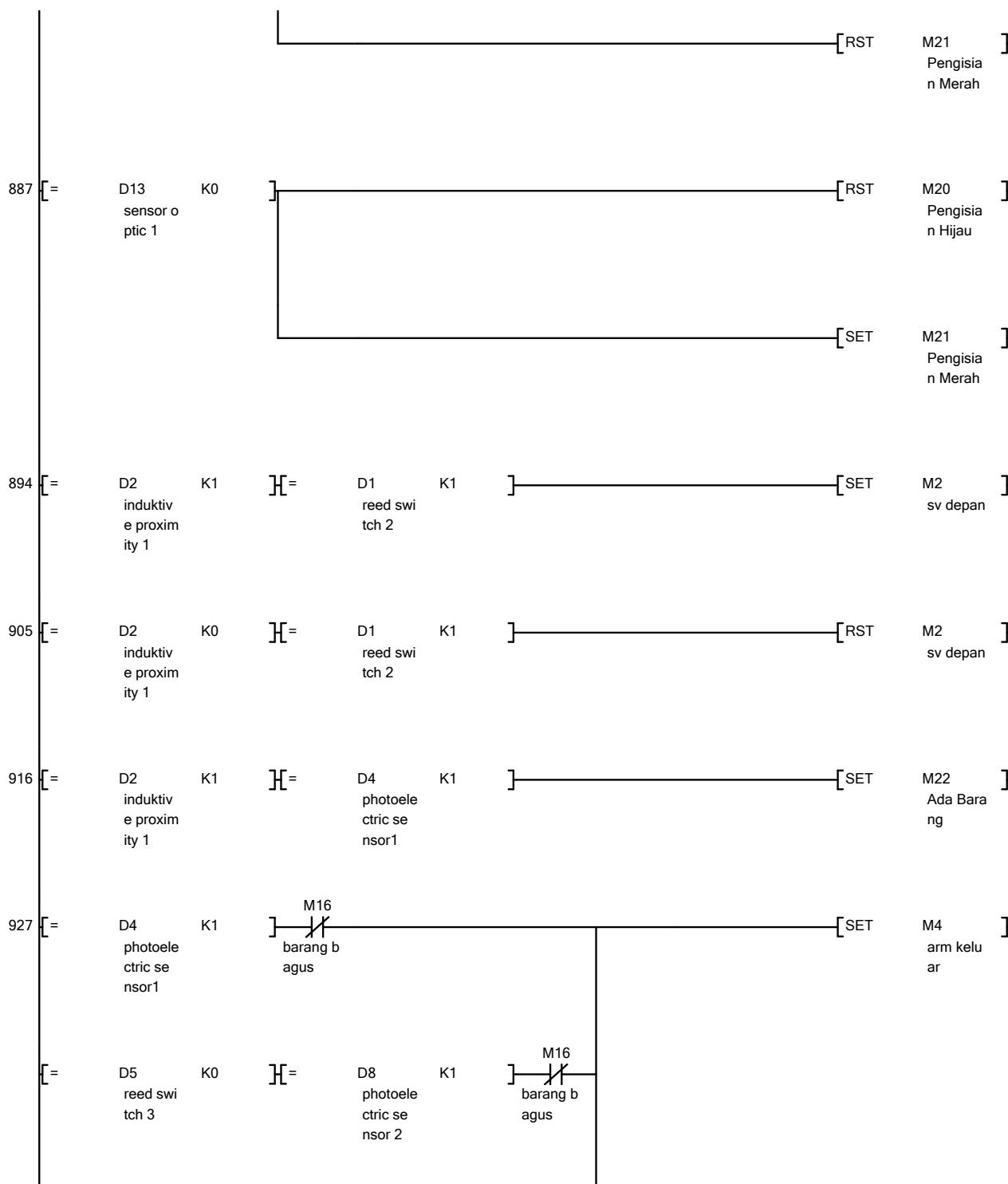


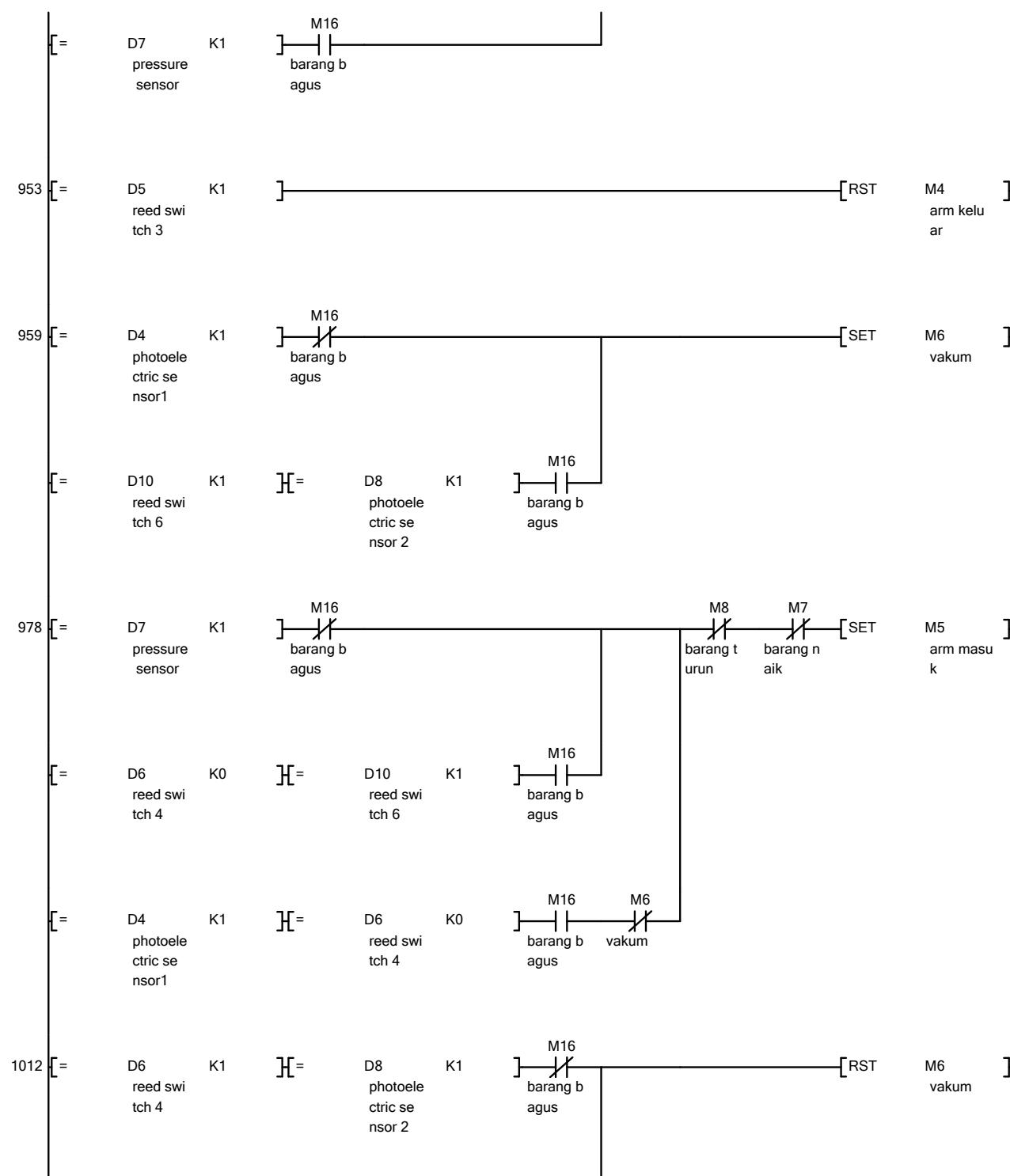


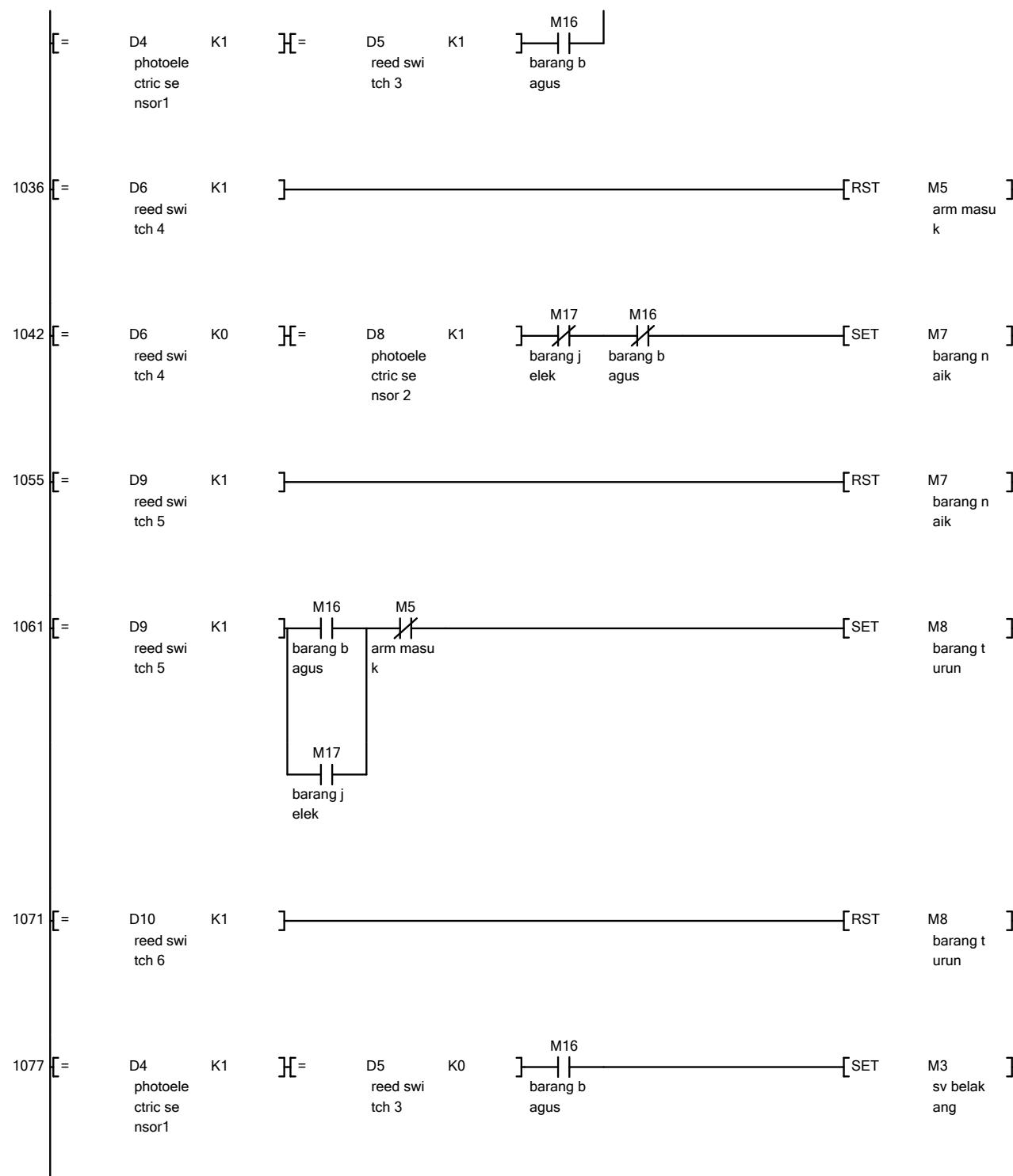


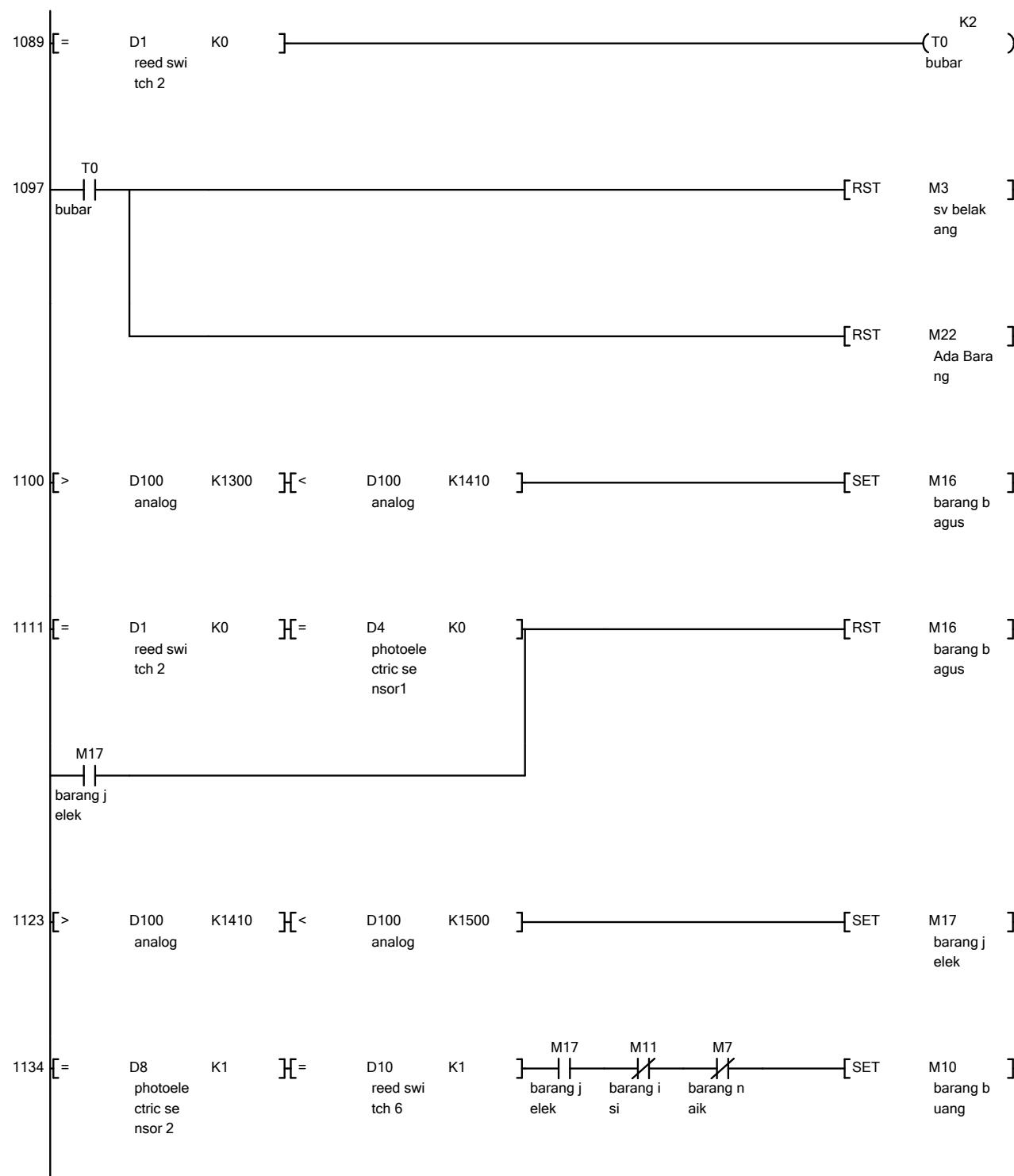


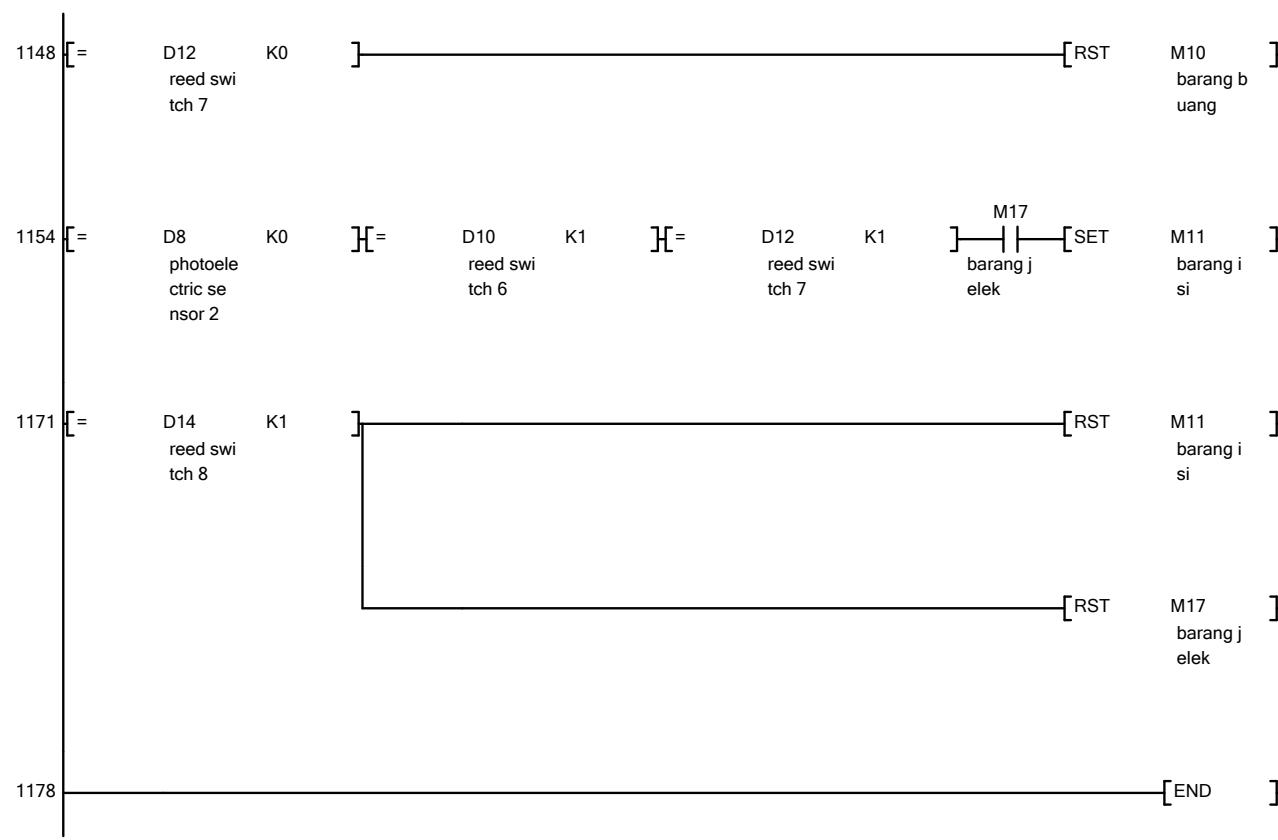






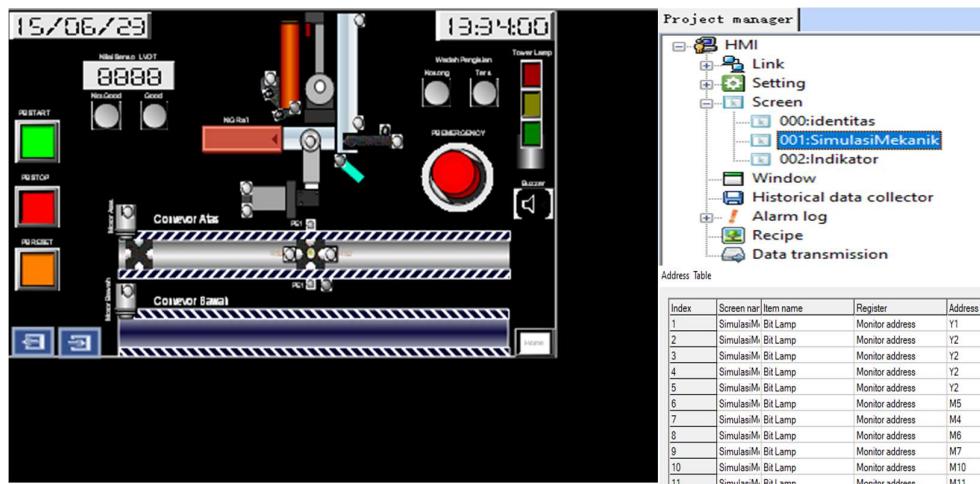
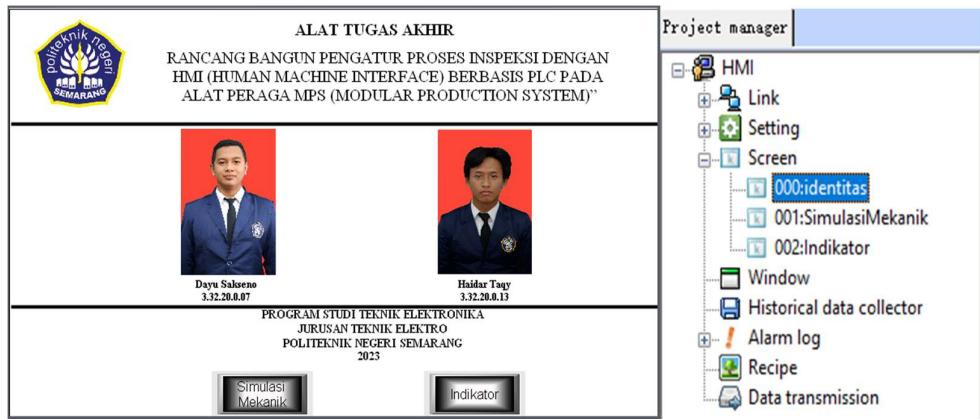






Device Name	Comment
M0	motor atas
M1	motor bawah
M2	sv depan
M3	sv belakang
M4	arm keluar
M5	arm masuk
M6	vakum
M7	barang naik
M8	barang turun
M9	Buzzer
M10	barang buang
M11	barang isi
M12	lampu merah
M13	lampu kuning
M14	lampu hijau
M16	barang bagus
M17	barang jelek
M18	berhenti
M19	reset
M20	Pengisian Hijau
M21	Pengisian Merah
M22	Ada Barang
M40	RS 1
M41	RS 2
M42	IP
M43	IP2
M44	PE1
M45	RS3
M46	RS4
M47	PS
M48	PE2
M49	RS5
M50	RS6
M52	RS7
M53	FO
M54	RS8
M55	RS9
M100	PB START HMI
M101	PB STOP HMI
M102	EMERGENCY
M103	RESET
M8002	pulse 1s saat on
M8123	reset m8123 setelah nerima data
X000	PB START
X001	PB STOP
X002	PB RESET
X003	emergency
D0	reed switch 1
D1	reed switch 2
D2	induktive proximity 1
D3	induktive proximity 2
D4	photoelectric sensor1
D5	reed switch 3
D6	reed switch 4
D7	pressure sensor
D8	photoelectric sensor 2
D9	reed switch 5
D10	reed switch 6
D12	reed switch 7
D13	sensor optic 1
D14	reed switch 8
D15	reed switch 9
D16	motor
D17	sv belakang
D20	motor atas
D21	motor bawah
D22	sv depan palet
D23	sv belakang palet
D24	arm keluar
D25	arm masuk
D26	vakum
D27	barang naik
D28	barang turun
D29	Buzzer
D30	barang buang

Device Name	Comment
D31	barang isi
D32	lampu merah
D33	lampu kuning
D34	lampu hijau
D100	analog
D102	oo
D8120	format komunikasi
D8129	respon waktu slave
T0	bubar
T200	timer 10ms
T220	delay arm masuk
C0	counter barang



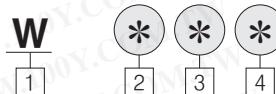
LAMPIRAN 9

Mini Auto Switch



- ENLARGEMENT OF STANDARD LEAD WIRE
- OIL PROOF AND INTERNAL COMBUSTION IS EXCELLENT
- COMPACT DESIGN
- EASY TO CHECK EXISTING / NON PLUG

How to Order



① TPC Auto Switch Model

② 7 : TPC Auto Switch Model
8 : Mini existing plug point AUTO SWITCH
9 : Mini non plug point round AUTO SWITCH
10 : Mini non plug point round AUTO SWITCH(10mm)

③ H : LEAD WIRE HORIZONTAL TYPE
(W7 : Horizontal only)

V : LEAD WIRE VERTICAL TYPE
(W10 : Vertical only)

④ Blank : Wiring Method(2 wires), LEAD WIRE Length(1m)

L : LEAD WIRE(3m)

N : Wiring Method(3 wires, NPN),
LEAD WIRE Length(1m)

P : Wiring Method(3 wires, PNP),
LEAD WIRE Length(1m)

NL : Wiring Method(3 wires, NPN),
LEAD WIRE (3m)

PL : Wiring Method(3 wires, PNP),
LEAD WIRE (3m)

*N, P, NL, PL are for non plug point round type.

(Note2) W10 : Lead wire 0.5mm, 2wires, "N" type only

(Note3) W7 : Lead 2wires, "L" type only

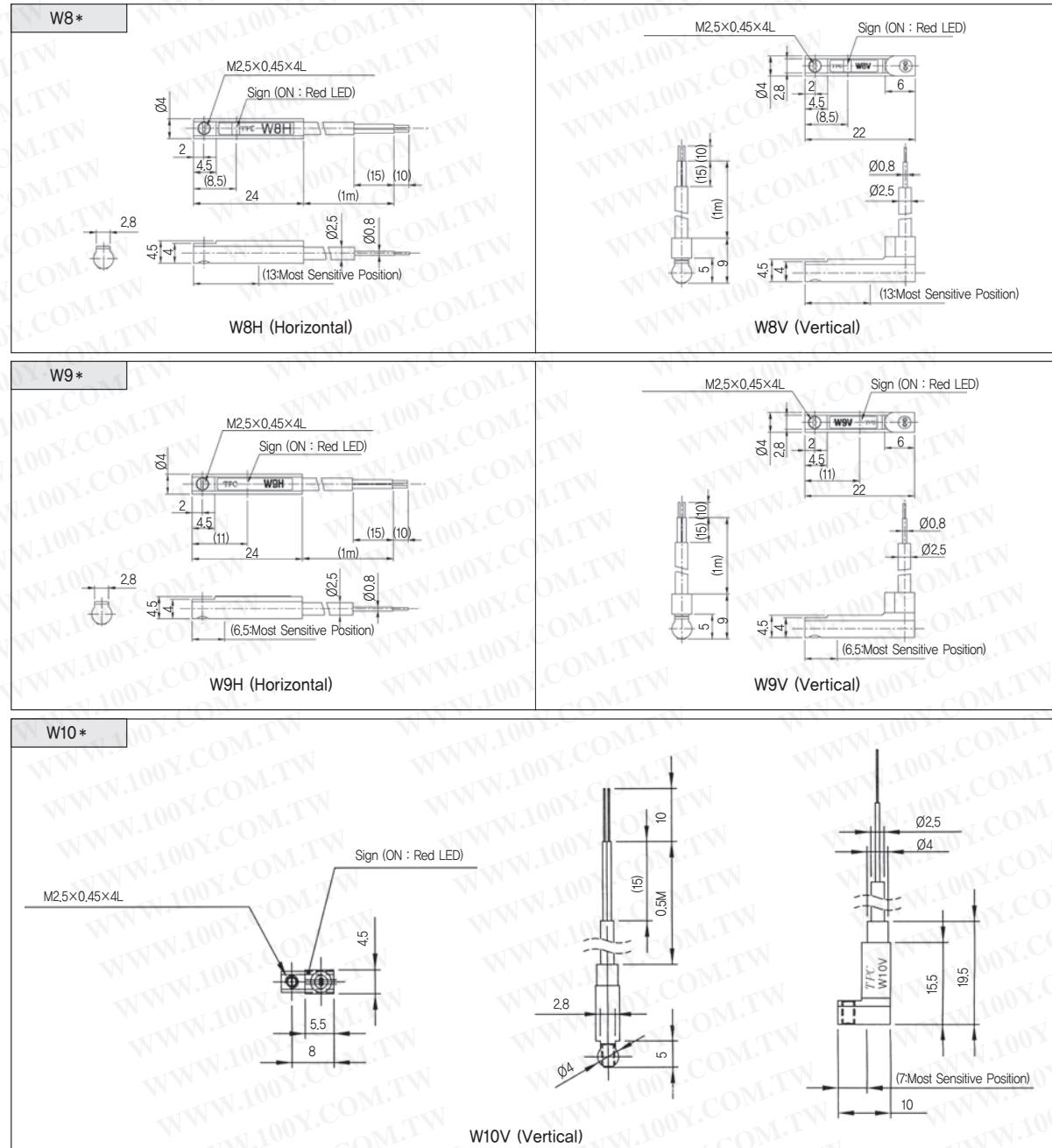
Specification

Item	W7	Contact (W8)	Non-Contact (W9)	W10 * *	
Size		Outer Diameter of 4mm	Outer Diameter of 4mm	Solid State Switch (NPN)	
Load Voltage	AC220V	DC24V, AC100V	DC24V		
Load Current	5~15mA 5~20mA(AC110V)	5~40mA (DC24V) 5~30mA	5~40mA Less than 100mA	5~40mA	None
Direction of Lead Wire	Vertical, Horizontal	Vertical, Horizontal	Vertical, Horizontal	Vertical(V)	
Lamp	Red LED lights when ON	Green LED lights when ON	Green LED lights when ON		
Wiring	Double wiring	Double wiring (Triple wiring)			
Output	-	NPN, PNP			
Attachment	Screw-attachment on	Screw-attachment on Rail			
Operation Time	Less than 1.2ms	Less than 1.2ms	Less than 4.5V	Less than 1.5V	
Inner Voltage Epression	Less than 2.4V	Less than 4.5V	Less than 0.9mA	Less than 100μA	
Minimum Gauss Required	Higher than 65G	Higher Than 35G	-	Less than 12mA	
Maximum Gauss Limited	Lower than 450G				
Lifespan of Swich	1×10 ⁷ when loaded 5V, 5mV 1×10 ⁷ when loaded 12V, 5mV 1×10 ⁷ when loaded 24V, 5mV		-		
Electric Current Leakage	-	Less than 15mA under DC24V			

Remote Range of the Switch

Classification	W7 * *, W8 * *	W9 * *	W10 * *
L (Maximum Remote Range)	13	6.5	7
Remote Range of the Switch	7~12	4.3~4.7	4~7

* Warning : When the amount of motion electric current loaded on the controllers such as PLC, is lower than that of current leakage, it is called non-operative state (ON) and results in miss-operation.
When the number of parallel connection is n, the amount of current leakage multiplies n times.

Mini Auto Switch**Dimension**

勝特力材料 886-3-5753170
 胜特力电子(上海) 86-21-34970699
 胜特力电子(深圳) 86-755-83298787
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

D-C72K / D-C73K series



Applicable cylinder	Symbol
ACP Ø6, Ø10, Ø16 ACS2/3 Ø20, Ø25, Ø32, Ø40	

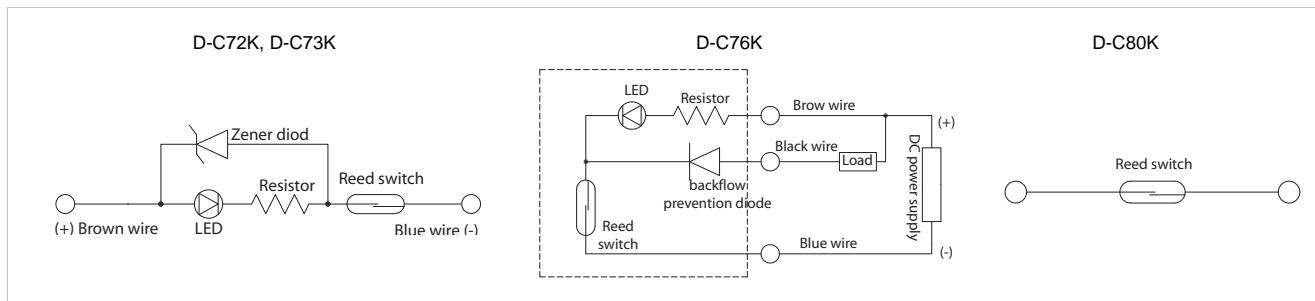
Specifications

Model	D-C72K		D-C73K		D-C76K	D-C80K			
Application	Relay, PLC			IC circuit		Relay, PLC, IC circuit			
Voltage	DC24V	AC110V	AC220V	DC24	AC110V	DC4~8V	DC24V		
Current range	5~50mA	5~25mA	5~12.5mA	5~50mA	5~25mA	20mA	50mA		
Contact protection circuit	None								
Internal voltage drop	$\leq 2.4V$			$\leq 0.8V$		0V			
Indicator lamp	Red LED				None				
Wire length	1m (Standard), 3m, 5m								

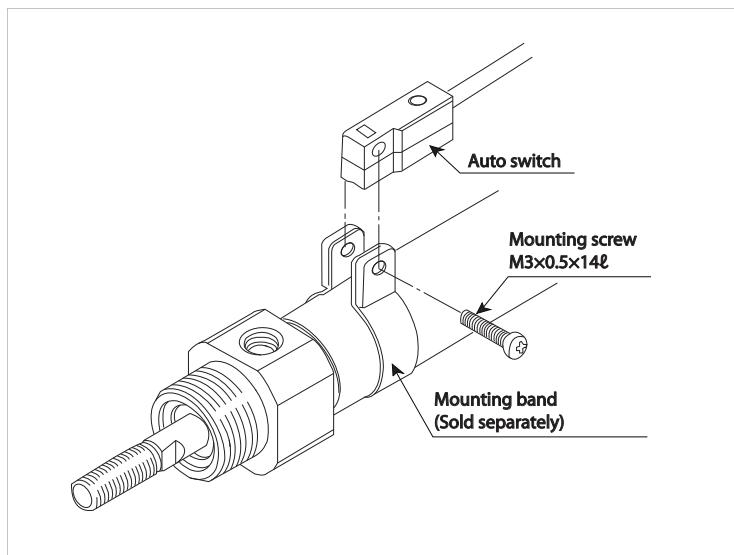
Weight

Model	D-C72K, D-C73K		
	1	16	
Wire length (m)	3	44	
5		72	

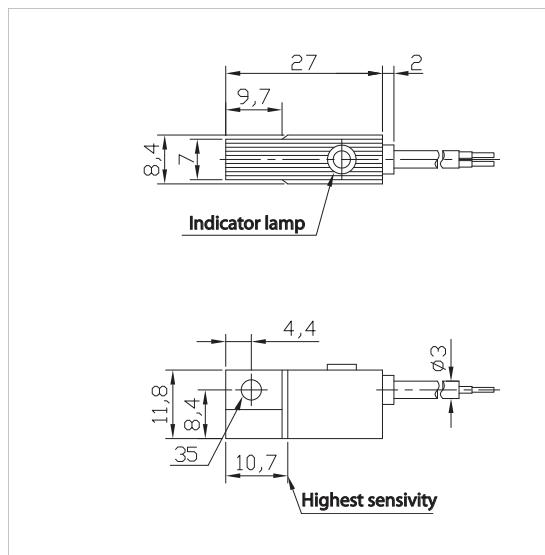
Circuit Diagram



Mounting



Dimensions



DC Cylindrical Housing Type

Upgraded cylindrical photoelectric sensor

■ Features

- External sensitivity adjustment (Diffuse reflective type)
- IP66 rated waterproof structure (IEC standard)
- Detects up to 20m (Transmitted beam type)
- Noise resistant with digital signal processing
- Narrow beam type diffuse reflective sensor using in a narrow space
- Reverse power polarity and short-circuit (Overcurrent) protection circuit
- High environmental resistance BR4M Series with mirror lens



Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.



(A)
Counter

(B)
Timer

(C)
Temp.
controller

(D)
Power
controller

(E)
Panel
meter

(F)
Tacho/
Speed/
Pulse
meter

(G)
Display
unit

(H)
Sensor
controller

(I)
Switching
power
supply

(J)
Proximity
sensor

(K)
Photo
electric
sensor

(L)
Pressure
sensor

(M)
Rotary
encoder

(N)
Stepping
motor &
Driver &
Controller

(O)
Graphic
panel

(P)
Production
stoppage
models &
replacement

■ Specifications

Model	NPN open collector BRP100-DDT	BR100-DDT	BRP400-DDT	BR400-DDT	BRP200-DDTN	BR200-DDTN	BR4M-TDTD	BR4M-TDTL											
	PNP open collector BRP100-DDT-P	BR100-DDT-P	BRP400-DDT-P	BR400-DDT-P	BRP200-DDTN-P	BR200-DDTN-P	BR4M-TDTD-P	BR4M-TDTL-P											
Sensing type	Diffuse reflective (Diffusion type)				Diffuse reflective (Narrow beam type)		Transmitted beam												
Sensing distance	100mm(★1)		400mm(★2)		200mm(★2)		4m / 20m												
Sensing target	Transparent, Translucent, Opaque materials				Opaque materials of Min. ϕ 15mm														
Hysteresis	Max. 20% at rated setting distance at rated setting distance				—														
Response time	Max. 1ms				Max. 3ms														
Power supply	12~24VDC \pm 10% (Ripple P-P: Max. 10%)																		
Current consumption	Max. 45mA																		
Light source	Infrared LED (modulated)																		
Sensitivity adjustment	Adjuster				Fixed														
Operation mode	Selectable Light ON or Dark ON by control wire				Dark ON	Light ON													
Control output	NPN open collector output \Rightarrow Load voltage: Max. 30VDC, Load current: Max. 200mA, Residual voltage: Max. 1VDC PNP open collector output \Rightarrow Output voltage: Min. power voltage - 2.5V, Load current: Max. 200mA																		
Protection circuit	Short-circuit protection, Reverse polarity protection																		
Indication	Power indicator (Emitter): Red LED, Operation indicator (Receiver): Red LED																		
Connection	Outgoing cable																		
Insulation resistance	Min. 20M Ω (at 500VDC mega)																		
Noise strength	\pm 240V the square wave noise (pulse width: 1 μ s) by the noise simulator																		
Dielectric strength	500VAC 50/60Hz for 1 minute																		
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours																		
Shock	500m/s 2 (50G) in X, Y, Z directions for 3 times																		
Ambient illumination	Sunlight : Max. 11,000lx, Incandescent lamp : Max. 3,000lx																		
Storage temperature	-10 ~ +60°C (at non-freezing status) Storage : -25 ~ +70°C																		
Ambient humidity	35 ~ 85%RH, Storage : 35 ~ 85%RH																		
Protection	IP66 (IEC standard)																		
Material	<ul style="list-style-type: none"> • BR \Rightarrow Case : Brass (Chromium plating), Lens : PC • BRP \Rightarrow Case : Plastic (Black), Lens : PC 				<ul style="list-style-type: none"> • Case \Rightarrow Brass (Chromium plating) • Lens \Rightarrow BR4M-Glass BR2M-PC 														
Cable	4P, ϕ 5mm, Length : 2m				Emitter: 2P, ϕ 5mm, Length: 2m Receiver: 3P, ϕ 5mm, Length: 2m														
Accessory	BR : Fixing nuts, Washer / BRP : Fixing nuts																		
Approval	CE																		
Unit weight	• BR series : Approx. 120g • BRP series : Approx. 100g				Approx. 300g														

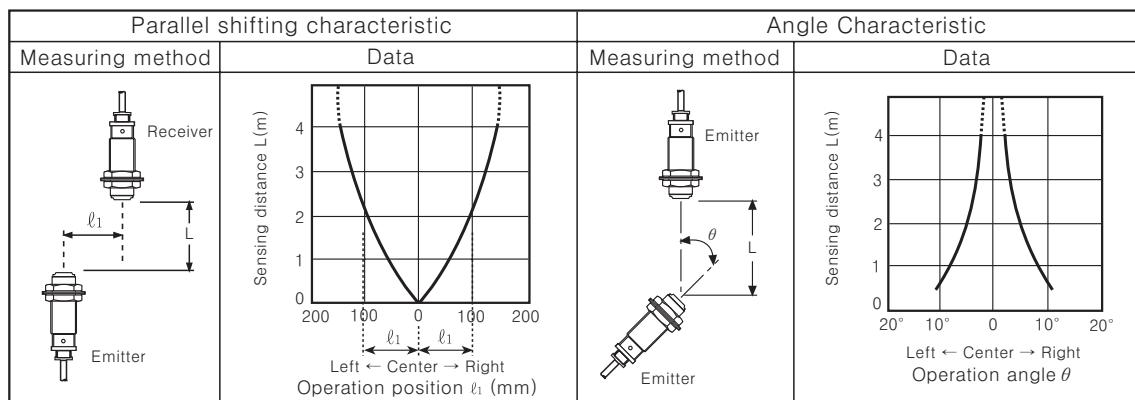
*(**★1**) (**★2**) It is for Non-glossy white paper (100×100mm).

BR Series

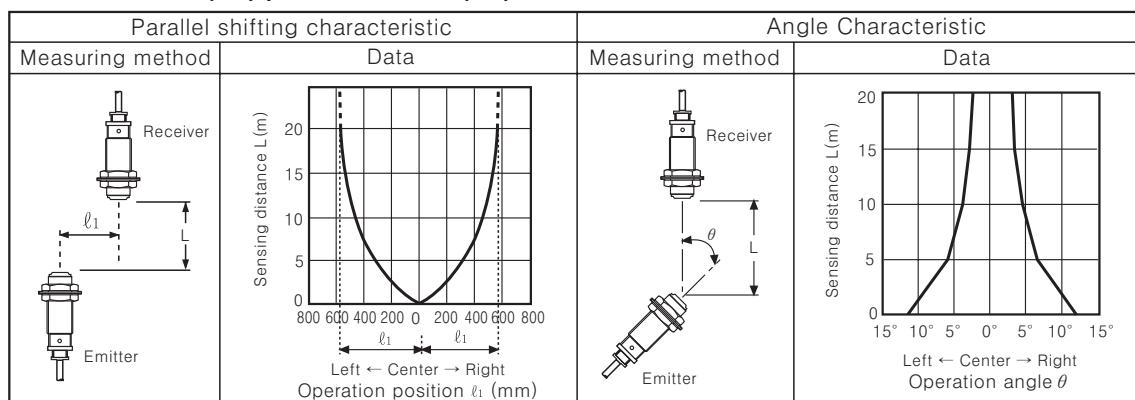
■ Feature data

○ Transmitted beam

● BR4M-TDT□ / BR4M-TDT□-P

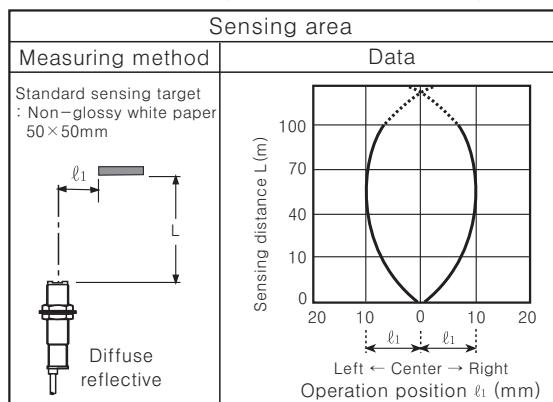


● BR20M-TDTD(-P) / BR20M-TDTL(-P)

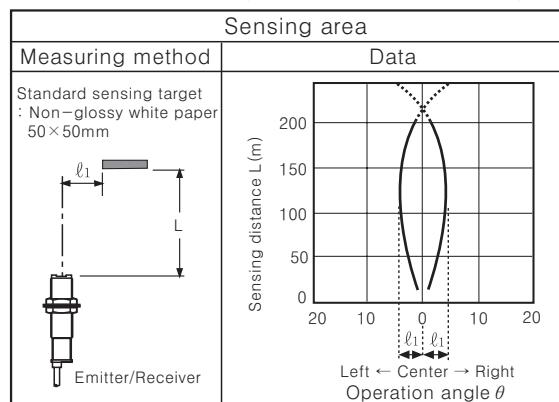


○ Diffuse reflective

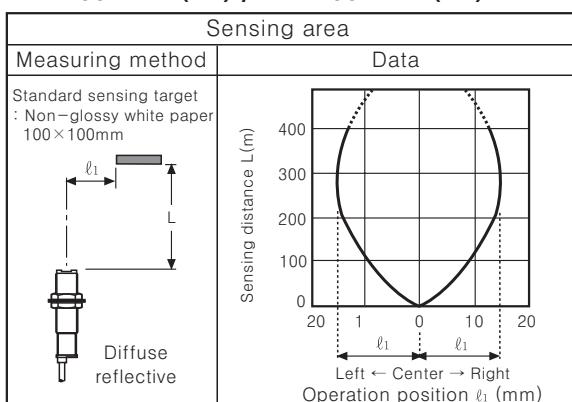
● BR100-DDT(-P) / BRP100-DDT(-P)



● BR200-DDTN(-P) / BRP200-DDTN(-P)



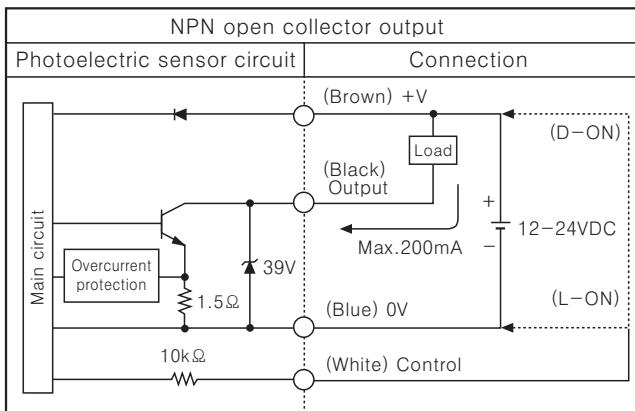
● BR400-DDT(-P) / BRP400-DDT(-P)



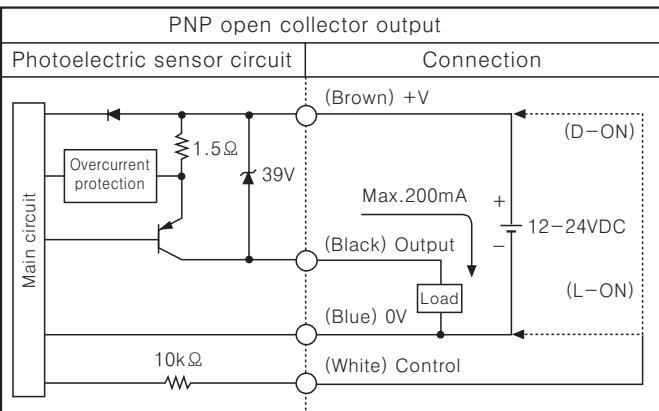
DC Cylindrical Housing Type

Control output diagram

- BR(P)100-DDT / BR(P)200-DDTN / BR(P)400-DDT
- BR20M-TDTD2 / BR20M-TDNL2 (Receiver)



- BR(P)100-DDT-P / BR(P)200-DDTN-P / BR(P)400-DDT-P
- BR20M-TDTD2-P / BR20M-TDNL2-P (Receiver)

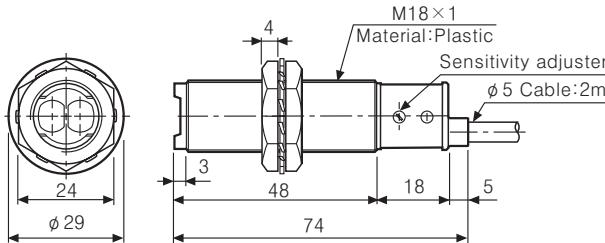


*Select Light ON / Dark ON by control wire.
Light ON : Connect control wire to 0V
Dark ON : Connect control wire to +V

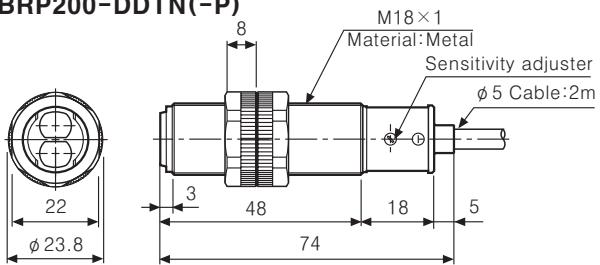
*Control wire is available only for diffuse reflective type.

Dimensions

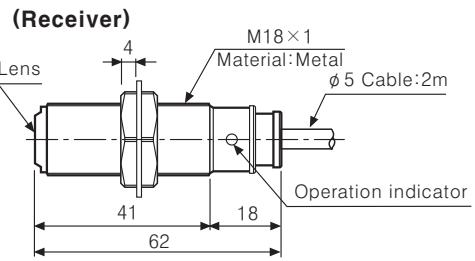
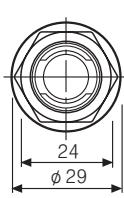
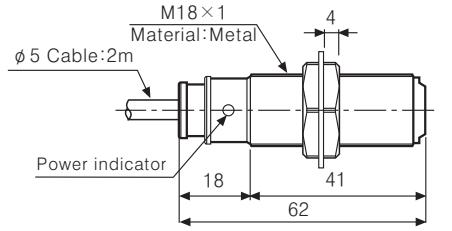
- BR100-DDT(-P) / BR400-DDT(-P)
- BR200-DDTN(-P)



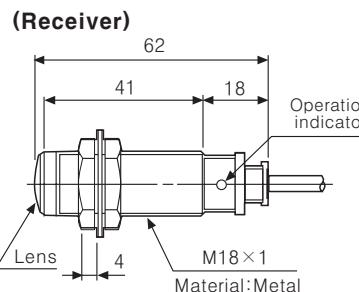
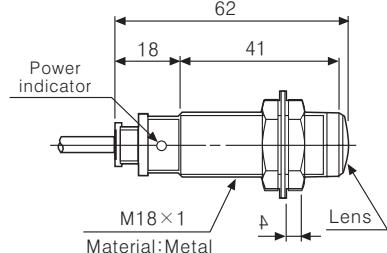
- BRP100-DDT(-P) / BRP400-DDT(-P)
- BRP200-DDTN(-P)



- BR20M-TDTD(L) / BR20M-TDTD(L)-P (Emitter)

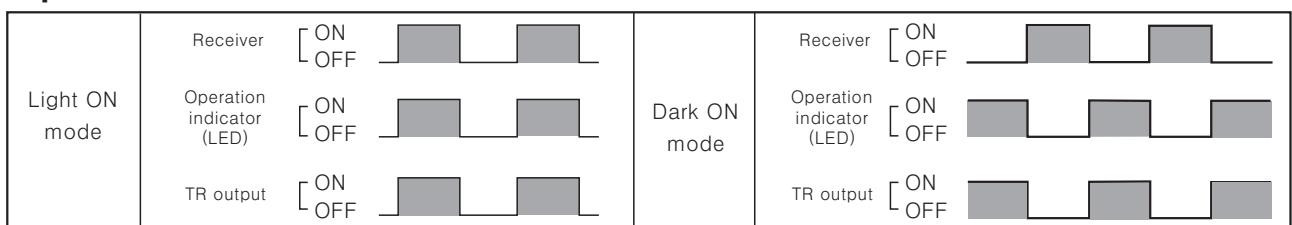


- BR4M-TDTD(L) / BR4M-TDTD(L)-P (Emitter)



(Unit:mm)

Operation mode

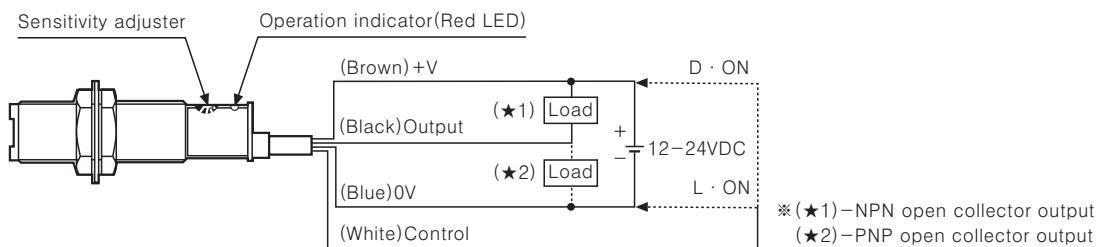


- (A) Counter
- (B) Timer
- (C) Temp. controller
- (D) Power controller
- (E) Panel meter
- (F) Tacho/ Speed/ Pulse meter
- (G) Display unit
- (H) Sensor controller
- (I) Switching power supply
- (J) Proximity sensor
- (K) Photo electric sensor
- (L) Pressure sensor
- (M) Rotary encoder
- (N) Stepping motor & Driver & Controller
- (O) Graphic panel
- (P) Production stoppage models & replacement

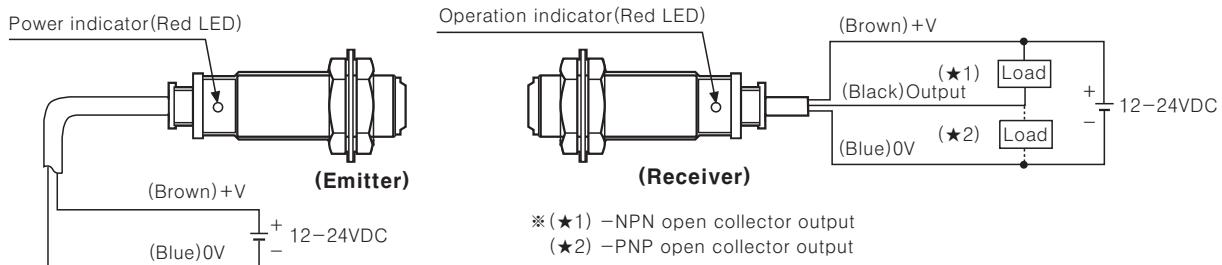
BR Series

Connections

Diffuse reflective



Transmitted beam

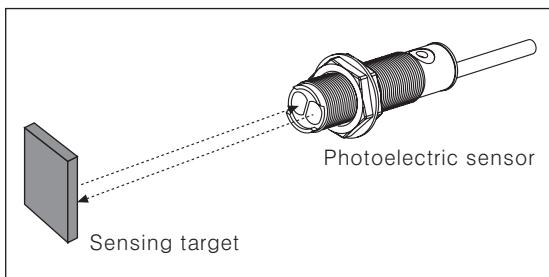


Mounting and sensitivity adjustment

Please supply the power to the sensor after mount the emitter and the receiver facing each other, and then adjust an optical axis and the sensitivity as follow;

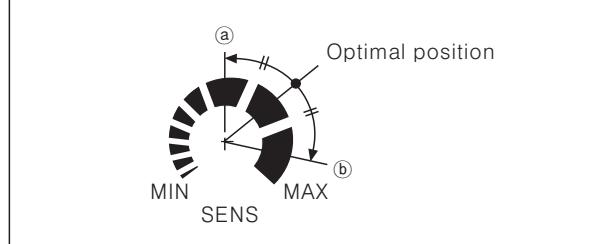
Diffuse Reflective type

1. The sensitivity should be adjusted depending on a sensing target or mounting place.



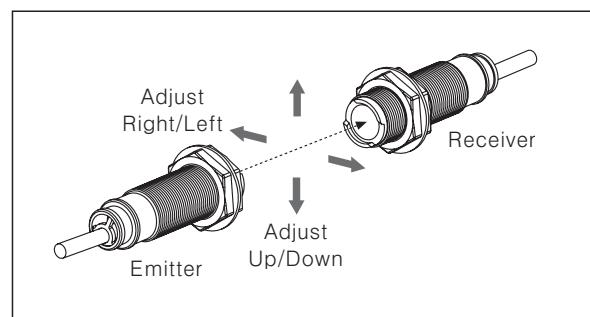
2. Set the target at a position to be detected by the beam, then turn the adjuster until position ① in the middle of the operation range of indicator from Min. position of the adjuster.
3. Take the target out of the sensing area, then turn the adjuster until position ② in the middle of the operation range of indicator. If the indicator does not turn on, max. position is position ②.
4. Set the adjuster in the middle of two switching position ①, ②.

*The sensing distance indicated in the specification chart is that of non-glossy white paper in the target size 50×50mm. Be sure that it can be different by size, surface and gloss of target.



Transmitted Beam type

1. Supply the power to the photoelectric sensor, after mount the emitter and the receiver facing each other.
2. Set the receiver in center of position in the middle of the operation range of indicator adjusting the receiver and the emitter right and left, up and down.
3. Fix both units tightly after checking that the unit detect the target.



BPS Series

Slim photoelectric sensor for long sensing distance

■ Features

- Easy to mount by Flat type
- Realization of 3m sensing distance as small size
- IP67 rated waterproof structure (IEC standard)

⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.

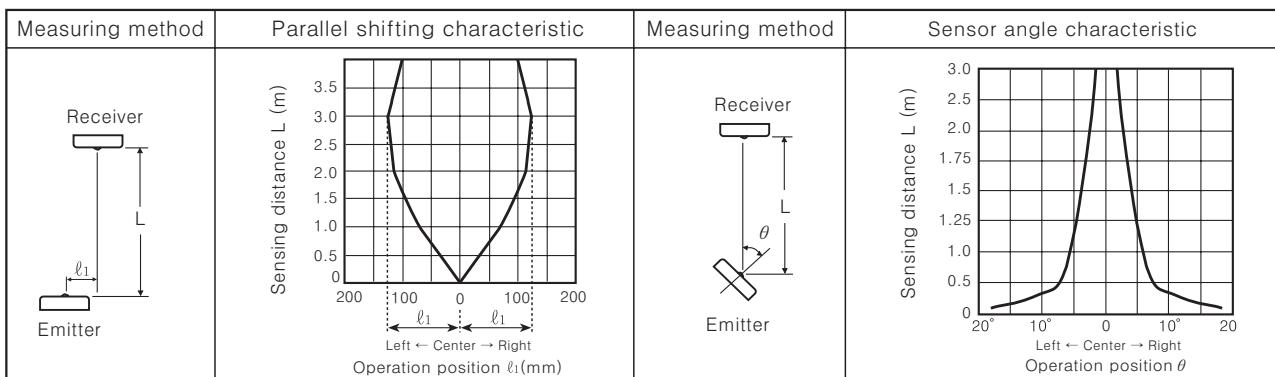


■ Specifications

Model	BPS3M-TDT	BPS3M-TDTL	BPS3M-TDT-P	BPS3M-TDTL-P
Sensing type	Transmitted beam			
Sensing target	Opaque materials of Min. ϕ 5mm			
Operation mode	Dark ON	Light ON	Dark ON	Light ON
Sensing distance	3m			
Response time	Max. 1ms			
Power supply	12–24VDC \pm 10% (Ripple P–P : Max. 10%)			
Current consumption	Max. 20mA			
Light source	Infrared LED(modulated)			
Control output	NPN open collector output Load voltage : Max. 30VDC, Load current : Max.100mA, Residual voltage : Max.1V	PNP open collector output Output voltage : (Min. Power supply – 2.5V), Load current : Max. 100mA		
Protection circuit	Reverse polarity protection, Short-circuit protection			
Indicator	Emitter : Power indicator (Red LED), Receiver : Operation indicator (Red LED)			
Connection	Outgoing cable			
Insulation resistance	Min. 20M Ω (at 500VDC mega)			
Noise strength	\pm 240V the square wave noise (pulse width:1 μ s) by the noise simulator			
Dielectric strength	1,000VAC 50/60Hz for 1minute			
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours			
Shock	500m/s ² (50G) in X, Y, Z directions for 3 times			
Ambient illumination	Sunlight : Max. 11,000lx, Incandescent lamp : Max. 3,000lx			
Ambient temperature	-25 ~ +65°C (at non-freezing status), Storage : -25 ~ +70°C			
Ambient humidity	35~ 85%RH, Storage : 35 ~ 90%RH			
Protection	IP67 (IEC standard)			
Material	Case : PC			
Cable	• Emitter : ϕ 3mm, 2P • Receiver : ϕ 3mm, 3P • Length : 2m			
Approval	CE			
Unit weight	Approx. 66g			

Slim and Amplifier Built-in Type

Feature data



(A)
Counter

(B)
Timer

(C)
Temp.
controller

(D)
Power
controller

(E)
Panel
meter

(F)
Tacho
Speed
Pulse

(G)
Display
unit

(ii)
Sensor
controller

Switching power supply

(J)
Proximity
sensor

**electric
sensor**

(L)
Pressure
sensor

(M)
Rotary
encoder

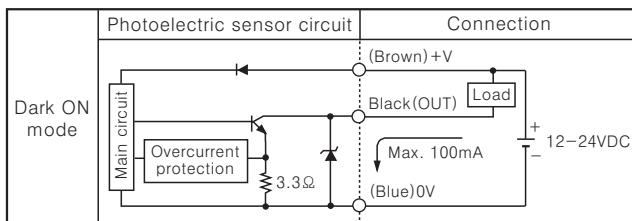
(N)
Stepping
motor &
Driver &

(O)
Graphic
panel

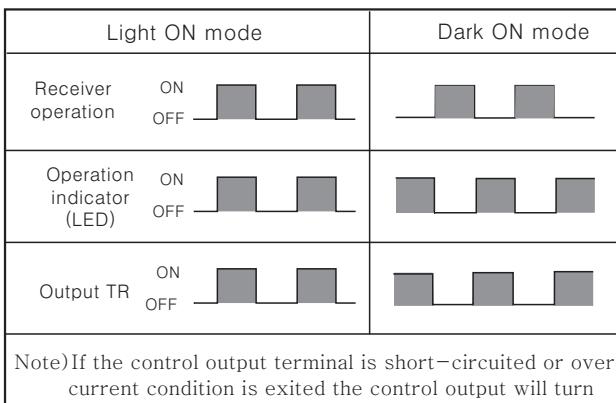
(P)
Production
stoppage

Control output diagram

- NPN open collector output



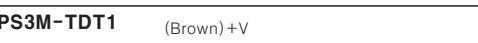
Operation mode



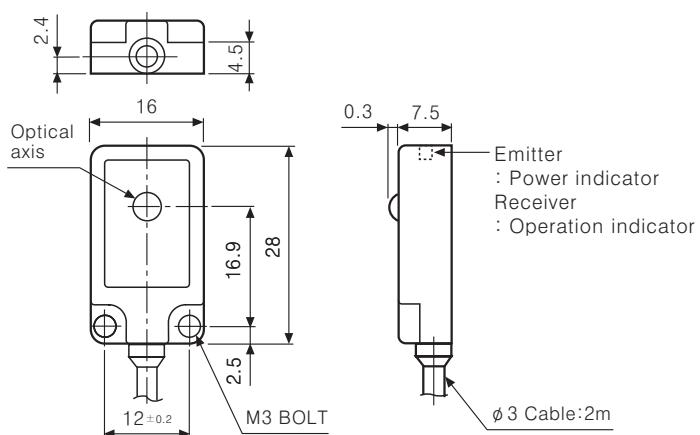
Note) If the control output terminal is short-circuited or over current condition is exited the control output will turn off due to protection circuit.

Note) Dark ON mode is standard and Light ON (Received light : ON) mode is sold separately.

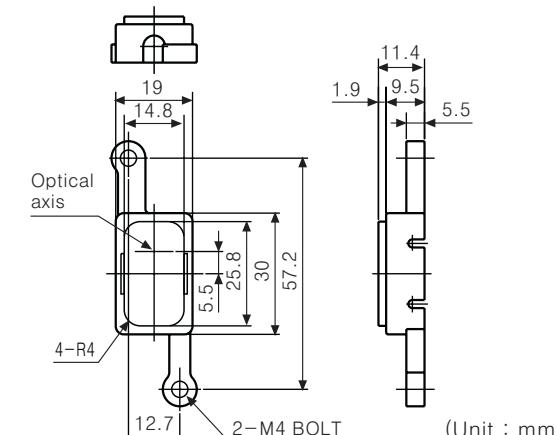
Connections

NPN open collector output	PNP open collector output
BPS3M-TDT1  BPS3M-TDT2 / BPS3M-TDTL2 	BPS3M-TDT1  BPS3M-TDT2-P / BPS3M-TDTL2-P 

■ Dimensions



•Cover(Sold separately)



PR Series

Cylindrical type proximity sensor

■ Features

- Improved the noise resistance with dedicated IC (DC 3-wire)
- Reverse power polarity, surge, overcurrent protection
(Except for PR08 Series.)
- Long life cycle and reliable simple operation
- Red LED status indication
- IP67 rated waterproof structure (IEC standard)
- Replacer for micro switches and limit switches



⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.



■ Specifications

● DC 2-wire type

Model	PRT08-1.5DO PRT08-1.5DC	PRT08-2DO PRT08-2DC	PRT12-2DO PRT12-2DC	PRT12-4DO PRT12-4DC	PRT18-5DO PRT18-5DC	PRT18-8DO PRT18-8DC	PRT30-10DO PRT30-10DC	PRT30-15DO PRT30-15DC
Sensing distance	1.5mm ±10%	2mm ±10%	2mm ±10%	4mm ±10%	5mm ±10%	8mm ±10%	10mm ±10%	15mm ±10%
Hysteresis								
Standard sensing target	8×8×1mm(Iron)		12×12×1mm(Iron)		18×18×1mm (Iron)	25×25×1mm (Iron)	30×30×1mm (Iron)	45×45×1mm (Iron)
Setting distance	0 ~ 1.05mm	0 ~ 1.4mm	0 ~ 1.4mm	0 ~ 2.8mm	0 ~ 3.5mm	0 ~ 5.6mm	0 ~ 7mm	0 ~ 10.5mm
Power supply (Operation voltage)	24VDC (15~30VDC)							
Leakage current	Max. 0.6mA							
Response frequency(*1)	1.5kHz	1kHz	1.5kHz		500Hz	350Hz	400Hz	200Hz
Residual voltage	Max. 7V							
Affection by Temp.	±10% Max. for sensing distance at +20°C within temperature range of -25 ~ +70°C							
Control output	2 ~ 100mA							
Insulation resistance	Min. 50MΩ (at 500VDC mega)							
Dielectric strength	1500VAC 50/60Hz for 1 minute							
Vibration	1mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours							
Shock	500m/s ² (50G) in X, Y, Z direction for 3 times							
Indicator	Operation indicator (Red LED)							
Ambient temperature	-25 ~ +70°C (at non-freezing status)							
Storage temperature	-30 ~ +80°C (at non-freezing status)							
Ambient humidity	35 ~ 95%RH							
Protection circuit	Surge, Overcurrent protection circuit							
Protection	IP67 (IEC standard)							
Cable spec.	φ 4×2P, 2m				φ 5×2P, 2m			
Approval	CE							
Unit weight	Approx.36g	Approx.36g	Approx.63g	Approx.63g	Approx.122g	Approx.122g	Approx.181g	Approx.181g

*(*1) The response frequency is the average value. The standard sensing target is used and the width is set as 2 times of the standard sensing target, 1/2 of the sensing distance for the distance.

Cylindrical Type Proximity Sensor

●DC 3-wire type

Model	PR08-1.5DN PR08-1.5DP PR08-1.5DN2 PR08-1.5DP2 PRL08-1.5DN PRL08-1.5DP PRL08-1.5DN2 PRL08-1.5DP2	PR08-2DN PR08-2DP PR08-2DN2 PR08-2DP2 PRL08-2DN PRL08-2DP PRL08-2DN2 PRL08-2DP2	PR12-2DN PR12-2DP PR12-2DN2 PR12-2DP2 PRS12-2DN PRS12-2DP PRS12-2DN2 PRS12-4DP	PR12-4DN PR12-4DP PR12-4DN2 PR12-4DP2 PRS12-4DN PRS12-4DP PRS12-4DN2 PRL12-4DN	PR18-5DN PR18-5DP PR18-5DN2 PR18-5DP2 PRS18-4DN PRS18-4DP PRS18-4DN2 PRL18-4DP	PR18-8DN PR18-8DP PR18-8DN2 PR18-8DP2 PRL18-8DN PRL18-8DP PRL18-8DN2 PRL18-8DP2	PR30-10DN PR30-10DP PR30-10DN2 PR30-10DP2 PRL30-10DN PRL30-10DP PRL30-10DN2 PRL30-10DP2	PR30-15DN PR30-15DP PR30-15DN2 PR30-15DP2 PRL30-15DN PRL30-15DP PRL30-15DN2 PRL30-15DP2
Sensing distance	1.5mm ±10%	2mm ±10%	2mm ±10%	4mm ±10%	5mm ±10%	8mm ±10%	10mm ±10%	15mm ±10%
Hysteresis					Max. 10% of sensing distance			
Standard sensing target	8×8×1mm(Iron)		12×12×1mm(Iron)		18×18×1mm(Iron)	25×25×1mm(Iron)	30×30×1mm(Iron)	45×45×1mm(Iron)
Setting distance	0 ~ 1.05mm	0 ~ 1.4mm	0 ~ 1.4mm	0 ~ 2.8mm	0 ~ 3.5mm	0 ~ 5.6mm	0 ~ 7mm	0 ~ 10.5mm
Power supply (Operation voltage)	12~24VDC (10~30VDC)							
Leakage current	Max. 10mA							
Response frequency(*1)	1.5kHz	1kHz	1.5kHz	500Hz	350Hz	400Hz	200Hz	
Residual voltage	Max. 1.5V							
Affection by Temp.	±10% Max. for sensing distance at +20°C within temperature range of -25 ~ +70°C, PR08 Series:Max. ±20%							
Control output	200mA							
Insulation resistance	Min. 50MΩ (at 500VDC)							
Dielectric strength	1500VAC 50/60Hz for 1minute							
Vibration	1mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours							
Shock	500m/s² (50G) in X, Y, Z direction for 3 times							
Indicator	Operation indicator(Red LED)							
Ambient temperature	-25 ~ +70°C (at non-freezing status)							
Storage temperature	-30 ~ +80°C (at non-freezing status)							
Ambient humidity	35 ~ 95%RH							
Protection circuit	Surge, Reverse power polarity, Overcurrent protection circuit							
Protection	IP67(IEC standard)							
Cable spec.	φ 4×3P, 2m				φ 5×3P, 2m			
Approval								
Unit weight	Approx. 36g	Approx. 36g	PR:Approx. 70g PRS:Approx. 68g	PR:Approx. 70g PRS:Approx. 68g	PR:Approx. 119g PRL:Approx. 150g	PR:Approx. 118g PRL:Approx. 150g	PR:Approx. 184g PRL:Approx. 222g	PR:Approx. 181g PRL:Approx. 227g

*(*1) The response frequency is the average value. The standard sensing target is used and the width is set as 2 times of the standard sensing target, 1/2 of the sensing distance for the distance.

●AC 2-wire type

Model	PR12-2AO PR12-2AC	PR12-4AO PR12-4AC	PR18-5AO PR18-5AC PRL18-5AO PRL18-5AC	PR18-8AO PR18-8AC PRL18-8AO PRL18-8AC	PR30-10AO PR30-10AC PRL30-10AO PRL30-10AC	PR30-15AO PR30-15AC PRL30-15AO PRL30-15AC
Sensing distance	2mm ±10%	4mm ±10%	5mm ±10%	8mm ±10%	10mm ±10%	15mm ±10%
Hysteresis	Max. 10% of sensing distance					
Standard sensing target	12×12×1mm(Iron)		18×18×1mm(Iron)	25×25×1mm(Iron)	30×30×1mm(Iron)	45×45×1mm(Iron)
Setting distance	0 ~ 1.4mm	0 ~ 2.8mm	0 ~ 3.5mm	0 ~ 5.6mm	0 ~ 7mm	0 ~ 10.5mm
Power supply (Operation voltage)	100~240VAC (85~264VAC)					
Leakage current	Max. 2.5mA					
Response frequency(*1)	20Hz					
Residual voltage	Max. 10V					
Affection by Temp.	±10% Max. for sensing distance at +20°C within temperature range of -25 ~ +70°C					
Control output	5 ~ 150mA			5 ~ 200mA		
Insulation resistance	Min. 50MΩ (at 500VDC)					
Dielectric strength	2500VAC 50/60Hz for 1minute					
Vibration	1mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours					
Shock	500m/s² (50G) in X, Y, Z direction for 3 times					
Indicator	Operation indicator(Red LED)					
Ambient temperature	-25 ~ +70°C (at non-freezing status)					
Storage temperature	-30 ~ +80°C (at non-freezing status)					
Ambient humidity	35 ~ 95%RH					
Protection circuit	Surge protection circuit					
Protection	IP67(IEC standard)					
Cable spec.	φ 4×2P, 2m		φ 5×2P, 2m			
Approval						
Unit weight	Approx. 66g	Approx. 66g	PR : Appox. 130g PRL : Appox. 150g	PR : Appox. 130g PRL : Appox. 150g	PR : Appox. 185g PRL : Appox. 224g	PR : Appox. 117g PRL : Appox. 222g

*(*1) The response frequency is the average value. The standard sensing target is used and the width is set as 2 times of the standard sensing target, 1/2 of the sensing distance for the distance.

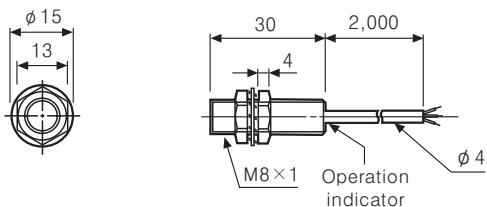
- (A) Counter
- (B) Timer
- (C) Temp. controller
- (D) Power controller
- (E) Panel meter
- (F) Tacho/ Speed/ Pulse meter
- (G) Display unit
- (H) Sensor controller
- (I) Switching power supply
- (J) Proximity sensor
- (K) Photo electric sensor
- (L) Pressure sensor
- (M) Rotary encoder
- (N) Stepping motor & Driver & Controller
- (O) Graphic panel
- (P) Production stoppage models & replacement

PR Series

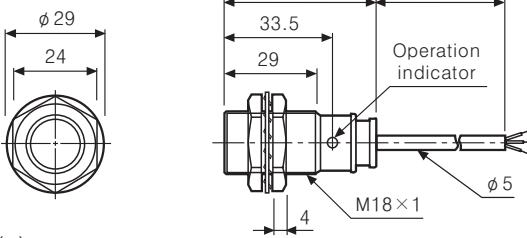
Dimensions

(Unit:mm)

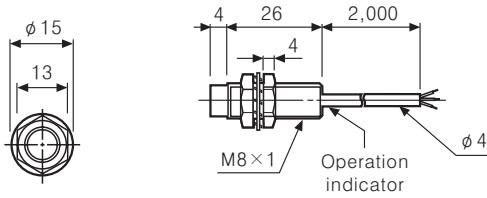
● PR(T)08-1.5D□



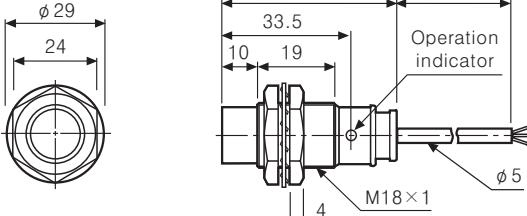
● PR(T)18-5D□



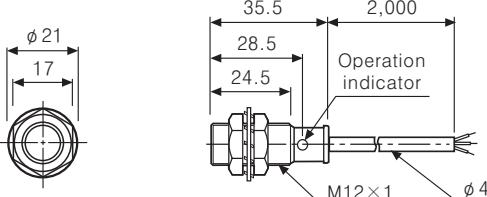
● PR(T)08-2D□



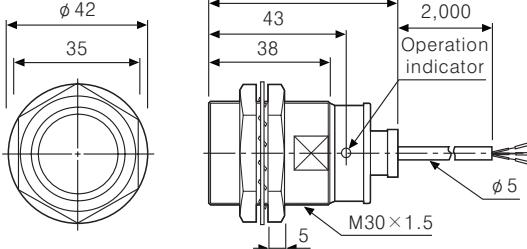
● PR(T)18-8D□



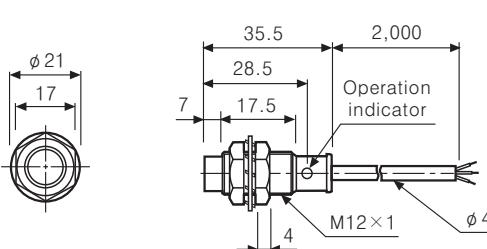
● PRS12-2D□



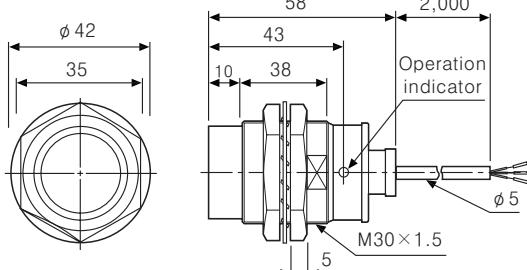
● PR(T)30-10D□



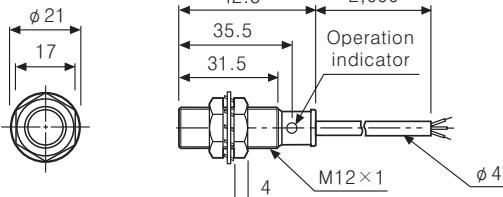
● PRS12-4D□



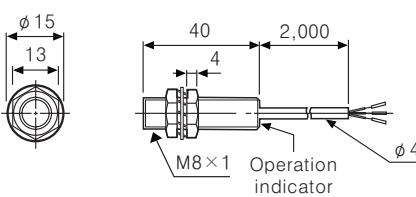
● PR(T)30-15D□



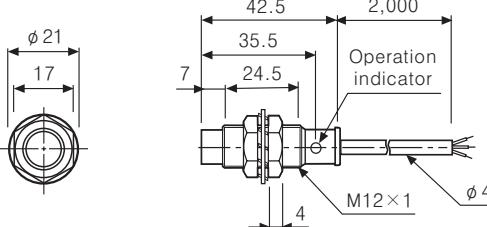
● PR(T)12-2D□



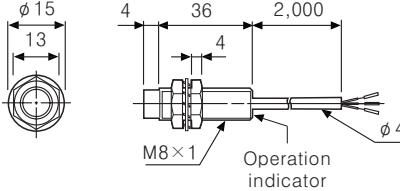
● PRL08-1.5D□



● PR(T)12-4D□



● PRL08-2D□

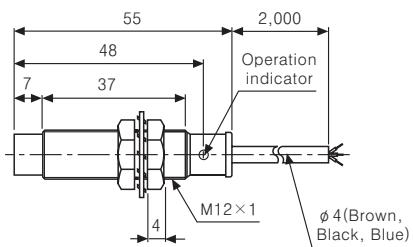
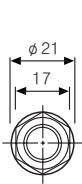


Cylindrical Type Proximity Sensor

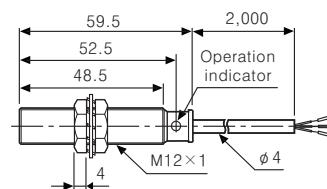
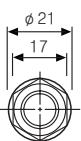
Dimensions

(Unit:mm)

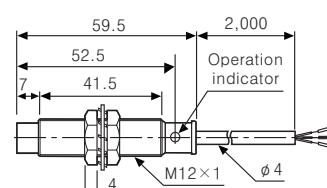
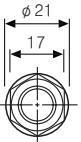
●PRL12-4D□



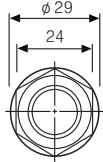
●PR12-2A□



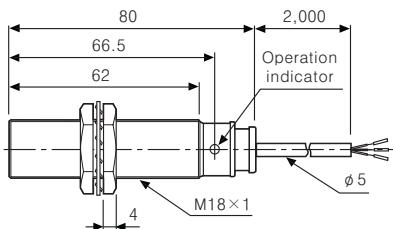
●PR12-4A□



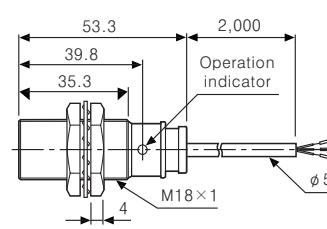
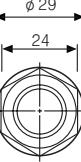
●PRL18-5D□



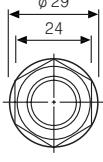
●PRL18-5A□



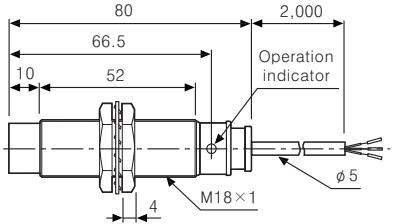
●PR18-5A□



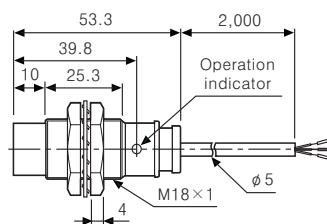
●PRL18-8D□



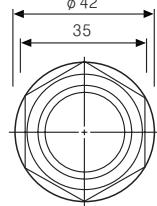
●PRL18-8A□



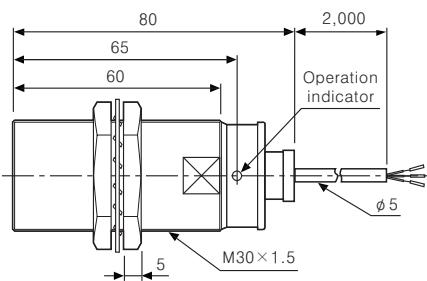
●PR18-8A□



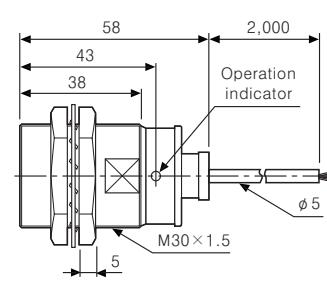
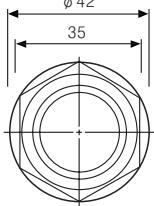
●PRL30-10D□



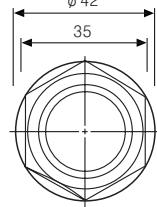
●PRL30-10A□



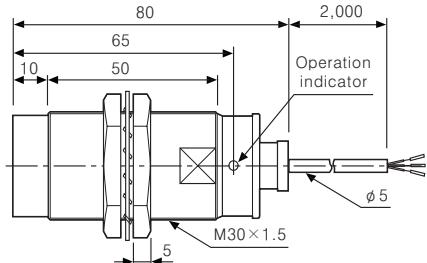
●PR30-10A□



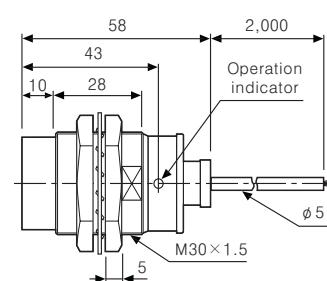
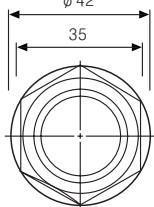
●PRL30-15D□



●PRL30-15A□



●PR30-15A□



(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/ Speed/ Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

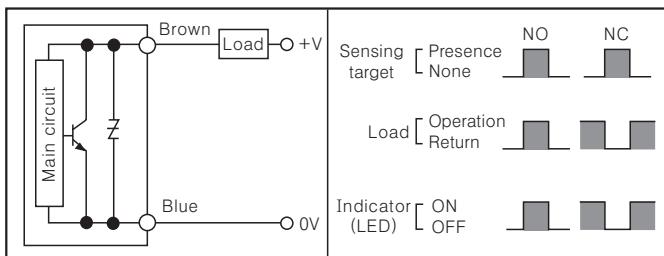
(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

PR Series

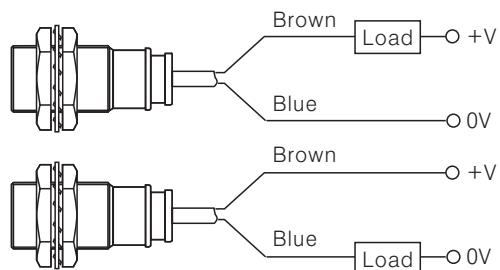
Control output diagram

DC 2-wire type



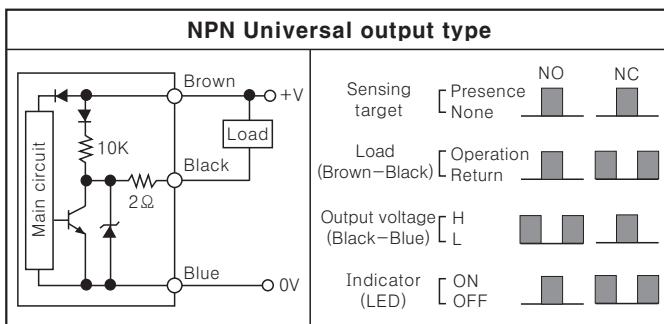
Connections

DC 2-wire type

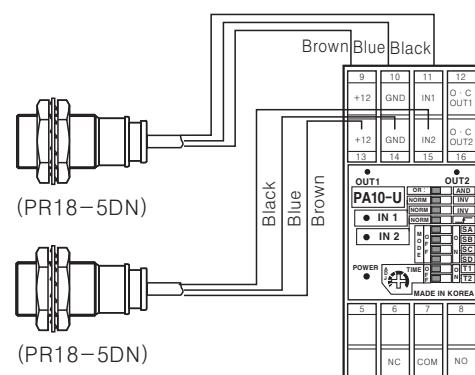


*The load can be connected to either wire.

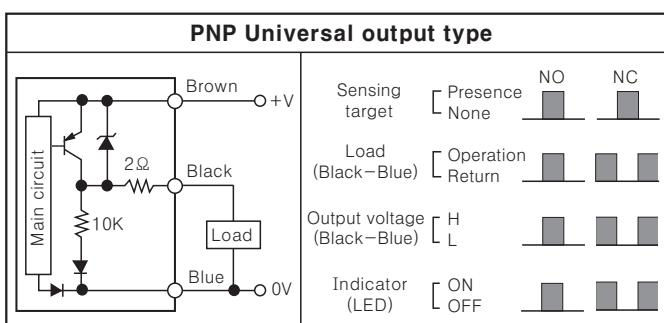
DC 3-wire type



DC 3-wire type

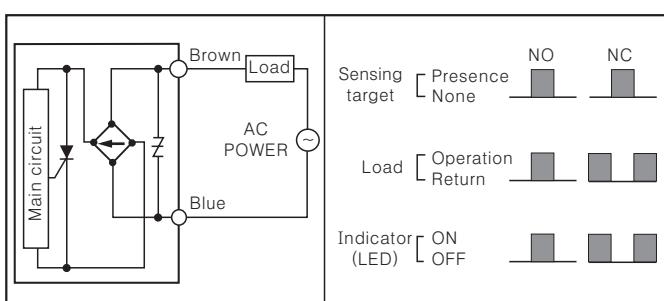


(PR18-5DN)

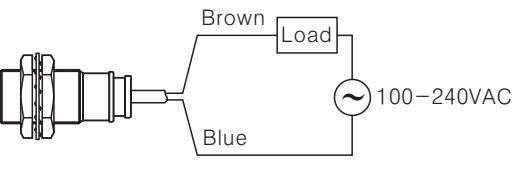


(PR18-5DN)

AC 2-wire type

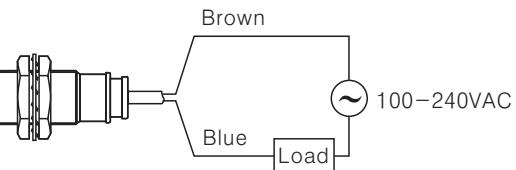


AC 2-wire type



< FX4 >

100-240VAC

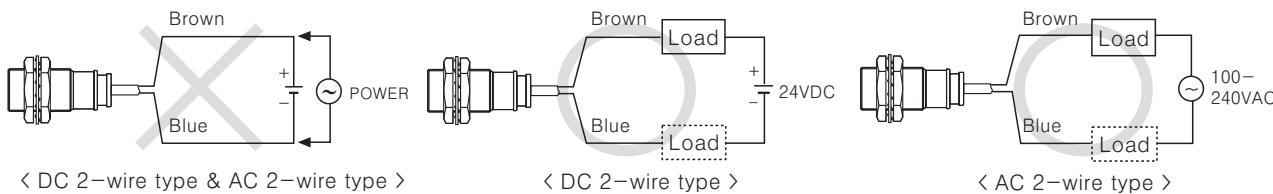


*The load can be connected to either wire.

Cylindrical Type Proximity Sensor

Proper usage

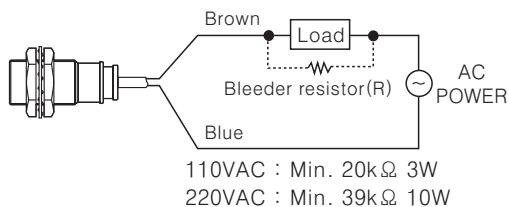
Load connections



When using DC or AC 2-wire type proximity sensor, the load must be connected, otherwise internal components may be damaged. And the load can be connected to either wire.

In case of the load current is small

AC 2-wire type

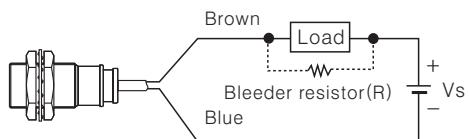


It may cause return failure of load by residual voltage. If the load current is under 5mA, please make sure the residual voltage is less than the return voltage of the load by connecting a bleeder resistor in parallel with the load as shown in the diagram.

$$R = \frac{V_s}{I} \quad (\Omega) \quad P = \frac{V_s^2}{R} \quad (W)$$

[I:Action current of load, R:Bleeder resistance, P:Permissible power]

DC 2-wire type



Please make the current on proximity sensor smaller than the return current of load by connecting a bleeder resistor in parallel. *W value of Bleeder resistor should be bigger for proper heat dissipation.

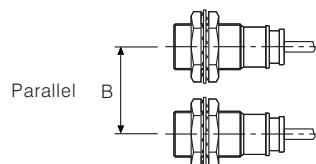
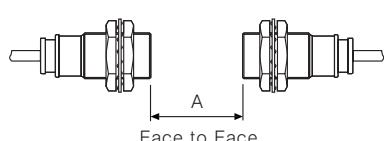
$$R = \frac{V_s}{I_{o-Ioff}} \quad (\Omega) \quad P = \frac{V_s^2}{R} \quad (W)$$

[Vs : Power supply, Io : Min. action current of proximity sensor]

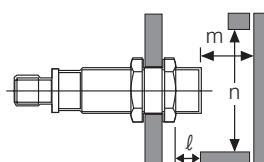
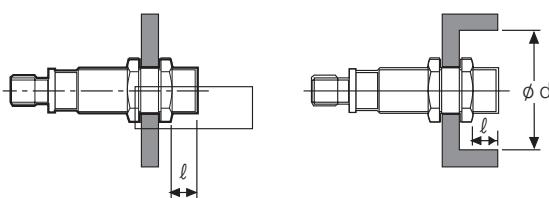
[Ioff : Return current of load, P : Number of Bleeder resistance watt]

Mutual-interference & Influence by surrounding metals

When several proximity sensors are mounted closely, malfunction of sensor may be caused due to mutual interference. Therefore, be sure to provide a minimum distance between the two sensors, as below charts.



When sensors are mounted on metallic panel, it is required to protect the sensors from being affected by any metallic object except target. Therefore, be sure to provide a minimum distance as below chart.



(Unit:mm)

Model	PR08-1.5D□ PRT08-1.5D□	PR08-2D□ PRT08-2D□	PR(T)12-2D□ PRS12-2D□ PR12-2A□	PR(T)12-4D□ PRS12-4D□ PR12-4A□	PR(T)18-5D□ PRL18-5D□ PR18-5A□ PRL18-5A□	PR(T)18-8D□ PRL18-8D□ PR18-8A□ PRL18-8A□	PR(T)30-10D□ PRL30-10D□ PR30-10A□ PRL30-10A□	PR(T)30-15D□ PRL30-15D□ PR30-15A□ PRL30-15A□
A	9	12	12	24	30	48	60	90
B	16	24	24	36	36	54	60	90
ℓ	0	8	0	11	0	14	0	15
ϕd	8	24	12	36	18	54	30	90
m	4.5	6	6	12	15	24	30	54
n	12	24	18	36	27	54	45	90

- (A) Counter
- (B) Timer
- (C) Temp. controller
- (D) Power controller
- (E) Panel meter
- (F) Tacho/ Speed/ Pulse meter
- (G) Display unit
- (H) Sensor controller
- (I) Switching power supply
- (J) Proximity sensor
- (K) Photo electric sensor
- (L) Pressure sensor
- (M) Rotary encoder
- (N) Stepping motor & Driver & Controller
- (O) Graphic panel
- (P) Production stoppage models & replacement

High accuracy fiber optic amplifier with twin adjuster

■ Features

- Convenient DIN rail mounting type
- High speed response : Max. 1ms
- Able to adjust sensitivity with high accuracy by dual adjuster
- Selectable Light ON/Dark ON mode by control wire
- Reverse power polarity and short-circuit (Overcurrent) protection circuit
- Able to use for explosion proof(Fiber part)
- Adjustable length with free cut type fiber optic cable



Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.

■ Specifications

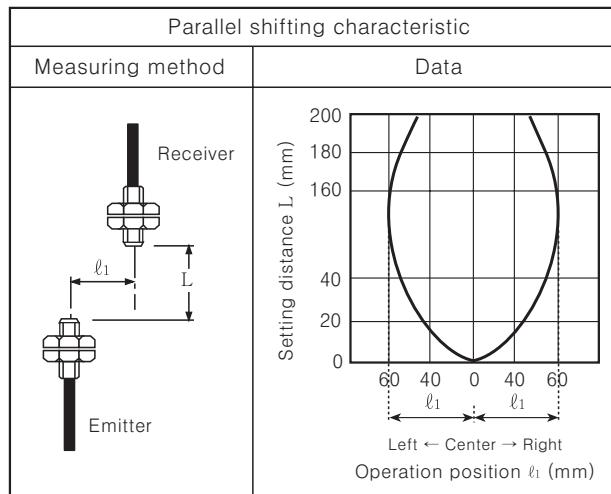
Model	BF3RX	BF3RX-P
Response time	Max. 1ms	
Power supply	12~24VDC ±10% (Ripple P-P:Max. 10%)	
Current consumption	Max. 40mA	
Light source	Red LED(Modulated)	
Sensitivity adjustment	Adjuster(Dual adjustment : Coarse adjustment, Fine adjustment)	
Operation mode	Selectable Light ON/Dark ON by control wire	
Control output	●NPN open collector output Load voltage : Max. 30VDC, Load current : Max. DC200mA, Residual voltage : Max. 1VDC	●PNP open collector output Output voltage : Min. (Power supply-2.5)VDC Load current : Max. DC200mA
Protection circuit	Reverse power polarity, Output short-circuit(Overcurrent) protection circuit	
Indication	Operation indicator : Red LED	
Connection	Outgoing cable(2m)	
Insulation resistance	Min. 20MΩ (at 500VDC mega)	
Noise strength	±240V the square wave noise(pulse width:1μs) by the noise simulator	
Dielectric strength	1,000VAC 50/60Hz for 1minute	
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours	
Shock	500m/s ² (50G) in X, Y, Z directions for 3 times	
Ambient illumination	Sunlight : Max. 11,000lx, Incandescent lamp : Max. 3,000lx	
Ambient temperature	-10 ~ +50°C (at non-freezing status), Storage : -25 ~ +70°C	
Ambient humidity	35 ~ 85%RH, Storage : 35 ~ 85%RH	
Material	Case : ABS	
Cable	4P, Ø5mm, Length : 2m	
Unit weight	Approx. 90g	

Fiber Optic Amplifier

Feature data

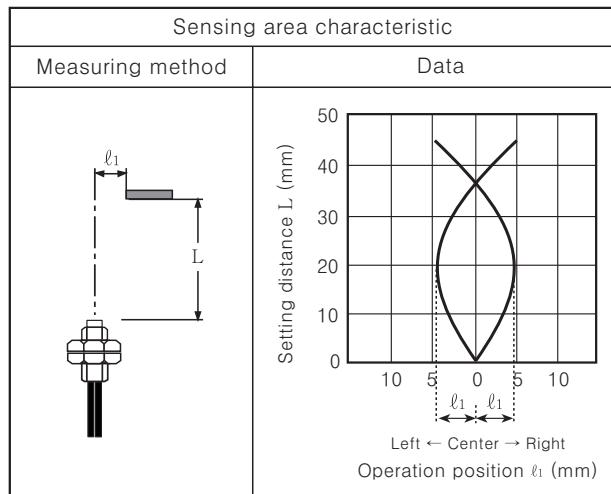
Transmitted beam

Measurement : BF3RX + FT-420-10



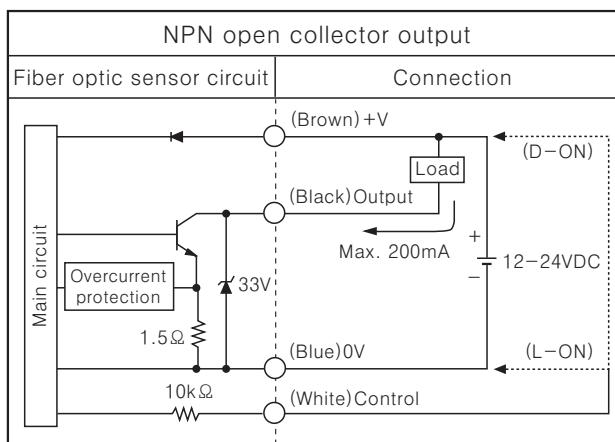
Diffuse reflective

Measurement : BF3RX + FD-620-10

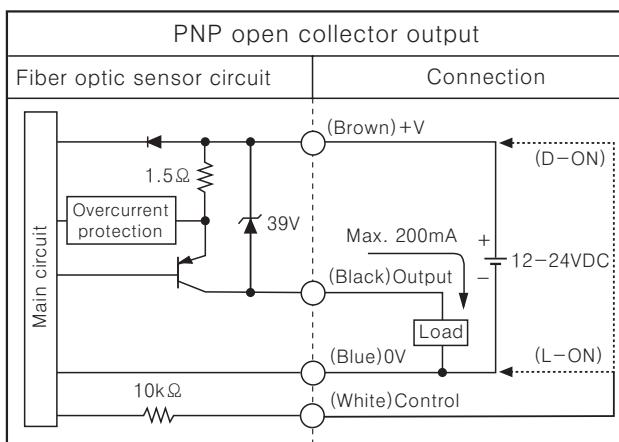


Control output diagram

BF3RX



BF3RX-P

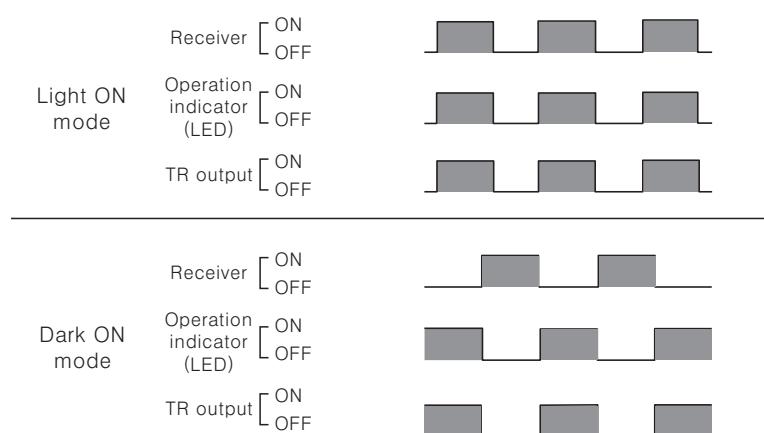


*When select Dark ON or Light ON, please use control wire(White)

Light ON : Connect control wire to 0V

Dark ON : Connect control wire to +V

Operation mode



(A)
Counter

(B)
Timer

(C)
Temp.
controller

(D)
Power
controller

(E)
Panel
meter

(F)
Tacho/
Speed/
Pulse
meter

(G)
Display
unit

(H)
Sensor
controller

(I)
Switching
power
supply

(J)
Proximity
sensor

(K)
Photo
electric
sensor

(L)
Pressure
sensor

(M)
Rotary
encoder

(N)
Stepping
motor &
Driver &
Controller

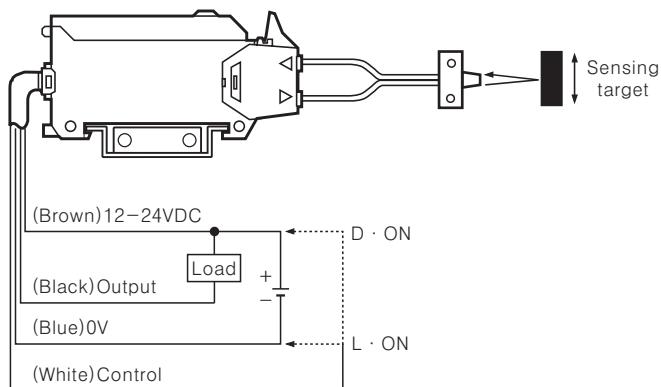
(O)
Graphic
panel

(P)
Production
stoppage
models &
replacement

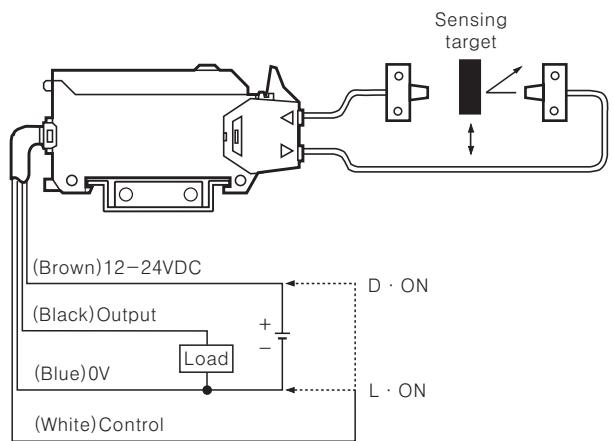
BF3RX

Connections

◎BF3RX



◎BF3RX-P



※ Enable to use as Diffuse reflective type or Transmitted beam type according to the fiber Optic Cable.

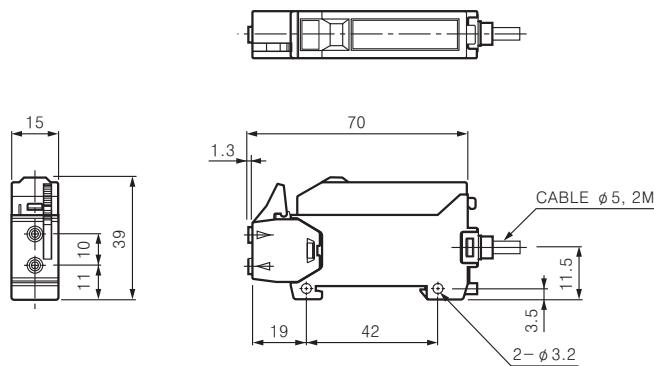
※ **Adapter** marked Fiber Optic Cable should be used with Adapter().

※ GT-420-14H2 cannot be used because the length inserted into Amp is too short.

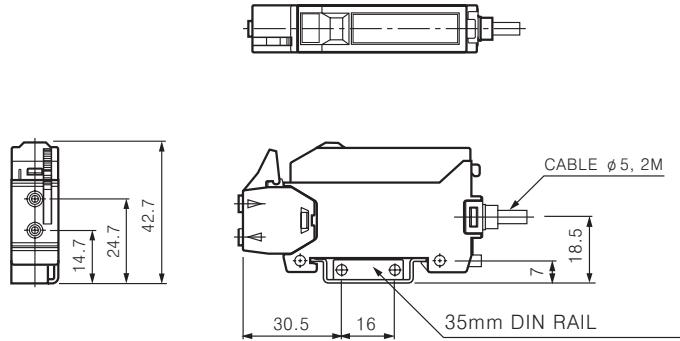
Dimensions

(Unit:mm)

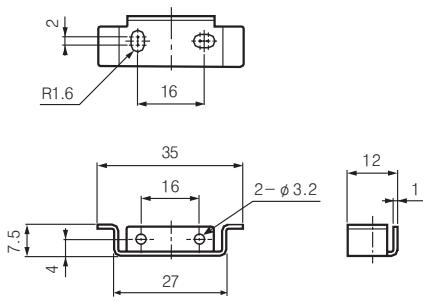
◎Product



◎Bracket



◎Bracket



Fiber Optic Amplifier

Sensitivity adjustment

- Adjust as the optimum sensitivity according to the order as shown below.
- Please observe below chart because operation lamp will be changed by sensing method.

Order	Sensing type		Adjustment	Adjuster	
	Reflective	Transmitted beam		COARSE	FINE
1	Initial setting		Adjuster(Coarse) should be fixed at min. and fixed at center (▼) for Fine adjustment.		
2	Light ON  	Light ON  	Fix adjuster(Coarse) to ON position by turning clockwise slowly when light is being received.		
3	Light ON  	Light ON  	Turn adjuster(Fine) until it is OFF toward(-), and turn until it is ON toward(+) again, then confirm that this will be A position.	 Adjuster(Coarse) is not required to set afterwards.	
4	Dark ON  	Dark ON  	And then turn adjuster(Fine) until it is ON toward(+), and turning until it is OFF toward(-) again when light is not received. Then confirm that this position will be B position. (When it will not be ON, max. position will be B.)		
5	—	—	Fix it at middle of A and B position. This will be the best position to set.	 Adjuster(Coarse) is not required to set afterwards.	
6	Light ON  	Light ON  	If you cannot adjust as above method, set adjuster(Fine) at max. position toward(+), then execute again.		

(A)
Counter

(B)
Timer

(C)
Temp.
controller

(D)
Power
controller

(E)
Panel
meter

(F)
Tacho/
Speed/
Pulse
meter

(G)
Display
unit

(H)
Sensor
controller

(I)
Switching
power
supply

(J)
Proximity
sensor

(K)
Photo
electric
sensor

(L)
Pressure
sensor

(M)
Rotary
encoder

(N)
Stepping
motor &
Driver &
Controller

(O)
Graphic
panel

(P)
Production
stoppage
models &
replacement

LE3U-Manual

Specification:

Input power	DC24 DC 24V
Number of steps	8000 steps; 2 communication ports: 1 RS232 (standard 9-pin serial port FX3u protocol 38400, 7, E, 1); 1 RS485
Input point X component	High-speed counting input (12KHZ)
Output point Y component	Transistor output or relay output
Analog input	6 analog inputs, 12-bit precision, AD0~AD2 are voltage inputs: 0–10V, AD3~AD5 are 0–20MA current inputs; read analogs with RD3A instructions
Analog output	2 analog outputs, 12-bit precision, output voltage 0–10V. Output analog voltage with WR3A command
Intermediate relay M	M0–M3071, the power-down storage range can be set to M0–M1023
Step point S	S0–1023, the power-down storage range can be set to S0–S1023
100Ms timer	T0–T199, cumulative power-down save T184–T199
10Ms timer	T200–T249, cumulative power-down save T246–T249
1Ms timer	T250–T383, where T250–255 is cumulative
16-bit counter	C0–C199, power down save C100–199
32-bit counter	C200–C219, power down save C220–C234
32-bit high speed counter	C235–255; C235–240 is a single-phase counter, no multiplier; C241–240 is a single-phase counter, 2 times the frequency; C241–249 is a two-phase counter, not multiplier; C250–252 is a two-phase counter, 2 times the frequency; C253–255 is a 5-pair 5-phase counter, 4 times the frequency;
Register D	D0–D7999, the power-down storage range can be set to D0–7999
Indirect addressing pointer V, Z	V0-7 , Z0-7
P subroutine jump number	P0-63
I interrupt	X0–5 external interrupt. Timer interrupt (1MS). The counter is interrupted.
Special M component	M8000 is normally closed during operation, M8002 is powered on pulse, M8011 is 10Ms pulse, M8012 is 100Ms pulse, M8013 is 1s

pulse, M8014 is minute pulse.

Basic instruction

Mnemonic
LD
LDI
LDP
LDF
AND
ANI
ANDP
ANDF
OR
ORI
ORP
ORF
ANB
ORB
OUT
SET
RST
PLS
PLF
ALT
MC
MCR
MPS
MRD
MPP
INV
END
STL
RET CALL SRET

Application instruction

Classification	Instruction mnemonic
Procedure flow chart	CJ

	CALL
	SRET
	FEND
	FOR
	NEXT
Transmission and comparison	CMP
	ZCP
	MOV
	CML
	BMOV
	FMOV
	XCH
	BCD
	BIN
Four logical operations	ADD
	SUB
	MUL
	DIV
	INC
	DEC
	WAND
	WPR
	WXOR
	NEG
Cycle shift	ROR
	ROL
	RCR
	RCL
	SFTL
	SFTR

分 类	指令助记符
	ZRST
	MEAN
	FLT
	GRY
	GBIN
	DHSCS
	DHSCR
	SPD

	PLSY
	PLSV
	PWM
	PLSR
	DRVA
	DRV1
	ZRN
	DSZR
	DVIT
	ABSD

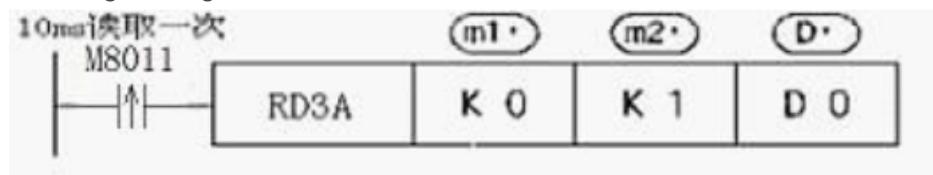
	RS	串行数据传送
	ASCI	HEX-ASCII 转换
	HEX	ASCII-HEX 转换
	CCD	校验码
	PID	PID 运算
	SEGD	BCD 转 7 段码数码管
	ECMP	2 进制浮点数比较
	EZCP	2 进制浮点数区间比较
	EBIN	10 进制浮点数-2 进制浮点数转换
	EADD	2 进制浮点数加法
	ESUB	2 进制浮点数减法
	EMUL	2 进制浮点数乘法
	EDIV	2 进制浮点数除法
	INT	2 进制浮点数-BIN 整数转换
	SIN	浮点数 SIN 运算
	TAN	浮点数 TAN 运算
	COS	浮点数 COS 运算
	ASIN	浮点数 SIN-1 运算
	ATAN	浮点数 TAN-1 运算
	ACOS	浮点数 COS-1 运算
	EXP	2 进制浮点数指数运算
	LOGE	2 进制浮点数自然对数运算
	LOGE10	2 进制浮点数常用对数运算
	SWAP	上下字节变换

SER	数据查找
ALT	交替输出
RAMP	斜坡信号
BON	ON 位判定
SUM	ON 位数
ANS	报警置位
ANR	报警复位
HOUR	计时仪
TCMP	时钟数据比较
TRD	时钟数据读出
TWR	时钟数据写入
LD=	(S1)=(S2)
LD>	(S1)>(S2)
LD<	(S1)<(S2)
LD◊	(S1)≠(S2)
LD≤	(S1)≤(S2)
LD≥	(S1)≥(S2)
AND=	(S1)=(S2)
AND>	(S1)>(S2)
AND<	(S1)<(S2)
AND◊	(S1)≠(S2)
AND≤	(S1)≤(S2)
AND≥	(S1)≥(S2)
OR=	(S1)=(S2)
OR>	(S1)>(S2)
OR<	(S1)<(S2)
OR◊	(S1)≠(S2)
OR≤	(S1)≤(S2)
OR≥	(S1)≥(S2)

Note: 32-bit instructions and pulse-execution instructions P are supported.

4. Description of analog input and output of PLC:

1. Analog reading command:



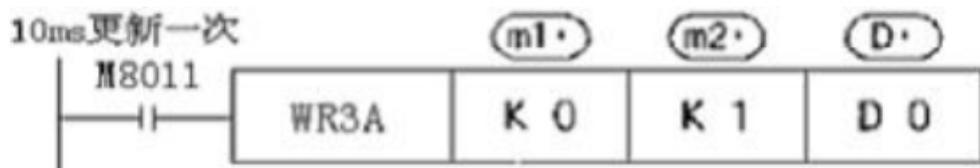
Reading instruction of analog input value of analog module

M1: module number, host is set to K0

M2: analog input channel number K0-K5 (corresponding to AI 1-6)

D: The instantaneous value of the read data is saved to D0, and the value read from the analog module is saved.

2. Analog output command:



Instruction for writing a digital value to an analog module

M1: module number, host is set to K0

M2: analog input channel number K0-K1

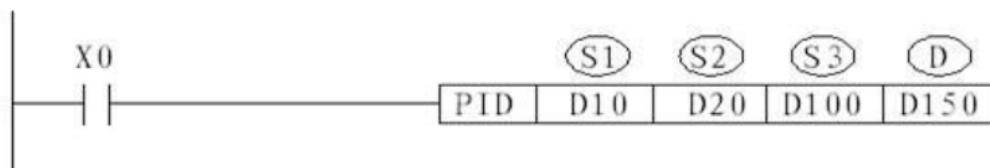
D: Write data Specify the value to be written to the analog module (0-4095)

Clock module description:

When setting the clock, M8015 should be set and resume operation. M8015 reset.

D8018 is the year, D8017 is the month, D8016 is the day, D8019 is the week, D8015 is the hour, D8014 is the minute, and D8013 is the second. The clock data read command TRD can be used to read the clock data to the general register, or the clock write command TWR can be used to modify the clock. This instruction does not require setting M8015.

Description of PLC's PID operation instructions:



This instruction is used for the PID calculation program for PID control.

S1: set target value;

S2: current value (feedback back
Value)

S3: PID control parameter, occupying 9 consecutive D registers starting from S3. S3 is the PID channel

No. S3+1 is the proportional coefficient KP; S3+2 is the integral coefficient KI; S3+3 is the differential coefficient KD; S3+4 is the error coefficient KE, and PID processing is performed only when the error is greater than this value; S3+5 output Limit value PMAX; S3+6 output lower limit value PMIN; S3+7 standby; S3+8 standby; D: control value output;

RS232 communication port: Default communication protocol: FX3u, 38400, 7, E, 1

38400/9600 resistor	Baud rate38400
No 38400/9600 resistor	Baud rate 9600

Serial data transfer:

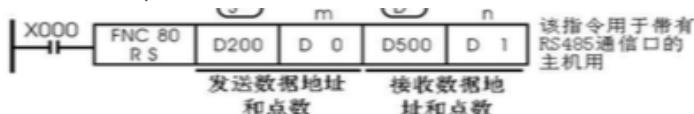
Special register	Description	Special register	Description
D8120	RS485 communication format definition	M8121	Set when data is sent, automatically reset after transmission
D8121	RS485 communication station number setting	M8122	Send a request, when M8122 is set, it will be opened once the communication port is idle.
D8122	Number of remaining data	M8123	The receipt of the initial number of receipts is completed, and the opening of the label is issued, and the post is automatically sent to the frame after the data is transferred.
		M8124	Set the number of data, the receiving user should be placed in the bit, after receiving the receipt, the number of the receipt is restored.
M8129: Communication timeout flag. When the host issues a command, the slave does not respond within D8129 time, M8029 will be set.			

The communication parameters corresponding to each of D8120 are as follows:

位号	name	内容	
		0(bit OFF)	1(bit ON)
B0	Data length	7bit	8 bit
B1 B2	Parity	b2 b1 {0 , 0}:无校验 {0 , 1}:奇数 ODD {1 , 1}:偶校验 EVEN	
B3	Stop bit	1 bit	2 bit
B4 B5 B6 B7	Transfer rate bps	b7 b6 b5 b4{0 , 0 , 1 , 1}:300 {0 , 1 , 0 , 0}:600 {0 , 1 , 0 , 1}:1200 {0 , 1 , 1 , 0}:2400 b7 b6 b5 b4{0 , 1 , 1 , 1}:4800 {1 , 0 , 0 , 0}:9600 {1 , 0 , 0 , 1}:19200 {1 , 0 , 1 , 0}:38400	
B8	Starter	None	有(D8124)
B9	Terminator	None	有(D8125)
B10 B11	unavailable		

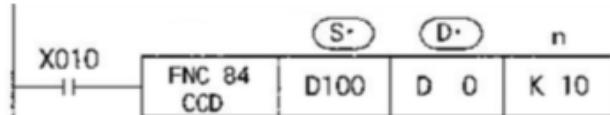
B12 B13 B14 B15	Communication protocol	B15 b14 b13 b12 {0, 0, 0, 0}: Mitsubishi FX2N protocol (slave) {0, 1, 0, 0 }: MODBUS RTU (slave) {1, 0, 0, 0 }: MODBUS RTU (host, IVD, IVWR instruction) {1, 1, 0, 0}: Free communication (RS instruction, CCD check)
--------------------	------------------------	---

When the M8120 is reset, when the RS is executed, the given parameter is for the RS485 port. When the M8120 is set, when the RS is executed, the given parameter is for the RS232 port.



- 数据的传送格式可以通过后面所述的特殊数据寄存器D8120设定。
RS指令驱动时即使改变D8120的设定，实际上也不接受。
- 在不进行发送的系统中，请将数据发送点数设定为“KO”。
或在不进行接受的系统中，接收点数设定为“KO”。

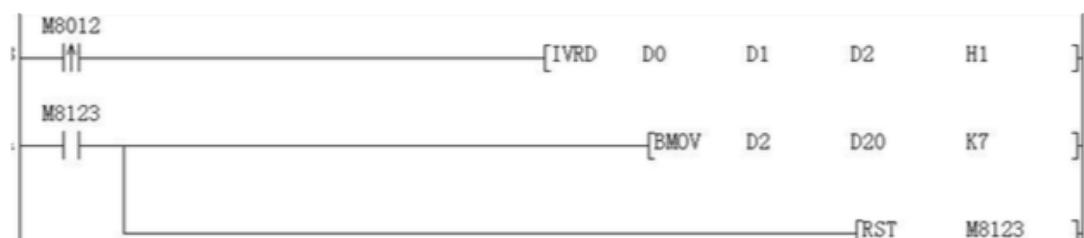
CCD instruction:



The n-point data starting with the component specified by S stores the sum of its bits and data and the CRC check data in D. and D.+2, D.+3. This example and the check are placed in D0, and the CRC check is placed in D2, D3.

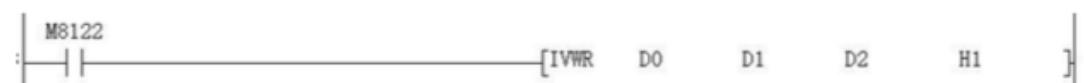
Communicate with inverter or instrument:

Read:



D0 is the station number read (high 8 bits) and the command code (low 8 bits). If the value of D0 is H103, it is station number 1, read command 3. D1 is the data address to be read, D2 is the data first address received by the inverter or the meter, and the data is received. If channel 0, M8123 will be set. H1, high 8-bit channel, low 8-bit read number. Read 1 data via channel 0 (485 channel). If bit H101, one data is read through the channel (RS232 channel)1.

Write:



D0 is the station number (high 8 bits) and command code (lower 8 bits) written. For example, the value of D0 is H106, which is station number 1, and writes a single data command 6. D1 is the data address to be written, and D2 is the first address to be

written to the inverter or meter data. H1, the upper 8 bits are channels, and the lower 8 bits are written. Write 1 data via channel 0 (485 channel). If it is H101, it writes 1 data through the channel (RS232 channel)1. After the writing is completed, M8122 is automatically reset.

High-speed counting: SPD instruction (supports X0–5). If the encoder is 360 pulses in one circle, 720 pulses can be obtained at 2 times, and 1440 pulses can be obtained at 4 times, thus improving the resolution of the encoder. .

Count input	Single phase counter	Count the direction switch up and down	Count input	Single phase 2 octave counter number	Count the direction switch up and down
X0	C235	M8235	X0	C241	M8241
X1	C236	M8236	X1	C242	M8242
X2	C237	M8237	X2	C243	M8243
X3	C238	M8238	X3	C244	M8244
X4	C239	M8239	X4	C245	M8245
X5	C240	M8240	X5	C246	M8246

Count input	Two-phase 2 octave counter number	Count up and down (read only)	Count input	Two-phase 4 octave counter number	Count up and down (read only)
X0(Phase A)	C250	M8250	X0(A 相)	C253	M8253
X1(PhaseB)			X1(B 相)		
X2(PhaseA)	C251	M8251	X2(A 相)	C254	M8254
X3(PhaseB)			X3(B 相)		
X4(PhaseA)	C252	M8252	X4(A 相)	C255	M8255
X5(PhaseB)			X5(B 相)		

C247 (X0, X1), C248 (X2, X3), 249 (X6, X7) are two-phase counters that do not multiply.

High-speed pulse output and pulse width modulation: support 8 pulse outputs Y0–7 (PLSY, PLSV, PLSR, DRVA, DRVI, ZRN, DSZR, DVIT) or 6 pulse width modulation Y0–5 (PWM), frequency 100K.

Pulse	Output pulse	Output tag	Pulse prohibited	Minimum output	Acceleration time	DSZR, DVIT direction	DVIT interrupt input X address 0–17	Origin return speed	Origin crawling speed	ZRN line pulse climb
-------	--------------	------------	------------------	----------------	-------------------	----------------------	-------------------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

	number			frequency						number
Y0	D813 2	M814 7	M8141	D8144	D8145	M8080	D8080	D8220	D8090	D8072
Y1	D813 4	M814 8	M8142	D8146	D8147	M8081	D8081	D8221	D8091	D8073
Y2	D813 6	M814 9	M8143	D8148	D8149	M8082	D8082	D8222	D8092	D8074
Y3	D813 8	M815 0	M8144	D8150	D8151	M8083	D8083	D8223	D8093	D8075
Y4	D814 0	M815 1	M8145	D8152	D8153	M8084	D8084	D8224	D8094	D8076
Y5	D814 2	M815 2	M8146	D8154	D8155	M8085	D8085	D8225	D8095	D8077
Y6	D816 6	M815 3	M8155	D8156	D8157	M8086	D8086	D8226	D8096	D8078
Y7	D816 8	M815 4	M8156	D8158	D8159	M8087	D8087	D8227	D8097	D8079

Interruption

1, external interrupt support X0–X5, the interrupt number is as follows:

		Rising edge	Falling edge	Interruption
	X0	I0	I1	M8050
	X1	I100	I101	M8051
	X2	I200	I201	M8052
	X3	I300	I301	M8053
	X4	I400	I401	M8054
	X5	I500	I501	M8055

2. The timer interrupt pointer is I600 and the interrupt is disabled as M8056. Interrupt time range I601(1MS)–I699(99MS).

3, the counter interrupt pointer

Pointer number	Interruption
I10	M8059
I20	
I30	
I40	

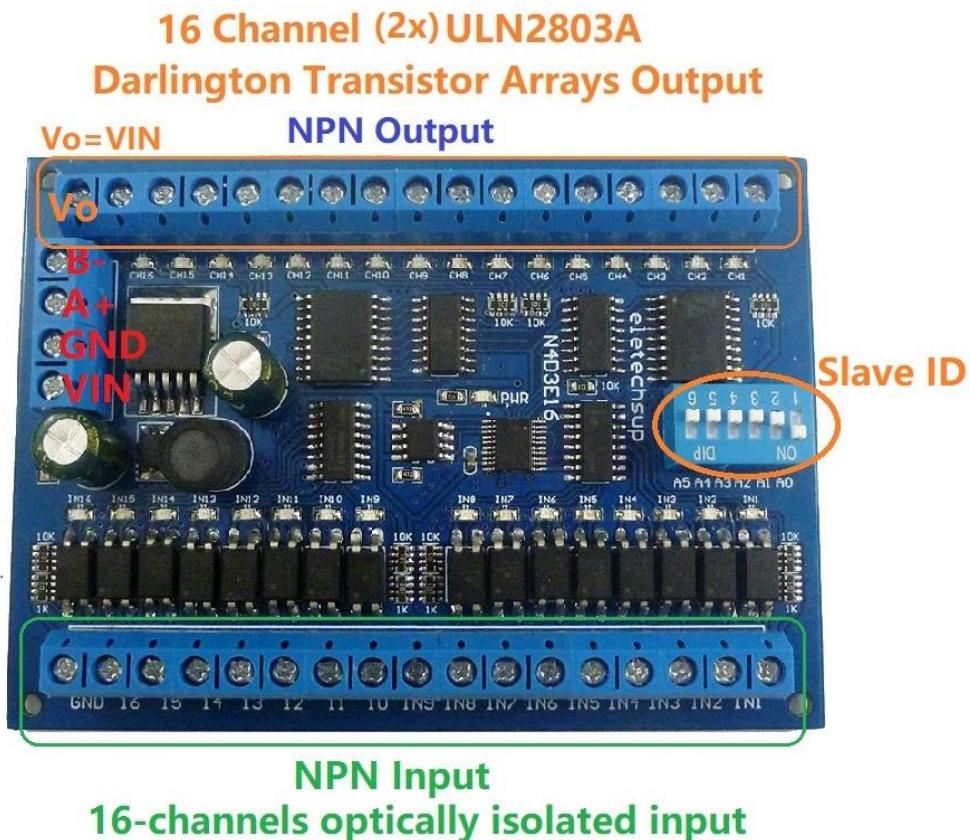
I50

I60

N4D3E16 16-channel RS485 IO input and output controller

Manual

- 2CH RS485 Relay Serial HyperTerminal Enter:
http://v.youku.com/v_show/id_XMTM0ODY4NzkxMg==.html
- 2CH RS485 Relay Modbus Poll Enter(Usage 2-channel and 8-channel is the same):
http://v.youku.com/v_show/id_XMTM0ODY4OTg5Mg==.html



Note: 16-channel input cannot control 16-channel output.

1. Features:

- 1: Working voltage: DC 6.5-30V (9V 12V 24V)
- 2: Working current: 8-50MA
- 3: 16 channels photoelectric isolation Input ports (NPN low level active)
- 4: 16 channels Darlington output (ULN2803 NPN output)
- 5: "open" "close" "Momentary" "Self-locking" "Interlock" "Delay" 6 Commands
- 6: 16 inputs can remotely control 16 outputs of another board via RS485 bus (relevant registers must be set)
- 7: MODBUS RTU command, Support 03 06 function code(Some registers support 16 function

codes)

8: Under the "Delay" command ,the maximum delay is 255 seconds;

9 MODBUS commands can be made serial HyperTerminal (serial assistant) OR "Modbus Poll" Enter;

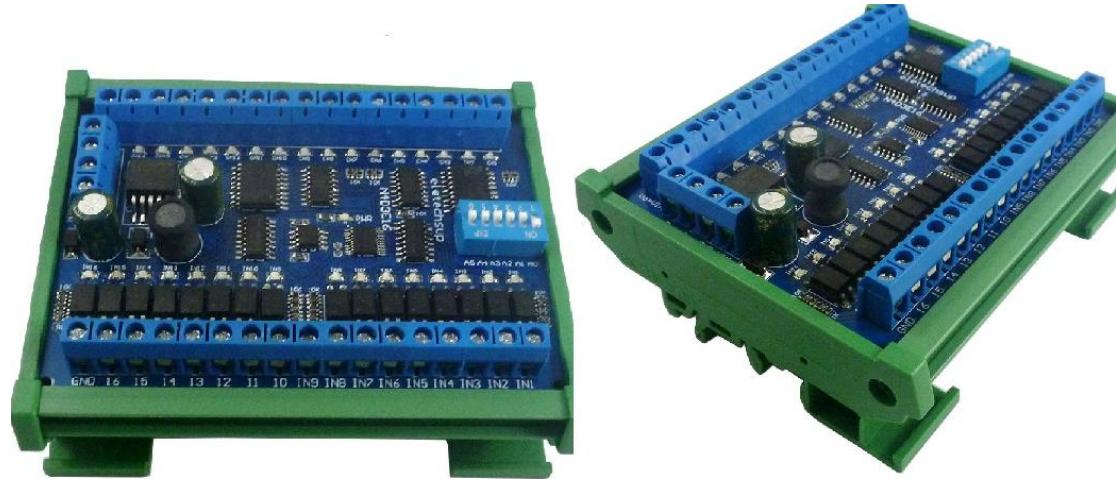
10 Under the MODBUS command mode, it can support up to 64 devices in parallel

11 The default baud rate is 9600BPS. The baud rate can be selected through jumpers: 2400 4800 9600 19200BPS

12 Size: 100 * 72 * 20mm(Only PCB Board);120 * 88* 42mm(with Din Rail Box)

13 Weight: 64g(Only PCB Board);143g(with Din Rail Box)

14 Maximum load: the maximum load current of each channel is 300MA



DIN rail Box parameters:

Product model: UM72

Color: green

Width: suitable for PCB board width UM72(72mm)

Insulation grade: flame-retardant VO grade

Backplane length: suitable for 136 mm PCB boards

Net weight: 99g

Installation: DIN35 and C45 rail

2. Glossary:

Vo: equal to the working voltage DC 6.5-30V

CH1/2/3...16: 16 output ports, low-level output

"Open": the output port outputs low level

"Close": The output port outputs high impedance (floating)

Momentary : Enter the Momentary command, the Receiver Relay is Open, delay of 0.5 seconds after, Relay is Close;

Toggle : Enter the Toggle command, the Receiver Relay is Open, Enter the Toggle command again, Relay is Close;

Latched : Enter the Channel 1 Latched command, the receiver Channel 1 is Open, the Channel 2 is

Close.

Enter the Channel 2 Latched command the receiver Channel 2 is Open, the Channel 1 is Close.

Enter the Channel 3 Latched command the receiver Channel 1 is Close, the Channel 2 is Close.

Delay : Enter the Delay command, the Receiver Relay is Open, delay of 0-9999 seconds(MODBUS command is 0-255 seconds)after, Relay is Close;

During the delay, Eter the Close command, immediately close the relay



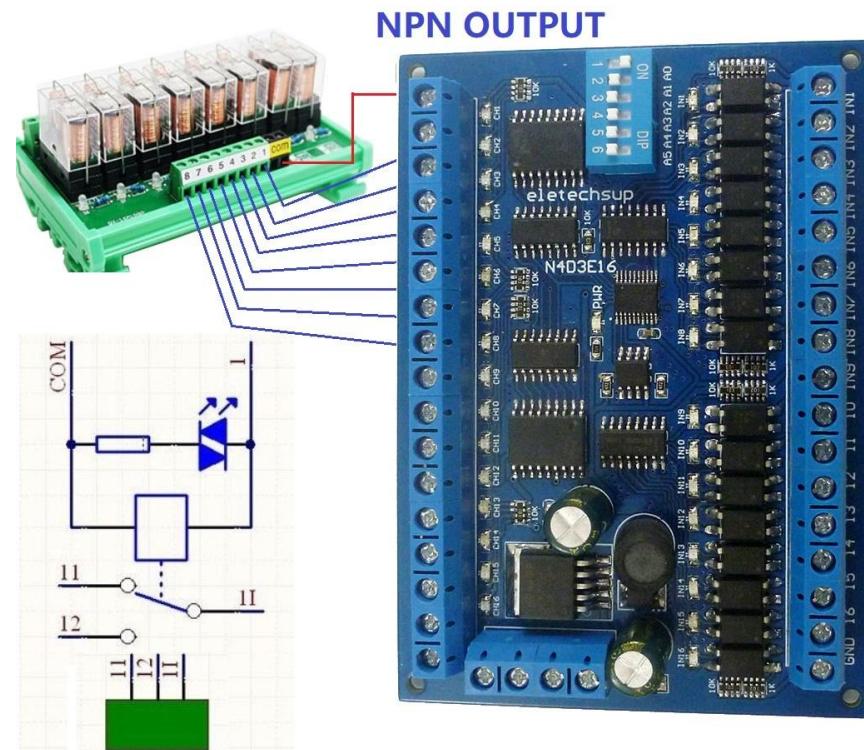
Slave ID: A0-A5 is the slave ID, you can choose 64 different slave ID.

Under the MODBUS command mode,the slave ID must be correct

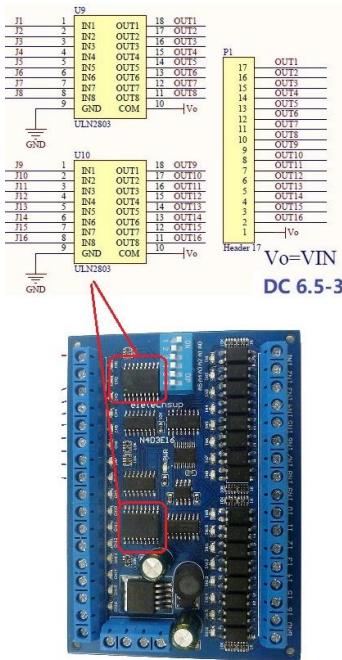
[command Description, Please refer to " N4D3E16 16-channel RS485 IO input and output controller commamd"](#)

3 .Output description

Wiring diagram of driving PLC amplifier board



2X ULN2803 drive circuit diagram



The ULN2803A device is a 50 V, 500 mA Darlington transistor array. The device consists of eight NPN Darlington pairs that feature high-voltage outputs with common-cathode clamp diodes for switching inductive loads. The collector-current rating of each Darlington pair is 500 mA. The Darlington pairs may be connected in parallel for higher current capability.

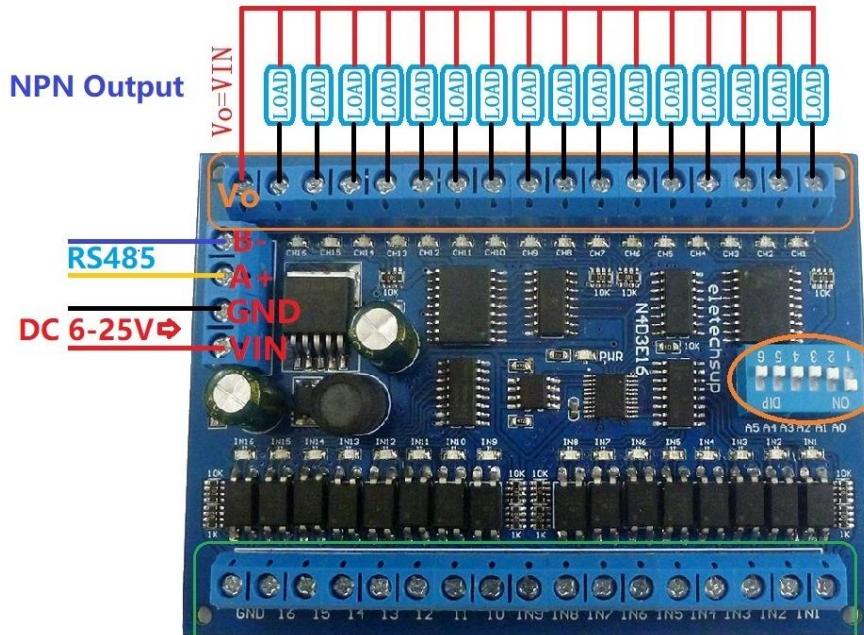
Applications

- Relay Drivers
- Hammer Drivers
- Lamp Drivers
- Display Drivers (LED and Gas Discharge)
- Line Drivers
- Logic Buffers
- Stepper Motors
- IP Camera
- HVAC Valve and LED Dot Matrix

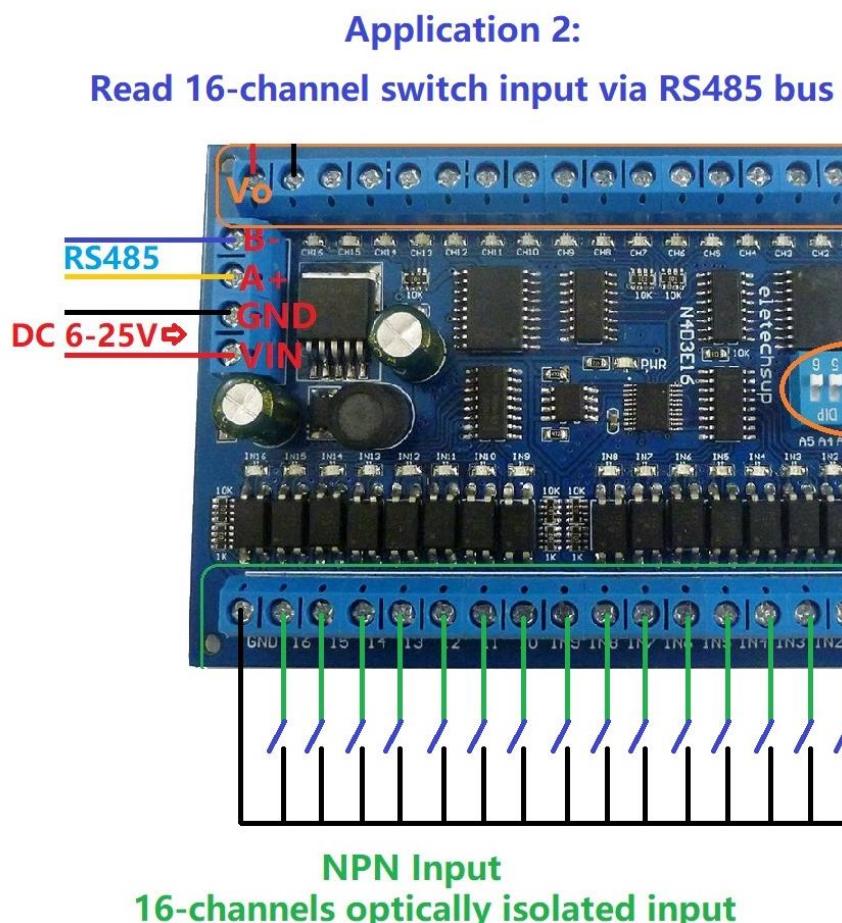
4. Input and output wiring diagram:

Application 1: Control 16-channel switch output through RS485 bus

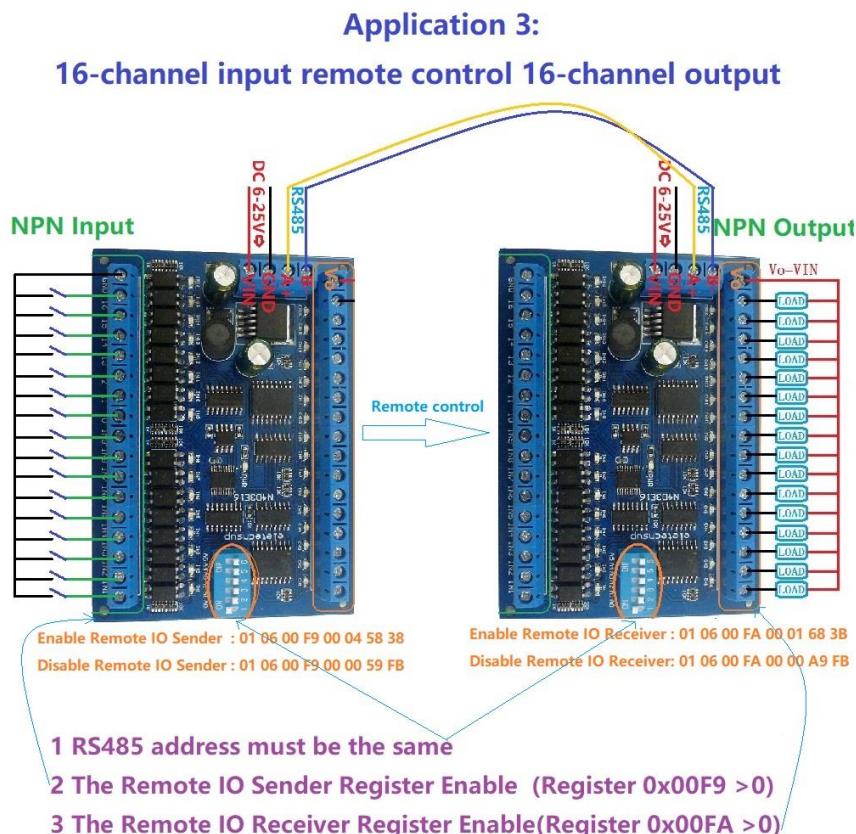
Application 1:
Control 16-channel switch output through RS485 bus



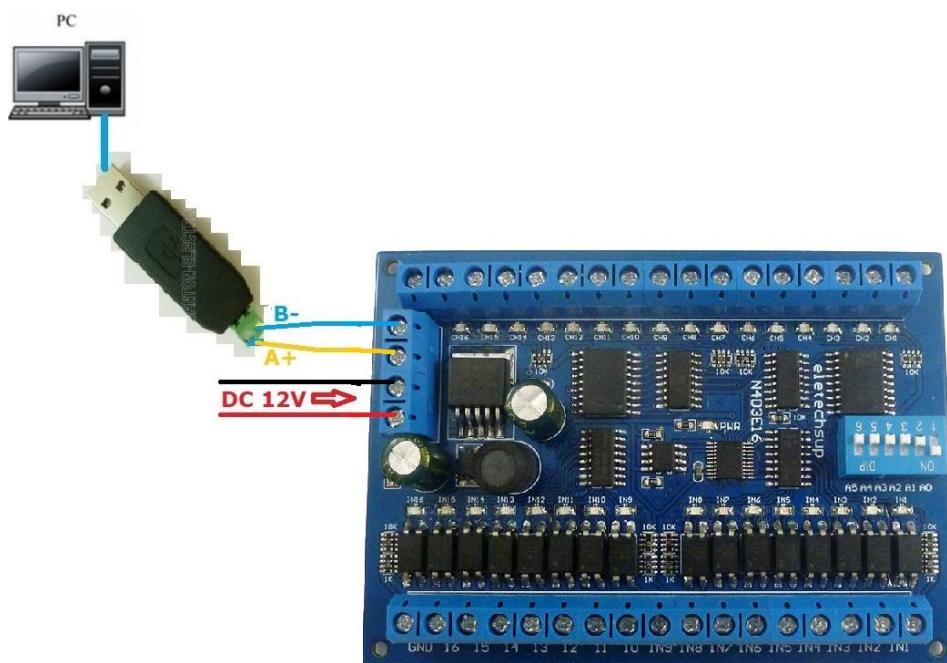
Application 2: Read 16-channel switch input via RS485 bus



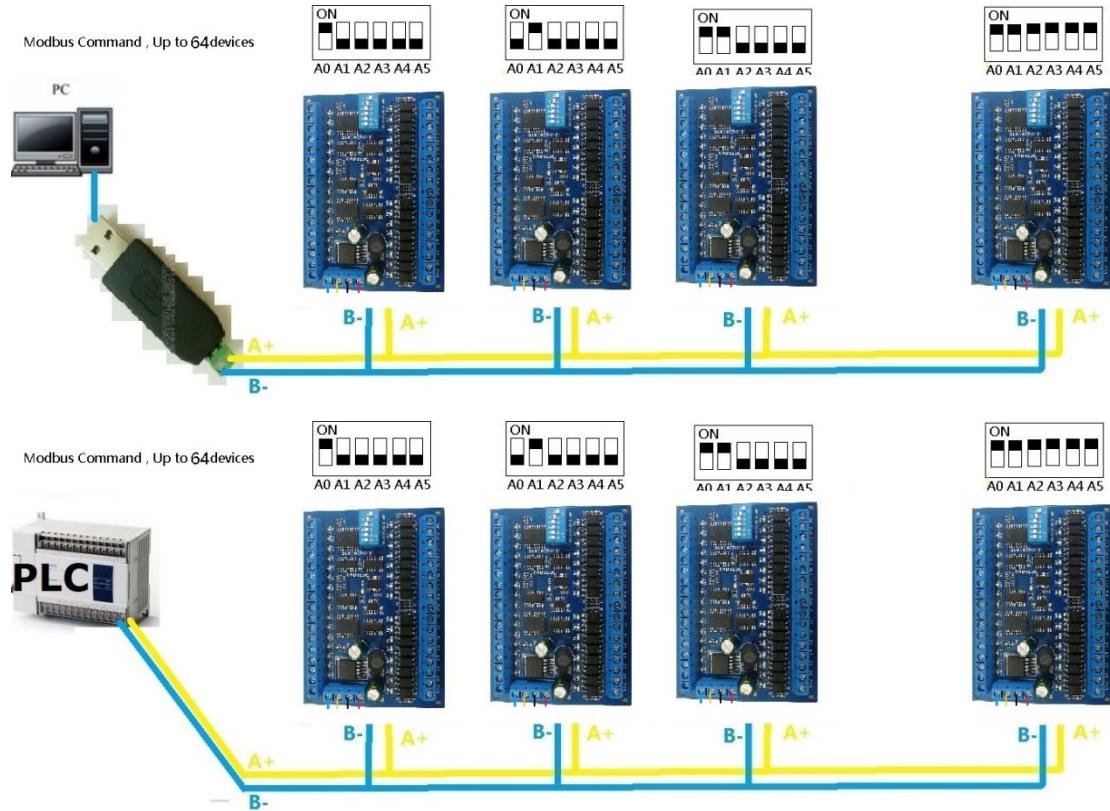
Application 3: 16-channel input remote control 16-channel output



5 Typical applications:



1 The dial switch (slave address) is invalid and can only control one module at a time.



MODBUS command mode (HEX), you can control a variety of ways: Serial Hyper Terminal Control (need to manually add the CRC), Modbus Poll software control (software automatically add the CRC), PLC or MCU process control



HMI SAMKOON



Model	Display Size	Outline dimension (mm)	Cut-out Size (mm)	Resolution (Px)	USB-BPC software
EA-035A-T	3.5"(4:3)	86*86*40.5	69*69	320*240	No
EA-043A	4.3"(16:9)	138*86*38	132*80	480*272	No
EA-070B	7"(16:9)	203*145*40	192*138	800*480	Yes

Hardware		Outline dimension		203 × 145 × 38
		Cut-out Size		192 × 138
		Net Weight		0.6Kg
Display		Model		EA-070B
		Display Size		7"(16:9)
		Resolution (Px)		800 × 480
		Touch Screen		Four-wire screen
		Color		262,114
		Backlight		LED
		Contrast Ratio		450:01:00
		Luminance		450cd/m ²
Properties/Certification		Memory		128M FLASH + 32M DDR2
		CPU		ARM9 200MHz
		Electric Strength Test		500V DC, 1min
		ESD		Level2 ± 4kV
		FCC		FCC , Class A
		CE		EN55022 & EN55024
		Protection Grade		IP65 (Front panel)
		Housing Material		ABS + PC
Power/Port		Power Supply		DC24V (+/-15%)
		Power Consumption		4.5W
		Series Port		COM : RS232/422/485
		USB-A		YES
		USB-B		YES
		Ethernet Port		NO
Environment		Operation Temperature		-20 ~ 65°C
		Operation Humidity		10 ~ 90%RH
		Shockproof		10 ~ 25Hz (XYZ 2G/30min)
Software		PC Software		SATOOL



General Purpose Relay

505 Series

Part Number Description

505	-	①	②
① Contact Arrangement	2PL : 2C (LED)	4PL : 4C (LED)	
② Coil Voltage	12VDC 12VAC 50/60 Hz 100/110VAC 50/60 Hz	24VDC 24VAC 50/60 Hz 110/120VAC 50/60 Hz	100/110VDC 200/220VAC 50/60 Hz 220/240VAC 50/60 Hz

General Specification

Contact Ratings	Contact Form	2C	4C	
	Contact Material	Ag alloy (24K gold plate)		
	Maximum Contact Resistance	50mΩ		
	Rated Current (Resistance Load)	2C 7A 30VDC 7A 250VAC	4C 5A 30VDC 5A 250VAC	
	Maximum Switching Current	7A	5A	
	Maximum Contact Capacity	DC 210W AC 1,750VA	150W 1,200VA	
	Maximum Rated Voltage	125VDC / 250VAC		
	Minimum Switching Current *	100mA 5VDC		
		12VDC	24VDC	110VDC
	Coil Voltage	12VAC 50/60 Hz 100/110VAC 50/60 Hz	24VAC 50/60 Hz 110/120VAC 50/60 Hz	200/220VAC 50/60 Hz 220/240VAC 50/60 Hz
Coil Ratings	Coil Consumption	DC Coil : 0.9W ~ 1.1W AC Coil : 0.9VA ~ 1.2VA (60Hz)		
	Minimum Pick Up Voltage	80% of Nominal Voltage		
	Maximum Drop-out Voltage	10% of Nominal Voltage DC 30% of Nominal Voltage AC		
	Operating Time	20ms		
	Drop-out Time	20ms		
General Ratings	Insulation Resistance	100MΩ min.(at 500VDC)		
	Dielectric Strength	Between Contact Points : 1,000Vrms 1 minute Between Contact Points and Coil : 1,500Vrms 1 minute		
	Life Cycle	Mechanical : Min. 1,000,000 Electronic : Min. 200,000		
	Vibration Resistant	10 ~ 55Hz (width of vibration 1.5mm)		
	Ambient Temperature	-35 ~ +55°C (with no icing)		
	Ambient Humidity	30% ~ 80% RH		
	Weight	Approx. 35g		

* Please refer to the attention section.

** Specifications and materials can be changed without prior notice for the enhancement of the quality.

* The minimum switching current is indicated as a standard value. The actual minimum Switching rate is variable factor according to the make and break frequency, environmental condition and anticipated credibility level. Therefore, it is recommended that tests be done to test actual load value before the production process.



CE cULus

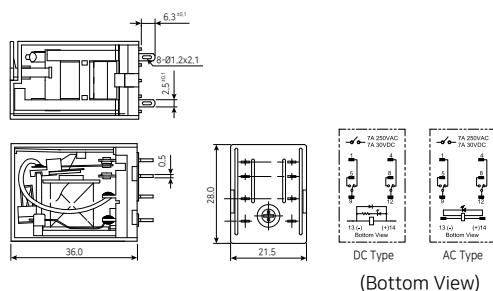
Product Selection

Contact Form	Socket	Rated Voltage	Part Number	Weight (g)
2Pole (2C)	KPY2	220VAC	505-2PL 220VAC	35g
	KPY22			
	KMY2	110VAC	505-2PL 110VAC	35g
	KMY2C			
	KMY2Q			
	KY08 (For soldering)	24VAC	505-2PL 24VAC	35g
	KY08-02 (For P.C Board)	110VDC	505-2PL 110VDC	35g
		24VDC	505-2PL 24VDC	35g
4Pole (4C)		12VDC	505-2PL 12VDC	35g
	KPY4	220VAC	505-4PL 220VAC	35g
	KPY41			
	KMY4	110VAC	505-4PL 110VAC	35g
	KMY4C			
	KMY4Q	24VAC	505-4PL 24VAC	35g
	KMY4S			
	KY14 (For soldering)	110VDC	505-4PL 110VDC	35g
	KY14-02 (For P.C Board)	24VDC	505-4PL 24VDC	35g
		12VDC	505-4PL 12VDC	35g

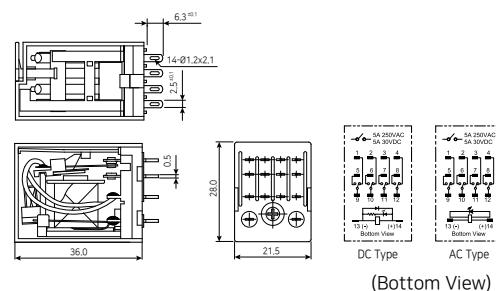
Dimension

unit : mm

505-2PL



505-4PL



☞ Refer to the socket drawings at page I -29

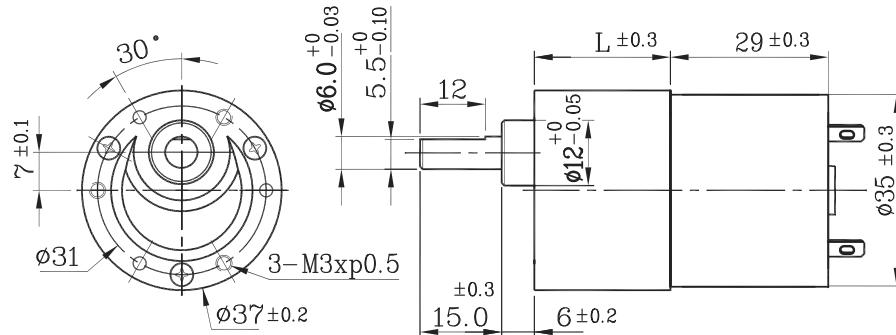
RB-35GM 01/02 TYPE

- 사용습도(Operating relative humidity) : 20% ~ 85%
- 사용온도(Operating temperature) : -10°C ~ +60°C



SPECIFICATION

Dimension



Geared Motor

	감속기 길이 Gear head L (mm)		19.5		22		24.5		27		29.5		32							
	중량(g)		189		196		203		209		215		223							
감속비 Reduction ratio	1/10	1/18	1/30	1/50	1/60	1/75	1/90	1/100	1/120	1/150	1/180	1/200	1/250	1/300	1/500	1/600	1/750	1/1000	1/1500	1/3000
01 TYPE 12V	Rated torque (kgf.cm)	0.28	0.46	0.77	1.2	1.4	1.7	2.1	2.3	2.5	3.1	3.7	4	4	4	4	4	4	4	4
	Rated speed (RPM)	465	258	155	93	78	62	52	47	39	31	26	23	19	16.8	10.7	9	7.4	5.7	3.9
	No load speed (RPM)	600	333	200	120	100	80	66	60	50	40	33	30	24	20	12	10	8	6	4
02 TYPE 24V	Rated torque (kgf.cm)	0.28	0.46	0.77	1.2	1.4	1.7	2.1	2.3	2.5	3.1	3.7	4	4	4	4	4	4	4	4
	Rated speed (RPM)	504	280	168	101	84	67	56	50	42	34	28	25	20	17.9	11	9.2	7.5	5.7	3.9
	No load speed (RPM)	600	333	200	120	100	80	66	60	50	40	33	30	24	20	12	10	8	6	4

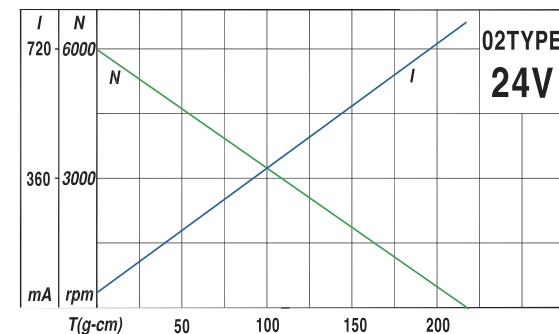
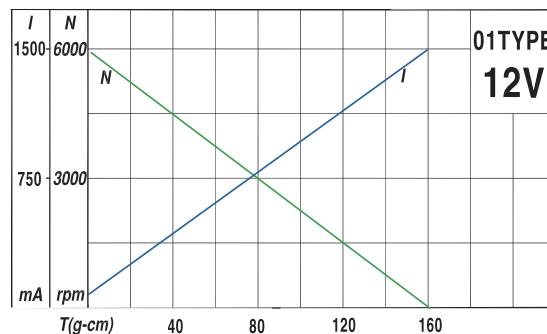
Motor

01Type Motor (DC 12v)

정격 토크 Rated torque	35	(gf·cm)
정격 회전수 Rated speed	4,650	(RPM)
정격 전류 Rated current	210	(mA)
무부하 회전수 No load speed	6,000	(RPM)
무부하 전류 No load current	80	(mA)
정격 출력 Rated output	2.2	(W)

02Type Motor (DC 24v)

정격 토크 Rated torque	35	(gf·cm)
정격 회전수 Rated speed	5,037	(RPM)
정격 전류 Rated current	154	(mA)
무부하 회전수 No load speed	6,000	(RPM)
무부하 전류 No load current	30	(mA)
정격 출력 Rated output	1.81	(W)



■ STA series (Ø25) Sign tower

Specification

Model	VOLTAGE	BULB	COLOR
	HY-STA-TB-012	12 V a.c. / d.c.	12 V, 2 W Red,Green
	HY-STA-TB-013	12 V a.c. / d.c.	12 V, 2 W Red,Yellow,Green
	HY-STA-TB-014	12 V a.c. / d.c.	12 V, 2 W Red,Yellow,Green,Blue
	HY-STA-TB-022	24 V a.c. / d.c.	24 V, 2 W Red,Green
	HY-STA-TB-023	24 V a.c. / d.c.	24 V, 2 W Red,Yellow,Green
	HY-STA-TB-024	24 V a.c. / d.c.	24 V, 2 W Red,Yellow,Green,Blue
	HY-STA-TB-102	110 V a.c.	110 V, 2 W Red,Green
	HY-STA-TB-103	110 V a.c.	110 V, 2 W Red,Yellow,Green
	HY-STA-TB-104	110 V a.c.	110 V, 2 W Red,Yellow,Green,Blue
	HY-STA-TB-202	220 V a.c.	220 V, 2 W Red,Green
	HY-STA-TB-203	220 V a.c.	220 V, 2 W Red,Yellow,Green
	HY-STA-TB-204	220 V a.c.	220 V, 2 W Red,Yellow,Green,Blue

Suffix code

Model	Code	Information
STA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sign tower (Ø25)
Power supply voltage	01	12 V d.c./a.c.
	02	24 V d.c./a.c.
	10	110 V a.c.
	20	220 V a.c.
Stacking modules	2	2 stack (Red, green)
	3	3 stack (Red, yellow, green)
	4	4 stack (Red, yellow, green, blue)

※ L type supporter sold separately

- Temperature Controller
- Recorder
- Digital Counter Timer
- Analog Timer
- Panel Meter
- Multi Pulse Meter
- Proximity Sensor
- Photo Sensor
- Rotary Encoder
- Thyristor Power Regulator
- Solid State Relay
- Power Supply
- Control Switch
- Push Button / Main Switch
- Cam Switch / Limit Switch
- Micro / Hoist Switch
- Foot / Mono Lever Switch
- Signal Light
- Terminal Block / Power Buzzer / Fuse Holder / Control Box



60W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

DR-60 series

**■ Features :**

- Universal AC input/Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- UL 508(industrial control equipment)approved
- Isolation class II
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty



CB CE

SPECIFICATION

MODEL	DR-60-5	DR-60-12	DR-60-15	DR-60-24
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	15V
	RATED CURRENT	6.5A	4.5A	4A
	CURRENT RANGE	0 ~ 6.5A	0 ~ 4.5A	0 ~ 4A
	RATED POWER	32.5W	54W	60W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 ~ 5.5V	11.1 ~ 13.2V	13.5 ~ 16.5V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME	100ms, 30ms/230VAC	200ms, 30ms/115VAC at full load	
INPUT	HOLD UP TIME (Typ.)	100ms/230VAC	23ms/115VAC at full load	
	VOLTAGE RANGE	88 ~ 264VAC	124 ~ 370VDC	
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz		
	EFFICIENCY (Typ.)	76%	82%	83%
	AC CURRENT (Typ.)	1.2A/115VAC	0.8A/230VAC	
PROTECTION	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 18A/115VAC	36A/230VAC	
	OVERLOAD	105 ~ 160% rated output power		
		Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed		
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.9V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V
ENVIRONMENT		Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover		
	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to "Derating Curve")		
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing		
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH		
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)		
SAFETY & EMC (Note 4)	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6		
	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved, Design refer to EN50178		
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC		
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH		
	EMC EMISSION	Compliance to EN55011, EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2,-3		
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, EN61000-6-2, EN61204-3, heavy industry level, criteria A		
	MTBF	216.2K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)		
	DIMENSION	78*93*56mm (W*H*D)		
NOTE	PACKING	0.3Kg; 48pcs/15.4Kg/1.02CUFT		
	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.			

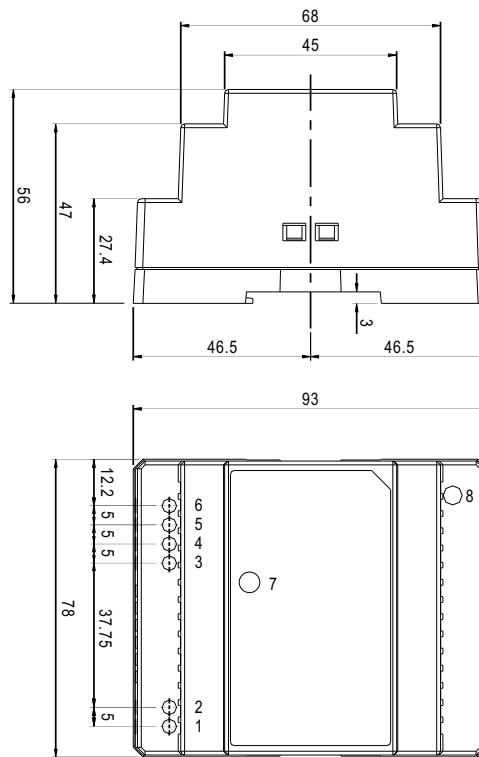
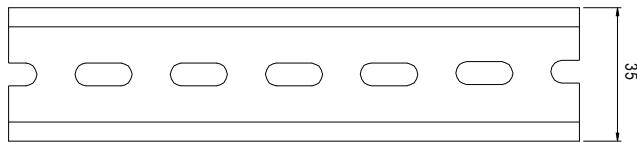
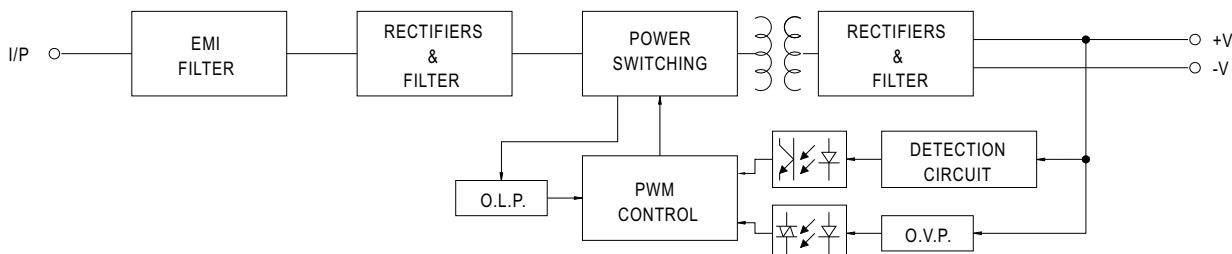
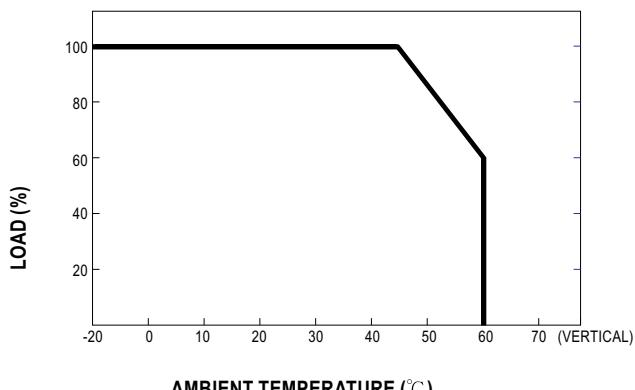
Mechanical Specification

Case No.918B Unit:mm

Terminal Pin No. Assignment

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/N	5,6	-V
2	AC/L	7	LED
3,4	+V	8	+V ADJ.

ADMISSIBLE DIN-RAIL:TS35/7.5 OR TS35/15


Block Diagram

Derating Curve


MINIATURE CYLINDER Z3 Series

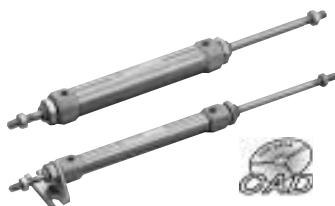
Non-lubricated air applicable.



Series	Acting	Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Pressure range (MPa)
Z3○1	Single acting (Retracted)	φ 2.5	5、0	0.35～0.7
		φ 4	5、10、15、20	0.3～0.7
		φ 6		0.3～0.7
		φ 10	15、30、45、60	0.15～0.7
		φ 16		
Z3○0	Single acting (Extended)	φ 6		0.35～0.7
		φ 10	15、30	0.15～0.7
		φ 16		
Z3○2	Double acting	φ 6		0.12～0.7
		φ 10	15、30、45、60	0.08～0.7
		φ 16		0.06～0.7

- Mounting/Bore φ 2.5～φ 4 : Nose mounting only
Bore φ 6, φ 10, φ 16 : Nose, Foot, Flange and Female clevis mounting
- Switch/Bore φ 6, φ 10, φ 16 : M type switch (reed type, proximity type) mountable.
- Cushion/Bore φ 2.5, φ 4 : Non-cushion Bore φ 6, φ 10, φ 16 : Rubber cushion

MINIATURE CYLINDER DOUBLE ROD TYPE Z3○7 Series



Series	Acting	Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Pressure range (MPa)
Z3○7	Double acting	φ 10	15、30、45、60	0.1～0.7
		φ 16		

- Mounting/Nose, Foot and Flange mounting
- Switch/M type switch (reed type, proximity type) mountable.
- Cushion/Rubber cushion

CUSTOM MADE CYLINDER

Non rotating piston rod cylinder/ Z3○U

Acting	Bore size (mm)	Pressure range (MPa)
Single acting (Retracted)	φ 10	0.15～0.7
	φ 16	
Single acting (Extended)	φ 10	0.2～0.7
	φ 16	
Double acting	φ 10	0.1～0.7
	φ 16	

Cylinder built-in speed controller/ Z3GP2

A miniature speed controller (Meter-out type) is built-in

Acting	Double acting
Bore size (mm)	φ 10、φ 16
Pressure range (MPa)	0.1～0.7

Cylinder with air cushion/Z3G2

Acting	Double acting
Bore size (mm)	φ 10、φ 16
Pressure range (MPa)	φ 10 : 0.2～0.7 φ 16 : 0.1～0.7

Cylinder built-in linear bearing/ Z3GB2

Acting	Double acting
Bore size (mm)	φ 10、φ 16
Pressure range (MPa)	φ 10 : 0.12～0.7 φ 16 : 0.1～0.7

COMPACT CUBIC MOUNT CYLINDER Q1 Series

Rigidly designed cubical body improves design flexibility and accuracy.



Series	Acting	Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Pressure range (MPa)
Q1○1	Single acting (Retracted)	φ 6	5、10、15	0.3～0.7
		φ 10		
		φ 16		0.2～0.7
		φ 20		
		φ 25		0.15～0.7
		φ 32		
Q1○0	Single acting (Extended)	φ 6	5、10、15	0.35～0.7
		φ 10		
		φ 16		0.2～0.7
		φ 20		
		φ 25		0.15～0.7
		φ 32		
Q1○2	Double acting	φ 6	5、10、15、20、25、30	0.15～0.7
		φ 10		
		φ 16		
		φ 20		
		φ 25	5、10、15、20、25、30、40、50	0.1～0.7
		φ 32		

- Supporting type/Rod side mount type, Head side mount type and Solid mount type
- Switch/K type switch(reed type, proximity type)mountable.
- Cushion/Rubber cushion

NON-ROTATING PISTON ROD TYPE COMPACT CUBIC MOUNT CYLINDER Q1○U Series



Series	Acting	Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Pressure range (MPa)
Q1○U2	Double acting	φ 6	5、10、15、20、25、30	0.15～0.7
		φ 10		
		φ 16		
		φ 20		
		φ 25	5、10、15、20、25、30、40、50	0.1～0.7
		φ 32		

- Supporting type/Head side mount type
- Switch/K type switch(reed type, proximity type)mountable.
- Cushion/Rubber cushion

FLAT CYLINDER X1 Series

Slim and space-saving design suitable for clamping work.

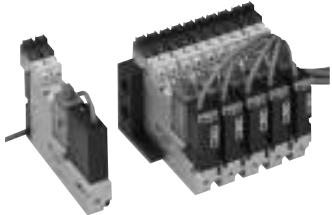


Series	Acting	Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Pressure range (MPa)
X1○1	Single acting (Retracted)	φ 12	5、10、15、20	0.2～1
		φ 16		
		φ 20	5、10、15、20、25、30	0.18～1
		φ 25		
		φ 32		
		φ 40	5、10、15、20、25、30、35、40、45、50	0.12～1
		φ 50		
X1○0	Single acting (Extended)	φ 12	5、10	0.2～1
		φ 16		
		φ 20		0.18～1
		φ 25		
		φ 32		
		φ 40		
		φ 50	10、20	0.12～1
X1○2	Double acting	φ 12	5、10、15、20、25、30	0.1～1
		φ 16		
		φ 20		
		φ 25	5、10、15、20、25、30、35	
		φ 32	40、45、50、55、60、65、70	
		φ 40	5、10、15、20、25、30、35、40、45	0.1～1
		φ 50	50、55、60、65、70、75、80、90、100	
		φ 63		
		φ 80		
		φ 100		
		φ 125	10、20、30、40、50、75、100、125	0.05～1
		φ 140	150、175、200、250、300	
		φ 160		

- Rod end screw/Female screw(Standard), Male screw
- Mounting/Nose, Both sides tap, Foot, Flange, Female clevis and Male clevis mounting
- Switch/ZE, AX, AZ type switch(reed type, proximity type)mountable.
- Cushion/Rubber cushion

MULTI-FUNCTION VACUUM UNIT KPV Series

Most suitable for conveyor systems using vacuum pumps.



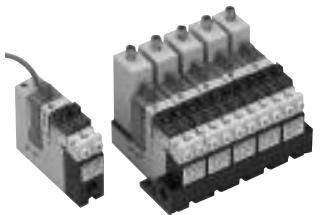
Model No.	Port size	Degree of attainable vacuum (kPa)	Operating pressure range (MPa)
KPV	Port V : M5、Rc $\frac{1}{8}$	-93.3	0.3~0.5
	Port P、VP : Rc $\frac{1}{8}$		

- Voltage/DC12, 24V AC100, 200V (50/60Hz)
- Wiring/Plug-in connector



VACUUM UNIT WITH BUILT-IN EJECTOR KEV Series

Ejector, evacuator control valve, vacuum release valve, vacuum filter, vacuum sensor and silencer are united into one body.



Model No.	Port size	Degree of attainable vacuum (kPa)	Operating pressure range (MPa)	
KEV-□05H	Port P : Rc $\frac{1}{8}$ Port V : M5	-86.6	0.15~0.6	
KEV-□07H				
KEV-□10H		-53.3		
KEV-□05L				
KEV-□07L		-53.3		

- Voltage/DC12, 24V AC100, 200V (50/60Hz)
- Wiring/Plug-in connector



VACUUM SENSOR

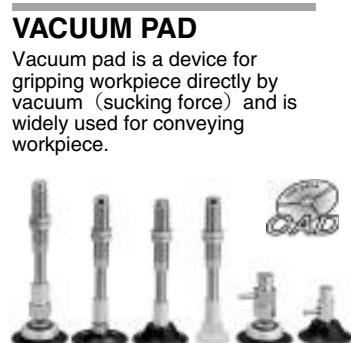
Choose optional type from among wide variations to meet your application.



Model No.	Pressure setting range (kPa)	Power supply voltage (V)	Output
MVS-030AB	-10.1~-101.2	DC12~24	NPN open collector output : 1 point
MVS-035G	-2.7~-101.2		
MVS-070P	0~-999hPa		
MVS-SGN	-4 or less~-18±2	DC10.8~30	NPN open collector output : 2 points
MVS-SCN	(Differential pressure)		
MPS-V2C	-101~0	DC10.8~30	NPN open collector output : 2 points
MPS-R2C	-101~500		

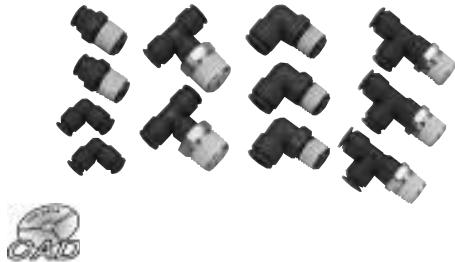
Model No.	Buffer function	Pad type	Pad diameter (mm)
NAPF	Spring type	Standard pad	φ 2~φ 200
NAPU		Gooseneck pad	φ 10~φ 200
NAPJ		Bellows pad	φ 6~φ 80
NAPA		Thin pad	φ 10~φ 50
PF	Fixed type	Standard pad	φ 2~φ 200
PU		Gooseneck pad	φ 10~φ 200

- Pad material/Nitril rubber, silicon rubber, Urethane rubber and Fluoric rubber



PUSH-IN FITTING

For nylon and polyurethane tubes.
Sealant is coated on threaded portion, eliminating need for sealing tape.



OD

Type	Model	Connection	Applicable tube O.D.				
			φ 4	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
Male connector	M	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Female connector	F	R $\frac{1}{8}$	○	○			
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Male elbow	ML	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Long male elbow	M2L	R $\frac{1}{8}$	○	○	○		
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	
		R $\frac{1}{2}$			○	○	
Male branch tee	MT	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Male run tee	RT	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Union	U	—	○	○	○	○	○
Union elbow	UL	—	○	○	○	○	○
Union tee	UT	—	○	○	○	○	○
Bulk head union	BU	—	○	○	○	○	○

Type	Model	Connection	Applicable tube O.D.				
			φ 4	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
Female bulk	FB	M5	○				
		R $\frac{1}{8}$		○			
		R $\frac{1}{4}$		○	○		
		R $\frac{3}{8}$			○	○	
		R $\frac{1}{2}$					○
Branch Y	BY	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Union Y	UY	—	○	○	○	○	○
		φ 4		○			
		φ 6			○		
		φ 8				○	
		φ 10					○
Union Y of different dia.	UY	φ 4	○				
		φ 6		○			
		φ 8			○		
		φ 10				○	
		φ 12					○
Y connector	Y	φ 4	○				
		φ 6		○			
		φ 8			○		
		φ 10				○	
		φ 12					○
Reducer	RC	φ 6	○				
		φ 8	○	○			
		φ 10	○	○	○		
		φ 12	○	○	○	○	
		φ 4	○				
L connector	LC	φ 6		○			
		φ 8			○		
		φ 10				○	
		φ 12					○
		φ 4	○				
Tee connector	TC	φ 6		○			
		φ 8			○		
		φ 10				○	
		φ 12					○

Type	Model	Connection	Applicable tube O.D.				
			φ 4	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
Single banjo	S1	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Single banjo	D1	M5	○	○			
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Double banjo	S2	M5	○				
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Double banjo	S1D1	M5	○				
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Double banjo	D2	M5	○				
		R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
Triple banjo	S3	R $\frac{1}{8}$	○	○	○	○	
		R $\frac{1}{4}$	○	○	○	○	○
		R $\frac{3}{8}$		○	○	○	○
		R $\frac{1}{2}$			○	○	○
		φ 6	○				
Triple banjo	S2D1	φ 6	○				
		φ 8		○			
		φ 10			○		
		φ 12				○	
		φ 4	○				
Triple banjo	S1D2	φ 4	○				
		φ 6		○			
		φ 8			○		
		φ 10				○	
		φ 12					○
Triple banjo	D3	φ 4	○				
		φ 6		○			
		φ 8			○		
		φ 10				○	
		φ 12					○

TUBE



Nylon tube

Model	O. D. (mm)	I. D. (mm)	Applicable fitting			Length	
			Barb fitting	Miniature fitting	Instant fitting	20m	100m
TN	3.2	2.2	○			○	
	4	2.5		○	○	○	○
		3	○		○	○	○
	6	4		○	○	○	○
		4.5			○	○	○
	8	6			○	○	○
	10	7.5			○	○	○
	12	9			○	○	○

● Color/Black, White, Yellow, Red, Green

Polyurethane tube

Model	O. D. (mm)	I. D. (mm)	Applicable fitting			Length		
			Barb fitting	Miniature fitting	Instant fitting	20m	25m	100m
TP	3	1.8			○		○	
	3.5	2	△			○		
	4	2			○	○		○
		2.5		○	○	○		○
	6	4		○	○	○		○
	8	5			○	○		○
	10	6.5			○	○		○
	12	8			○	○		○

● Color/Black, White, Yellow, Red, Green, Blue, Clear, Light green

SPIRAL TUBE



Model	O. D. (mm)	I. D. (mm)	Number of turns		
			15	30	45
TPS	4	2	○	○	○
	6	4	○	○	○
	8	5	○	○	○
	10	6.5	○	○	○
	12	8	○	○	○

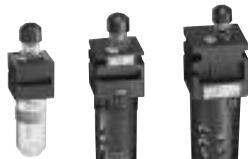
MULTI STRAIGHT TUBE



Model	O. D. (mm)	I. D. (mm)	Cores			
			2	4	6	8
MP	4	2	○	○	○	○
	6	4	○	○	○	○
	8	5	○	○	○	○
	10	6.5	○	○	○	○
	12	8	○	○	○	○

QUBE Series AIR LUBRICATOR

Sprays lubricating oil into compressed air.



QUBE Series INTEGRAL FILTER-REGULATOR

Compact design with united air filter and air regulator.



Model No.	Port size	Bowl capacity (cm³)	Min air flow for oil dropping (ℓ/min (ANR))	Option	
L45-01, 02, 03	Rc $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$	43	50	Bracket	
L45D-01, 02, 03					
L45W-01, 02, 03		75	80		
L65-02, 03, 04					
L105-04, 06		240	80		
L105D-04, 06					
L105W-04, 06		78	50		
L55-2, 3, 4	Rc $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$				
L55-2, 3, 4D					
L55-2, 3, 4W					

(Note) W: Metal bowl encircled with sight glass

D: Metal bowl without sight glass

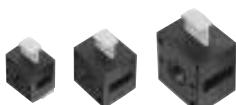
Model No.	Port size	Bowl capacity (cm³)	Filter element (μm)	Reduced pressure range (MPa)	Option	
B45-01, 02, 03	Rc $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$	22	5 (Standard) 20	0.03~0.8	Bracket Manual drain Spring drain Onepush drain Combination drain Drainmaster (45) Automatic drain (65,105)	
B45D-01, 02, 03						
B45W-01, 02, 03		47	5 (Standard) 40	0.02~0.42		
B45L-01, 02, 03						
B45LD-01, 02, 03		140	0.03~0.8	0.02~0.42		
B45LW-01, 02, 03						
B65-02, 03, 04	Rc $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$	47	5 (Standard) 20	0.03~0.8	Bracket Pressure gauge Automatic drain Spring drain Ring for panel-monuting	
B65L-02, 03, 04						
B105-04, 06		140	0.03~0.8	0.02~0.42		
B105D-04, 06						
B105W-04, 06		47	5 (Standard) 20	0.03~0.8		
B105L-04, 06						
B105LD-04, 06						
B105LW-04, 06						
B55-2, 3, 4	Rc $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$	47	5 (Standard) 20	0.03~0.8	Bracket Pressure gauge Automatic drain Spring drain Ring for panel-monuting	
B55-2, 3, 4D						
B55-2, 3, 4W		47	5 (Standard) 20	0.02~0.42		
B55-2, 3, 4L						
B55-2, 3, 4DL						
B55-2, 3, 4WL						

(Note) W: Metal bowl encircled with sight glass

D: Metal bowl without sight glass

QUBE Series SHUT-OFF VALVE

3-way valve provided to stop main pressure and exhaust remaining pressure in pipes connecting to shut-off valve.

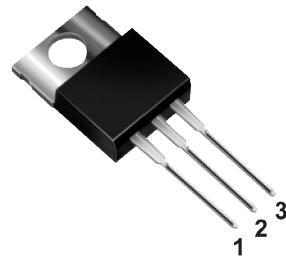


Model No.	Port size	Applicable unit
SV35-01	Rc $\frac{1}{8}$	QUBE45 series
SV35-02	Rc $\frac{1}{4}$	
SV35-03	Rc $\frac{3}{8}$	
SV75-02	Rc $\frac{1}{4}$	QUBE65 series
SV75-03	Rc $\frac{3}{8}$	
SV75-04	Rc $\frac{1}{2}$	
SV105-04	Rc $\frac{1}{2}$	QUBE105 series
SV105-06	Rc $\frac{3}{4}$	

3-Terminal Adjustable Output Positive Voltage Regulators

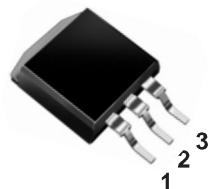
■ DESCRIPTION

The LM317 is an adjustable 3-terminal positive voltage regulator capable of supplying in excess of 1.5A over an output voltage range of 1.2V to 37V. This voltage regulator is exceptionally easy to use and requires only two external resistors to set the output voltage. Further, it employs internal current limiting, thermal shutdown and safe area compensation, making it essentially blow-out proof.


TO-220

■ FEATURES

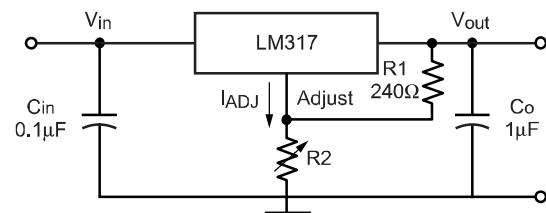
- Output current in excess of 1.5 ampere
- Output adjustable between 1.2V and 37V
- Internal thermal overload protection
- Internal short-circuit current limiting constant with temperature
- Output transistor safe-area compensation
- Floating operation for high voltage applications
- Eliminates stocking many fixed voltages
- TO-220 and TO-263 packages


TO-263

1. Adjust
2. V_{out}
3. V_{in}

Heatsink is connected to pin 2

Standard Application



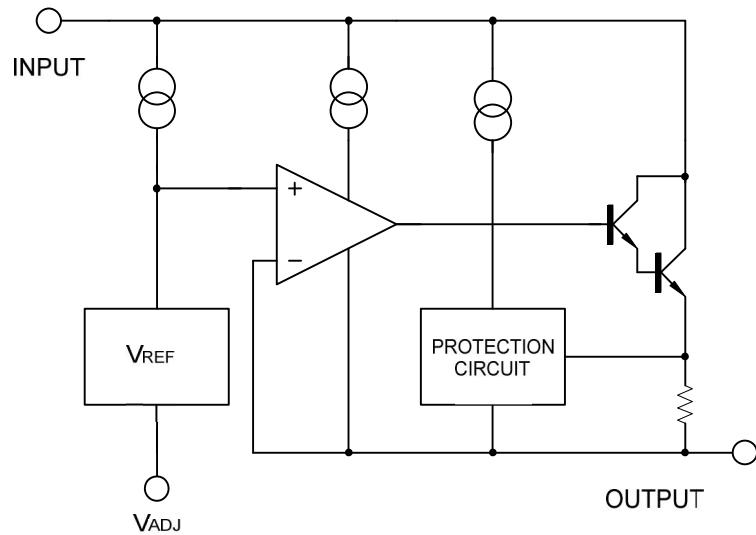
Notes:

C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

C_o is not needed for stability, however, it does improve transient response.

$$V_{out} = 1.25V (1 + R_2/R_1) + I_{Adj} R_2$$

Since I_{Adj} is controlled to less than 100µA, the error associated with this term is negligible in most applications

■ BLOCK DIAGRAM

Maximum Ratings Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Parameter		Symbol	Value	Unit
Input-Output Voltage Differential		$V_i - V_o$	40	Vdc
Junction-to-Case Thermal Resistance TO-220 TO-263		$R_{\theta JC}$	3.0 3.0	°C
Power Dissipation, 25°C Case Temperature		P_D	15	W
Operating Junction Temperature Range		T_J	0 to +125	°C
Storage Junction Temperature Range		T_{stg}	-65 to +150	°C

■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V_i - V_o = 5V$, $I_o = 0.5A$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (see Note 1), I_{max} and P_{max} per Note 2, unless otherwise noted.

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Line Regulation (Fig. 1) ⁽³⁾ $3.0V \leq V_I - V_o \leq 40V$	REG _{line}	$T_A = 25^\circ C$	—	0.01	0.04	% V_o/V
		$T_J = 0^\circ C$ thru $125^\circ C$	—	0.02	0.07	
Load Regulation (Fig. 2) ⁽³⁾ $T_J = 25^\circ C$, $10mA \leq I_o \leq 1.5A$	REG _{load}	$V_o \leq 5.0$	—	5	25	mV
		$V_o \geq 5.0$	—	0.1	0.5	% V_o
Load Regulation (Fig. 2) ⁽³⁾ $10mA \leq I_o \leq 1.5A$	REG _{load}	$V_o \leq 5.0$	—	20	70	mV
		$V_o \geq 5.0$	—	0.3	1.5	% V_o
Thermal Regulation	REG _{therm}	$T_J = 25^\circ C$, 20ms Pulse	—	0.03	0.07	% V_o/W
Adjustment Pin Current (Fig. 3)	I_{Adj}		—	50	100	μA
Adjustment Pin Current Change	ΔI_{Adj}	$10mA \leq I_L \leq 1.5A$ $2.5V \leq V_I - V_o \leq 40V$	—	0.2	5	μA
Reference Voltage (Fig. 3) ⁽⁴⁾	V_{ref}	$10mA \leq I_o \leq 1.5A$ $3V \leq V_I - V_o \leq 40V$	1.225	1.25	1.275	V
Temperature Stability (Fig. 3)	T_S	$T_{low} \leq T_J \leq T_{high}$	—	1	—	% V_o
Min. Load Current to Maintain Regulation (Fig. 3)	I_{Lmin}	$V_I - V_o = 40V$	—	3.5	10	mA
Maximum Output Current (Fig. 3)	I_{max}	$V_I - V_o \leq 15V$	1.5	2.2	—	A
		$V_I - V_o = 40V$, $T_J = 25^\circ C$	0.15	0.4	—	
RMS Noise, % of V_o	N	$T_J = 25^\circ C$, $10Hz \leq f \leq 10KHz$	—	0.003	—	% V_o
Ripple Rejection (Fig. 4)	RR	$V_o = 10V$, $f = 120Hz^{(5)}$ $C_{Adj} = 10\mu F$	— 66	65 80	—	dB
Long-Term Stability (after 1000 hr) Fig. 3	S	$T_J = 125^\circ C^{(6)}$, $T_J = 25^\circ C$ for Endpoint Measurements	—	0.3	1.0	%
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta JC}$	$T_{low} \leq T_J \leq T_{high}$	—	5.0	—	°C/W

Notes:

(1) $T_{low} = 0^\circ C$ $T_{high} = 125^\circ C$

(2) $I_{max} = 1.5A$ P_{max} is internally limited

(3) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately.
Pulse testing with low duty cycle is used.

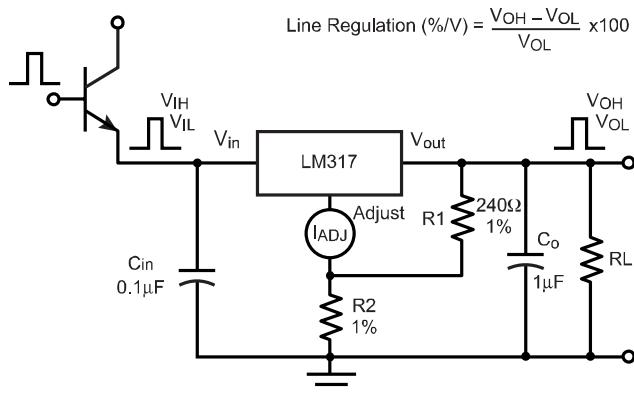
(4) Selected devices with tightened tolerance reference voltage available.

(5) C_{Adj} , when used, is connected between the adjustment pin and ground.

(6) Since Long-Term Stability cannot be measured on each device before shipment, this specification is an engineering estimate of average stability from lot to lot.

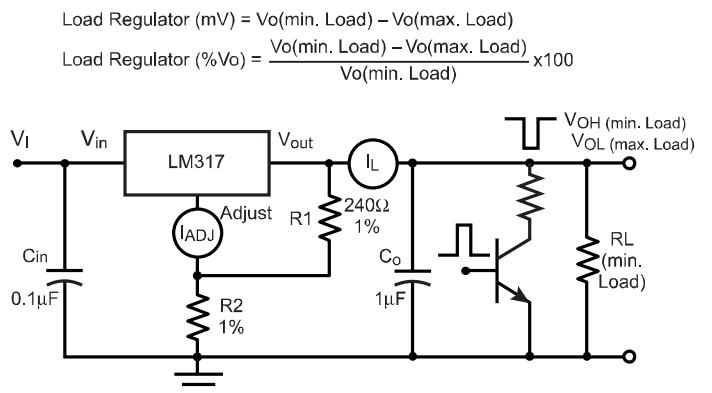
■ APPLICATION CIRCUITS

Fig. 1 – Line Regulation Test Circuit



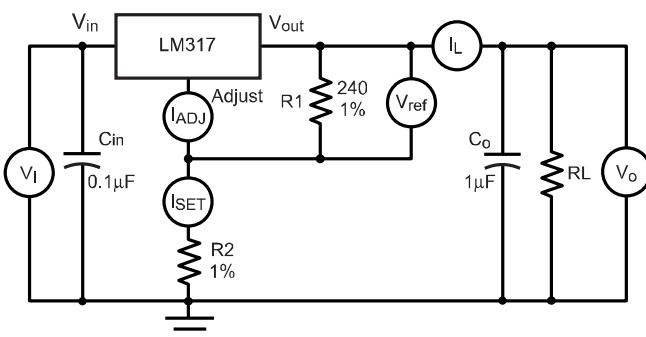
Pulse Testing Required:
1% Duty Cycle is Suggested

Fig. 2 – Load Regulation and ΔIadj/Load Test Circuit



Pulse Testing Required:
1% Duty Cycle is Suggested

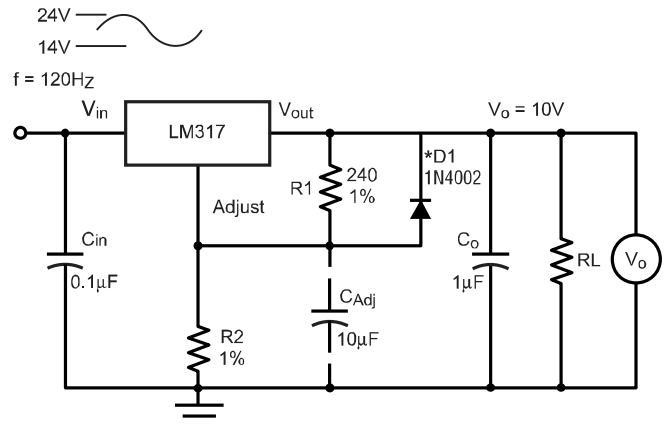
Fig. 3 – Standard Test Circuit



Pulse Testing Required:
1% Duty Cycle is Suggested

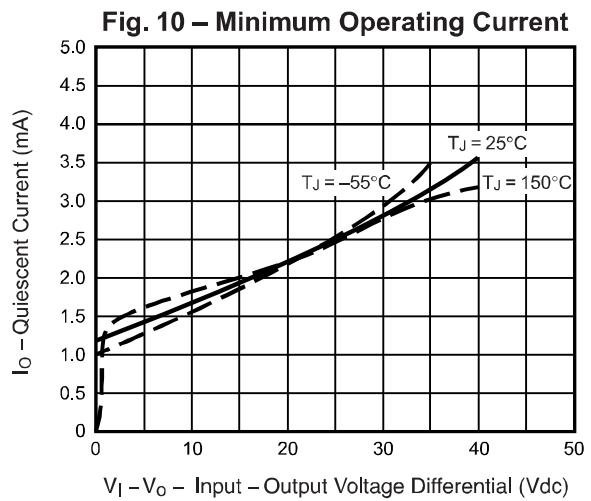
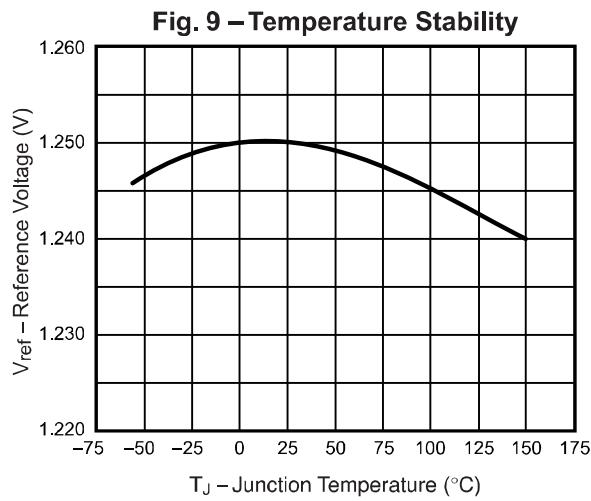
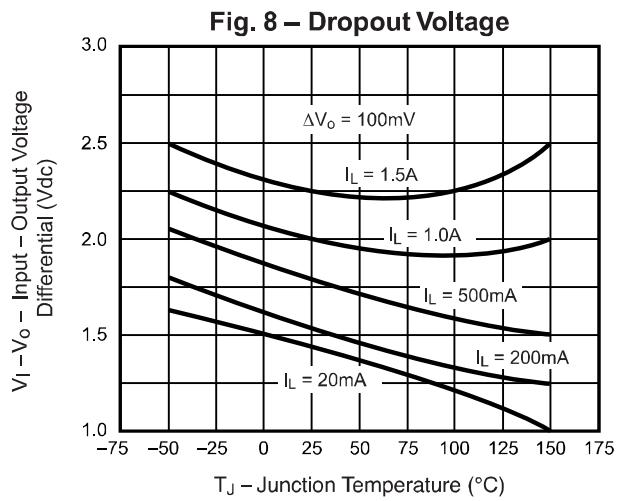
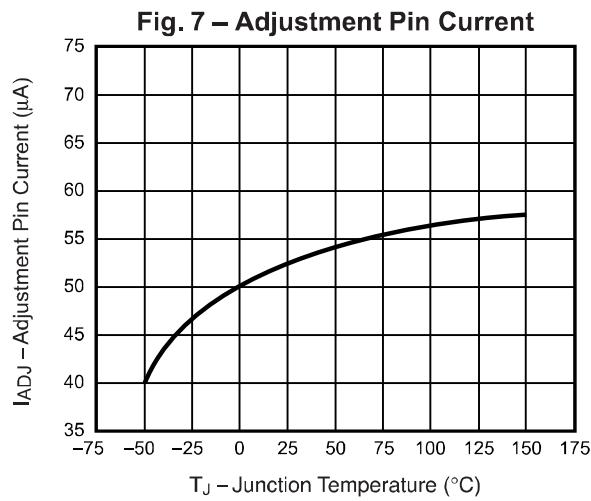
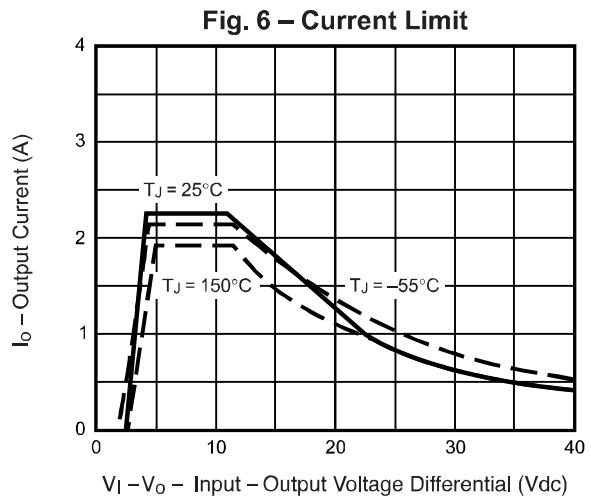
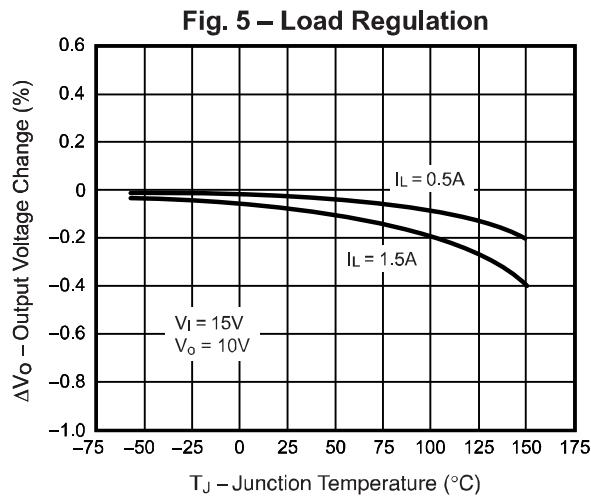
To Calculate R2:
 $V_o = I_{SET} R_2 + 1.250V$
 Assume $I_{SET} = 5.25mA$

Fig. 4 – Ripple Rejection Test Circuit



*D1 Discharges C_{ADJ} if
Output is Shorted to Ground

■ TYPICAL CHARACTERISTICS



■ TYPICAL CHARACTERISTICS

Fig. 11 – Ripple Rejection vs. Output Voltage

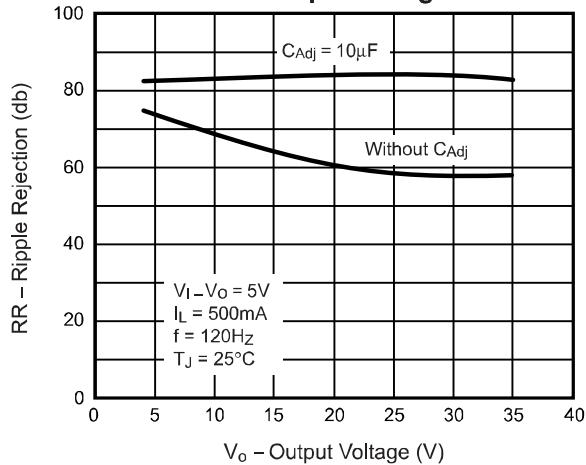


Fig. 13 – Ripple Rejection vs. Frequency

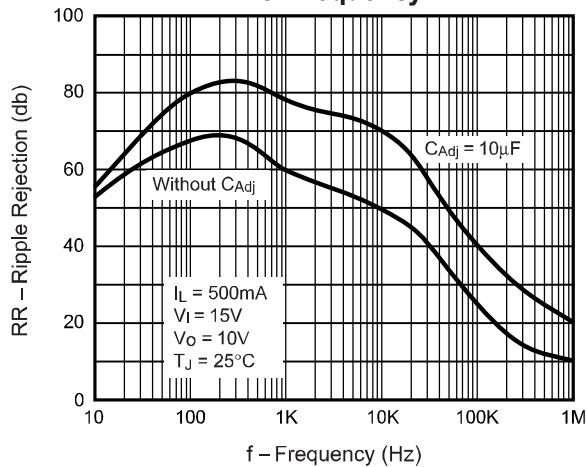


Fig. 12 – Ripple Rejection vs. Output Current

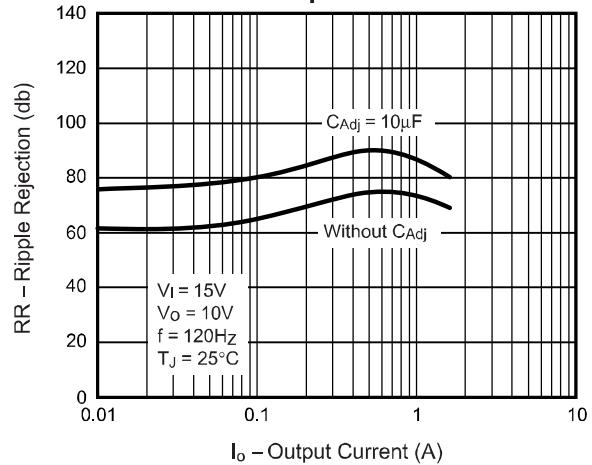


Fig. 14 – Output Impedance

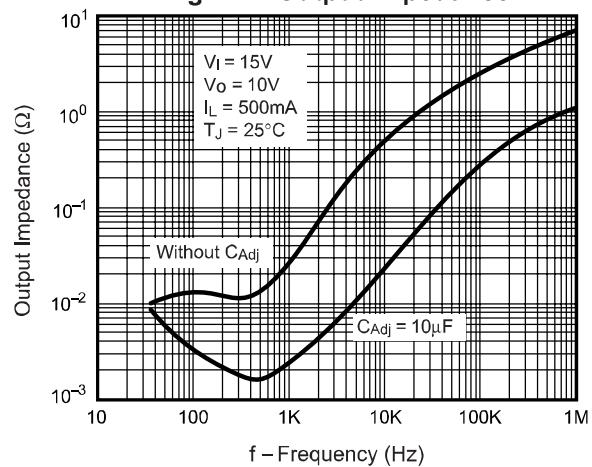


Fig. 15 – Line Transient Response

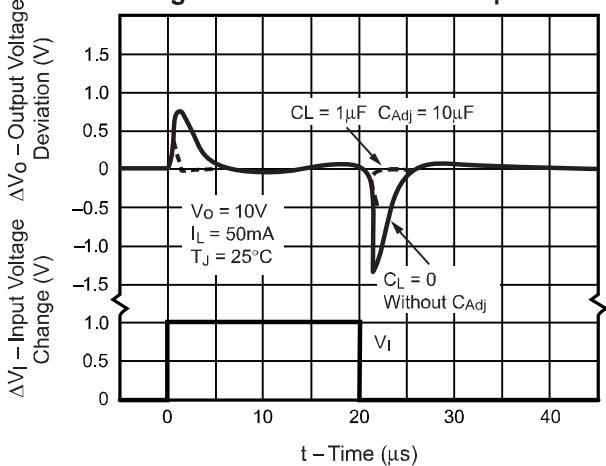
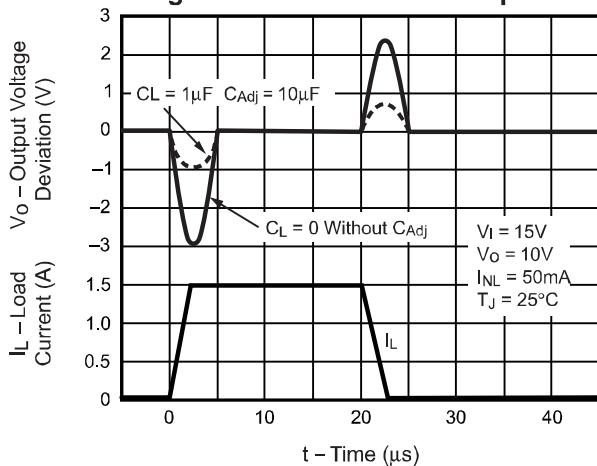
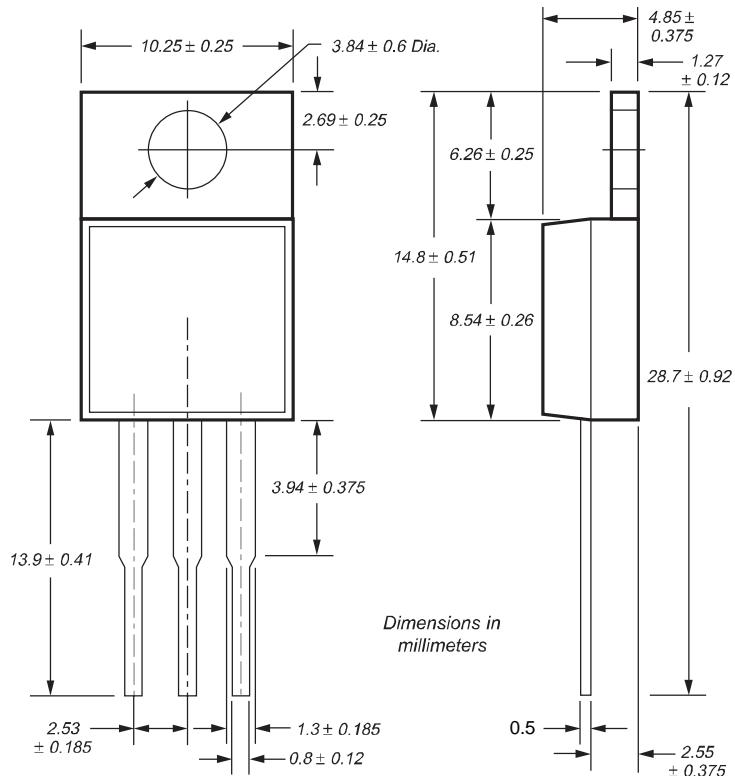


Fig. 16 – Load Transient Response



TO-220 Case Outline



TO-263 Case Outline

