© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

TRAINER KIT SISTEM KONTROL DISTRIBUSI DAN PENYORTIRAN BENDA KERJA LOGAM – NONLOGAM BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221CE16R

TUGAS AKHIR

TEGAS MAULANA TRIWIYANTO

2303321061

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Perancangan Program Ladder dan Pengujian Fungsi pada Sistem *Material Handling*

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga

TEGAS MAULANA TRIWIYANTO

2303321061

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Tegas Maulana Triwiyanto

NIM : 2303321061

Program Studi : Elektronika Industri

Tanda Tangan :

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama	:	Tegas Maulana Triwiyanto
NIM	:	2303321061
Program Studi	:	D3-Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir	:	Trainer Kit Sistem Kontrol Distribusi dan Penyortiran Benda Kerja Logam Non-Logam Berbasis PLC Seneider TM221CE16R
Sub Judul	:	Perancangan Program Ladder dan Pengujian Fungsi pada Sistem *Material Handling*.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 26 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Dosen Pembimbing 1	:	**Sri Lestari Kusumastuti S.T.,M.T.** (NIP. 197002052000032001)
Pembimbing SMKN 4	:	**Mochammad Aldi M, S.pd** (NIP.199409032019031008)

Depok, 09 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyaniti, S.T.,M.T.

NIP. 197803312003122002

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir dengan judul "Trainer Kit Kontrol Sistem Distribusi dan Sorting Benda Kerja Logam dan Non-Logam Berbasis PLC Schneider TM221CE16R" dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Diploma Tiga di Politeknik. Penulis menyadari bahwa penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyaniti , S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Elektro;
2. Ibu Sri Lestari Kusumastuti S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini;
3. Bapak Mochammad Aldi M, S.pd selaku pembimbing SMKN 4 Jakarta yang telah membantu serta mengarahkan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini;
4. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan berupa material maupun moral serta doa yang menyertai;
5. Muhammad Abu Gilbran Yusuf dan Hanif Fitranto selaku rekan tugas akhir dan teman-teman yang telah memberi dukungan dan banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir;

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

Depok, 26 Juni 2026

Penulis

Tegas Maulana Triwiyanto

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Perancangan Program Ladder dan Pengujian Fungsi pada Sistem Material Handling

ABSTRAK

Perkembangan teknologi otomasi industri mendorong penerapan sistem kendali otomatis pada berbagai proses kerja, salah satunya sistem material handling untuk memindahkan benda kerja secara terstruktur. Namun, SMKN 4 Jakarta belum memiliki trainer kit sistem material handling berbasis Programmable Logic Controller (PLC) sebagai media pembelajaran praktikum, sehingga peserta didik belum memperoleh pengalaman dalam mempelajari sistem otomasi secara langsung. Penelitian ini bertujuan merancang program ladder diagram dan merealisasikan sistem material handling berbasis PLC Schneider TM221CE16R sebagai media pembelajaran. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pembuatan program ladder diagram, serta pengujian fungsi terhadap komponen input dan output sistem. Parameter keberhasilan ditentukan berdasarkan kesesuaian respons reed switch dan valve terhadap logika kontrol PLC, kesesuaian urutan kerja aktuator, kesesuaian hasil counting PLC dengan jumlah siklus aktual, serta kesesuaian cycle time hasil program dengan cycle time aktual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa reed switch menghasilkan sinyal high sebesar 20,12–20,14 V dan sinyal low sebesar 0 V, sedangkan valve menghasilkan tegangan aktif sebesar 22,01–22,02 V dan tegangan tidak aktif sebesar 0 V. Pengujian counting menunjukkan jumlah siklus PLC sesuai dengan jumlah siklus aktual dengan selisih 0, urutan kerja aktuator berjalan sesuai program ladder diagram, serta cycle time aktual sesuai dengan hasil perancangan. Berdasarkan hasil tersebut, sistem material handling berhasil direalisasikan dan memenuhi parameter pengujian sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran otomasi industri berbasis PLC.

Kata kunci: ladder diagram, material handling, PLC, reed switch, valve

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Ladder Program Design and Functional Testing on a Material handling System

ABSTRACT

The advancement of industrial automation technology has encouraged the implementation of automatic control systems in various industrial processes, including material handling systems used to transfer workpieces in a structured manner. However, SMKN 4 Jakarta does not yet have a Programmable Logic Controller (PLC)-based material handling trainer kit as a practical learning medium, limiting students' opportunities to gain hands-on experience in industrial automation systems. This study aims to design a ladder diagram program and develop a material handling system based on the Schneider TM221CE16R PLC as a learning media. The research method consisted of hardware and software design, ladder diagram programming, and functional testing of the system's input and output components. The system performance was evaluated based on the response of the reed switches and solenoid valves to the PLC control logic, the accuracy of the actuator operating sequence, the conformity between the PLC counting function and the actual operating cycles, and the agreement between the calculated and measured cycle times. The test results showed that the reed switches produced a high signal of 20.12–20.14 V and a low signal of 0 V, while the solenoid valves generated an active voltage of 22.01–22.02 V and an inactive voltage of 0 V. Furthermore, the PLC counting function accurately matched the actual number of operating cycles with zero counting error, the actuator sequence operated according to the designed ladder diagram, and the measured cycle time corresponded to the calculated cycle time. These results indicate that the proposed material handling system was successfully implemented and satisfied all performance parameters, making it suitable as a PLC-based industrial automation learning medium.

Keywords: *ladder diagram, material handling, PLC, reed switch, valve*

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN SUBJUDUL ..... **ii**
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR ..... **ii**
KATA PENGANTAR ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 3
1.5 Luaran 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Trainer Kit 5
2.2 PLC Schneider TM221CE16R 5
2.3 REED SWITCH 6
2.4 VALVE 7
2.5 Rodless Cylinder KOGANEI ORV20X400 8
2.6 SMC MGPM12 9
2.7 *Gripper* 9
2.8 Miniature Circuit Braker 10
2.9 EcoStruxture Machine Expert Basic 11
2.10 Air Compressor 12
2.11 *Pilot lamp* 13
2.12 *Emergency button* 14
2.13 BOX PANEL 15
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI **16**
3.1 Perancangan Alat 16
3.1.1 Deskripsi Alat 18
3.1.2 Cara Kerja Alat 21
3.1.3 Spesifikasi Alat 22

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

3.1.3.1 Spesifikasi Hardware 23
3.1.3.2 Spesifikasi *Software* 25
3.1.4 Diagram Blok Alat 26
3.1.5 *Wiring* Diagram 28
3.2 Realisasi Alat 29
3.2.1 Rancangan Desain Visual Trainer Kit 29
3.2.2 Instalasi Perangkat Keras 30
3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak 32
3.2.3.1 Pemrograman Ladder Diagram Sistem Otomatis 33
3.2.3.2 Pemrograman Ladder Diagram Sistem Manual 37
3.2.3.3 Pemrograman Ladder Diagram Sistem Emergency 38
3.2.3.4 Pemrograman Ladder Diagram Output 39
BAB IV PEMBAHASAN 43
4.1 Pengujian sistem material handling 43
4.2 Deskripsi pengujian 43
4.3 Prosedur pengujian 44
4.4 Pengujian Reed Switch 46
4.4.1 Data hasil pengujian Reed Switch 46
4.4.2 Analisa Data hasil pengujian Reed Switch 50
4.5 pengujian Valve 50
4.5.1 Data hasil pengujian Valve 50
4.5.2 Analisa data hasil pengujian Valve 51
4.6 pengujian urutan kerja sistem 52
4.6.2 Data hasil pengujian urutan kerja sistem 52
4.6.3 Analisa data hasil pengujian urutan kerja sistem 55
4.7 pengujian *counting* siklus kerja sistem 55
4.7.1 Data hasil pengujian *counting* siklus kerja sistem 56
4.7.2 Analisa data hasil pengujian *counting* siklus kerja sistem 57
4.8 Pengujian *cycle time* sistem 58
4.8.1 Data hasil pengujian *cycle time* sistem 58
4.8.2 Analisa data pengujian cycle time sistem 59
BAB V PENUTUP 60
5.1 Kesimpulan 60
5.2 Saran 61

DAFTAR PUSTAKA..... 62
LAMPIRAN..... lxiv

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PLC Schneider TM221CE16R 6
Gambar 2. 2 *Reed switch* SMC D-A93 7
Gambar 2. 3 Valve 8
Gambar 2. 4 Rodless cylinder KOGANEI ORV20X400 8
Gambar 2. 5 SMC MGPM12 9
Gambar 2. 6 *Gripper* 10
Gambar 2. 7 Miniature Circuit Braker 11
Gambar 2. 8 EcoStruxture Macchine Expert Basic 12
Gambar 2. 9 *Air Compressor* 13
Gambar 2. 10 *Pilot lamp* 14
Gambar 2. 11 *Emergency button* 14
Gambar 2. 12 Box panel 15
Gambar 3. 1 Flowchart perancangan alat 17
Gambar 3. 2 Flowchart cara kerja alat 21
Gambar 3. 3 Diagram blok alat 26
Gambar 3. 4 *Wiring* diagram 28
Gambar 3. 5 Rancangan desain 29
Gambar 3. 6 Instalasi perangkat keras 30
Gambar 3. 7 Flowchart program ladder diagram 32
Gambar 3. 8 Ladder Diargam rung 0 – rung 5 34
Gambar 3. 9 Ladder Diagram rung 6 – rung 11 35
Gambar 3. 10 Ladder diagram rung 12-rung 18 36
Gambar 3. 11 Ladder diagram rung 19 – rung 21 37
Gambar 3. 12 Ladder diagram sistem manual 38
Gambar 3. 13 Ladder diagram sistem emergency 39
Gambar 3. 14 Ladder diagram sistem output rung 0 – rung 5 41
Gambar 3. 15 Ladder diagram sistem output rung 6 – rung 8 42

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat 22
Tabel 3. 2 Spesifikasi Hardware 23
Tabel 3. 3 Spesifikasi Software 25
Tabel 4. 1 Daftar alat pengujian 44
Tabel 4. 2 Tabel data hasil pengujian *Reed switch* kanan (SR_KN) 47
Tabel 4. 3 Tabel data hasil ppengujian *Reed switch* kiri (SR_KR) 47
Tabel 4. 4 Tabel data hasil pengujian *Reed switch* atas (SR_A) 48
Tabel 4. 5 Tabel data hasil pengujian *Reed switch* bawah (SR_B) 49
Tabel 4. 6 Tabel data hasil pengujian Valve 50
Tabel 4. 7 Tabel data hasil pengujian urutan kerja sistem 53
Tabel 4. 8 Tabel data hasil pengujian *counting* proses kerja sistem 56

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis lxiv
Lampiran 2. Surat Keterangan Kerja Sama lxv
Lampiran 3. POSTER ALAT lxvii
Lampiran 4. SOP Alat lxix
Lampiran 5. Datasheet PLC TM221CE16R lxx
Lampiran 6. Datasheet *Reed switch* SMC D-A93 lxxvi
Lampiran 7. Datasheet Valve SY3120-5LZ-M5 lxxvii
Lampiran 8. *Wiring* Diagram lxxviii
Lampiran 9. Blook Diagram lxxix
Lampiran 10. Gambar Visual HMI lxxx
Lampiran 11. Foto Alat lxxxiii
Lampiran 12. Dokumentasi Pengerjaan Alat lxxxiv

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi dan sistem pengendalian cerdas menjadi penanda utama menuju transformasi industri (Suryatini et al., 2026). Salah satu implementasi otomasi yang banyak digunakan pada industri adalah sistem *material handling* otomatis yang berfungsi untuk memindahkan benda kerja dari satu proses ke proses selanjutnya secara terstruktur dengan bantuan *reed switch* sensor, aktuator berupa valve, dan sistem kontrol berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Penggunaan PLC pada sistem *material handling* memungkinkan proses pengendalian dilakukan secara terprogram dan mampu bekerja sesuai kebutuhan industri. Pada SMKN 4 Jakarta belum tersedia *trainer kit* sistem *material handling* otomatis sebagai media pembelajaran praktikum. Keterbatasan tersebut menyebabkan peserta didik belum dapat mempelajari urutan kerja sistem, pengoperasian komponen, dan pemrograman PLC secara langsung.

Sebagai bentuk implementasi media pembelajaran otomasi industri pada pendidikan vokasi, penggunaan trainer kit berbasis PLC dapat membantu siswa SMKN 4 JAKARTA memahami proses kerja sistem kontrol, koordinasi sensor dan aktuator, dan penerapan logika kontrol industri secara langsung. Media pembelajaran berbasis praktik seperti trainer kit mampu meningkatkan pemahaman siswa dalam memahami urutan kerja sistem otomatis yang digunakan di industri. Penguasaan sistem PLC membutuhkan pemahaman pada penyusunan logika kontrol dan pemrograman ladder untuk membangun sistem otomasi yang terstruktur(Suhanto et al., 2024).

Perancangan trainer kit berbasis PLC memiliki manfaat dalam mendukung pembelajaran proses *material handling* untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap kontrol otomatis, serta membantu pembelajaran urutan proses kerja valve secara lebih aplikatif. Komponen utama yang digunakan awapada sistem ini adalah PLC Schneider TM221CE16R yang berfungsi untuk mengendalikan urutan valve melalui program ladder, sehingga proses pengambilan dan

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

pemindahaan benda kerja dapat berjalan secara otomatis dan berurutan sesuai logika kontrol yang di rancang.

Sebagai pendukung proses pembelajaran sistem otomasi industri, pada sistem *material handling* yang di rancang terdapat fitur keamanan untuk memastikan sistem dapat bekerja secara aman dan terstruktur. Sistem tersebut dilengkapi dengan program *emergency* yang berfungsi menghentikan seluruh proses kerja ketika urutan awal proses tidak terpenuhi atau terjadi gangguan selama proses berjalan. Program emergency digunakan untuk menjaga keamanan alat serta mencegah terjadinya kerusakan pada komponen selama proses *material handling* berlangsung. Dalam penelitian ini pembahasan difokuskan pada perancangan program ladder dan pengujian fungsi pada sistem *material handling* berbasis PLC Schneider TM221CE16R agar sistem dapat bekerja secara otomatis, aman, dan sesuai dengan proses yang telah ditentukan.

Penelitian ini menjadi pendukung penerapan media pembelajaran otomasi industri di SMKN 4 JAKARTA. Melalui penggunaan trainer kit berbasis PLC Schneider TM221CE16R, siswa dapat mempelajari proses *material handling* secara langsung mulai dari pembacaan *reed switch* sensor, pengendalian valve, hingga proses pengambilan dan pemindahan benda kerja menggunakan program ladder. Siswa juga dapat memahami urutan proses kerja yang tersutruktur, koordinasi *input* dan output PLC, serta penerapan sistem keamanan pada proses material handling. Dengan adanya media pembelajaran praktik berbasis trainer kit, siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengenal sistem otomasi yang digunakan pada dunia industri.

1.2 **Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka di dapatkan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana merancangan program ladder diagram dan alur logika pada sistem *material handling* berbasis PLC Schneider TM221CE16R untuk mengendalikan proses pengambilan dan pemindahan benda kerja secara otomatis;

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

2. Bagaimana penerapan *reed switch* pada sistem *material handling* dalam mendukung proses kerja dan urutan kerja sistem secara otomatis;
3. Bagaimana penerapan valve sebagai aktuator dalam mengendalikan pergerakan silinder sesuai dengan logika kontrol yang dirancang;
4. Bagaimana penerapan urutan kerja sistem *material handling* otomatis berdasarkan program *ladder diagram* yang telah dirancang;
5. Bagaimana kinerja fungsi *counting* pada PLC Schneider TM221CE16R dalam menghitung jumlah siklus kerja sistem *material handling;*
6. Bagaimana penerapan fungsi *emergency* sebagai sistem keamanan pada sistem *material handling* berbasis PLC Schneider TM221CE16R;

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah sebagai berikut

1. Benda kerja harus dalam posisi berdiri.
2. Benda kerja hanya berbentuk silinder .
3. Diameter benda kerja 34,50mm.
4. Tinggi benda kerja 40,40mm.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin di capai dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang program ladder diagram dan alur logika pada sistem *material handling* berbasis PLC Schneider TM221CE16R untuk mengendalikan proses pengambilan dan pemindahan benda kerja secara otomatis.
2. Menerapkan *reed switch* pada sistem *material handling* untuk mendukung proses kerja dan urutan kerja sistem secara otomatis.
3. Menerapkan valve sebagai aktuator dalam mengendalikan pergerakan silinder sesuai dengan logika kontrol yang telah dirancang.
4. Menerapkan urutan kerja sistem *material handling* otomatis berdasarkan program ladder diagram yang telah dirancang.

5. Menganalisis kinerja fungsi counting pada PLC Schneider TM221CE16R dalam menghitung jumlah siklus kerja sistem material handling.
6. Menerapkan fungsi emergency sebagai sistem keamanan pada sistem *material handling* berbasis PLC Schneider TM221CE16R.

1.5 Luaran

1. Trainer kit sebagai media pembelajaran siswa SMKN 4 JAKARTA.
2. Manual Book.
3. Modul Praktikum.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi alat, dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Program ladder diagram dan alur logika sistem material handling berbasis PLC Schneider TM221CE16R dirancang melalui tahapan identifikasi kebutuhan sistem, penyusunan flowchart, dan penentuan alamat I/O. Program yang dihasilkan mampu mengendalikan proses pengambilan dan pemindahan benda kerja secara otomatis sesuai dengan urutan kerja yang dirancang dan telah tervalidasi melalui pengujian simulasi maupun implementasi pada trainer kit.
2. Penerapan *reed switch* sebagai *input* digunakan untuk mendeteksi posisi pergerakan silinder pada sistem material handling dengan cara meletakan pada posisi silinder vertikal pada bagian atas dan bawah dan horizontal pada bagian kanan dan kiri. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *reed switch* memberikan respons high dengan rentang tegangan 20,12V - 21,53V ketika mendeteksi posisi silinder dan respons low dengan tegangan 0V ketika tidak mendeteksi.
3. Pengendalian aktuator menggunakan valve diterapkan sesuai dengan logika kontrol yang telah dirancang dengan cara menyesuaikan input valve dengan coil output pada plc. Hasil pengujian menunjukkan bahwa valve mampu memberikan respons aktif dengan rentang tegangan 22,01V - 22,02V ketika menerima perintah output PLC dan respons tidak aktif dengan tegangan 0V ketika tidak menerima perintah, sehingga silinder dapat bergerak sesuai dengan program kontrol yang dibuat.
4. Pengujian dilakukan dengan cara menyesuaian antara sinyal kontrol PLC dengan pergerakan aktual aktuator tanpa ada kesalahan urutan. Hal ini menunjukkan sistem berhasil menjalankan proses otomatis sesuai rancangan.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

5. Pengujian counting siklus kerja sistem *material handling* menunjukkan bahwa jumlah counting pada PLC sesuai dengan kondisi aktual dengan selisih 0. Hal ini menunjukkan fungsi counting pada PLC mampu menghitung dan menyimpan jumlah siklus kerja secara akurat sesuai rancangan.
6. Fitur emergency sistem diterapkan dengan cara membaca hasil deteksi reed switch untuk mendeteksi gangguan proses dan kesalahan posisi awal silinder, jika pembacaan tidak sesuai maka sistem memberikan peringatan. Sistem mampu memberikan peringatan melalui lampu merah ketika terjadi kondisi yang tidak sesuai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan performa sistem, yaitu sebagai berikut:

1. Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan sensor pendeteksi ketersediaan benda kerja pada posisi awal. Sensor tersebut berfungsi untuk memberikan informasi mengenai keberadaan benda kerja sebelum proses dijalankan, sehingga sistem hanya akan bekerja apabila benda kerja telah tersedia.
2. Penambahan sensor tekanan atau aliran udara pada sistem pneumatik dapat dilakukan untuk memantau kondisi supply udara. Sensor tersebut dapat memberikan informasi kepada PLC apabila terjadi gangguan tekanan atau aliran udara sehingga sistem dapat melakukan pencegahan sebelum terjadi kegagalan proses.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, L., & Suryantoro, W. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SEMI OTOMATIS PINTU AIR BENDUNGAN DENGAN MINI HOIST PA200 BERBASIS PLC OMRON CP1E-E20SDR-A. In *Jurnal Elektro* (Vol. 12, Number 2).

Ardana, F. A., Yadie, E., & Murdiyat, P. (2024). Penerapan Aplikasi Factory I/O Untuk Proses Kontrol Simulasi Dengan Animasi Sortir Benda Logam Dan Nonlogam Berbasis PLC. *PoliGrid*, *5*(2). https://doi.org/10.46964/poligrid.v5i2.46

catalog-ORV_ALL. (n.d.).

controller M221 16 IO relay Ethernet. (n.d.).

Dani, S. (2026). Peringatan Pintu Belum Tertutup Menggunakan Sensor Magnetik (*Reed switch*) dan ESP32. *Computer Journal*, *4*(1), 27–33. https://doi.org/10.58477/cj.v4i1.356

Dosen, M., Pertahanan, T. E., Militer, A., Baidlowi, M., Teknik, D., & Pertahanan, E. (2022). *KENDALI PNEUMATIC PADA GRIPPER ROBOT*. *10*(1).

Effendi, H., Oktageri, D., Setyawan, H., & Aulia, W. (2025). Effectiveness of Trainer-Kit in the Learning Process in Vocational Education. *Journal for Lesson and Learning Studies*, *8*(2), 221–231. https://doi.org/10.23887/jlls.v8i2.92579

Improved pilot valve Flow Characteristics SY3000 SY5000 SY7000 SY9000. (n.d.).

Installation and Maintenance Manual Auto Switch (Reed switch type) Series D-A90-588 / D-A93-588 D-A90V-588 / D-A93V-588 ATEX Marking Description II 3G Ex nA IIC T5 Gc X-10°C ≤ Ta ≤ +60°C II 3D Ex tc IIIC T93°C Dc X IP67. (2010). www.smceu.com

Januar, F. (n.d.). *Rancang Bangun Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah terhadap Arus Lebih Berdasarkan Standar Iec 60898-1*.

Korotych, D. A. (2025). Experimental Study on Positioning Accuracy of an Automated Long-Stroke Rodless Pneumatic Actuator. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*, *25*(3), 197–207. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2025-25-3-197-207

Max. (n.d.). *Series MGPL Series MGPM Series MGPA Compact Guide Cylinder (Basic type) ø12, ø16, ø20, ø25, ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100 New New Series MGP for MGPM40-25 stroke 22mm Space saving Space saving*.

Oktavitasari, D., Witjahjo, H., & Rosadi, K. B. (2023). *PROTOTYPE MESIN TEKUK PLAT DENGAN SISTEM PNEUMATIC UNTUK PRAKTIK PEMBELAJARAN SEKOLAH MENEGAH KEJURUAN* (Vol. 2, Number 1).

Prapaskah, Y. A., Permata, E., & Fatkhurrokhman, M. (2021). Trainer Kit Pneumatik sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Mekatronika di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Untirta. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, *5*(2), 149–159. https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i2.33798

Rahmawati, Y., Simanjuntak, I. U. V., & Aprianto, D. (2022). Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based On Programmable Logic Controller (PLC). *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, *6*(1), 101–112. https://doi.org/10.31289/jite.v6i1.7235

Relif Marbun, R. H. S. M., & Sukardi. (2024). Sistem Peringatan Kerusakan Panel Listrik Berbasis Internet of Things dan Mobile App. *JURNAL AMPLIFIER : JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, *14*(1), 32–42. https://doi.org/10.33369/jamplifier.v14i1.33824

Romeo, R. A., Gesino, M., Maggiali, M., & Fiorio, L. (2021). Combining sensors information to enhance pneumatic *grippers* performance. *Sensors*, *21*(15). https://doi.org/10.3390/s21155020

Setiawan, W., Prodi,), Elektronika, T., Tunggal, G., Ridwan, M., & Cahyono, A. (2024). Rancang Bangun Sistem Kontrol Alat Unwider Green Hose Dengan Motor 3 Phasa. *Jurnal Instrumentasi Dan Teknologi Informatika (JITI)*, *5*(2).

Suhanto, S., Mustaji, M., Rifai, Moch., Moonlight, L. S., Soleh, A. M., & Fudholi, A. (2024). The effect of Problem-based Learning (PBL) with mockup media in learning programmable logic controller. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, *14*(1), 74–85. https://doi.org/10.21831/jpv.v14i1.64622

Suryatini, F., Sunarya, A. S., Pancono, S., & Artikel, R. (2026). *Penguatan kompetensi PLC-IOT bagi guru SMK untuk mendukung pembelajaran industri 4.0 Info Artikel ABSTRAK*. *7*(1). https://doi.org/10.33474/jp2m.v7i1.24564

Yudistira, A., Hariyono, J., & Eng, M. (n.d.). *Perancangan Sistem Pneumatik Peletakan Cup Es Krim Berbasis PLC pada Konveyor*.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis

Tegas Maulana Triwiyanto

Anak ketiga dari tiga bersaudara, lahir di Jakarta, 12 April 2005. Lulus dari SDN Sungai Bambu 01 pagi tahun 2017, SMPN 95 Jakarta tahun 2020, dan SMKN 55 Jakarta jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik pada tahun 2023. Melanjutkan kulliah dengan Program Studi Elektronika Industri, Teknik Elektro di Politeknik Negeri Jakarta tahun 2023-2026.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 2. Surat Keterangan Kerja Sama

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Jalan Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034
Laman: http://www.pnj.ac.id, Pos-el: humas@pnj.ac.id

Nomor : 0056/DST/PL3.A.5/B/PK.01/2026 22 Januari 2026

Hal : Permohonan izin penelitian Tugas Akhir/Skripsi

Yth. Ibu Rukiah, S.Pd., M.M. ,
Kepala Sekolah SMKN 4 Jakarta Utara
SMKN 4 Jakarta Utara, Jl. Rorotan Vi No. 1, Cilincing, Jakarta Utara, Rorotan, Kec. Cilincing, Kota Jakarta Utara, D.K.I. Jakarta.

Salam sejahtera. Semoga Bapak dalam keadaan sehat wal'afiat dalam menjalankan aktifitas sehari-hari.

Dalam rangka penyusunan penelitian skripsi/Tugas Akhir mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Bersama ini kami mohon izin agar mahasiswa terlampir dapat melakukan pelaksanaan observasi data dan pembuatan alat sebagai penunjang pengerjaan tugas akhir Trainer Kit Kontrol sistem Distribusi dengan metode Material handling dan Sorting Benda Kerja Logam Non-Logam Berbasis PLC Scneider TM2211.
Berikut daftar nama mahasiswa kami:

Nama	NIM	Program Studi	No. Telepon
Hanif Fitranto Muhammad Abu Gilbran Yusuf Tegas Maulana Triwiyanto	2303321058 2303321093 2303321061	Elektronika Industri	085782358344

Adapun waktu yang direncanakan yaitu pada **Januari 2026 s.d 30 Juni 2026.** Mohon dapat menghubungi kami melalui email: elektro@pnj.ac.id untuk kesediaannya.

Demikian permohonan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja sama Bapak, kami ucapkan terima kasih.

a.n Direktur
Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan
u.b.
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr., Murie Dwiyaniti , S.T., M.T.
NIP 197803312003122002

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 4 JAKARTA
Jalan Rorotan VI No. 1, Cilincing Jakarta Utara 14140 Telepon 44850035, Faximile 44853818
E-mail: info@smkn4jkt.sch.id Website: www.smkn4jkt.sch.id
JAKARTA
Kode Pos 14140

Nomor : 1258/PK.01.04 — 18 Mei 2026
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Perihal : Balasan Permohonan Izin Penelitian

Yth. Bapak/Ibu Direktur Akademik
Politeknik Negeri Jakarta
di
tempat

Sehubungan dengan surat Politeknik Negeri Jakarta nomor 0056/DST/PL3.A.5/B/PK.01/2026 tanggal 22 Januari 2026 perihal Permohonan Izin Penelitian Tugas Akhir/ Skripsi, dengan ini Kepala SMK Negeri 4 Jakarta bersedia menerima Mahasiswa yang tersebut dibawah ini:

Nama	NIM	Program Studi
Hanif Fitranto	2303321058	Elektronika Industri
Muhammad Abu Gilbran Yusuf	2303321093	
Tegas Maulana Triwiyanto	2303321061	

Untuk melaksanakan Penelitian pada Konsentrasi Keahlian Teknik Mekatronika di SMK Negeri 4 Jakarta guna melakukan observasi data dan pembuatan alat sebagai penunjang pengerjaan tugas akhir Trainer Kit Kontrol sistem Distribusi dengan metode Material handling dan Sorting Benda Kerja Logam Non-Logam Berbasis PLC Scneider TM2211.

Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Kepala SMK Negeri 4 Jakarta,

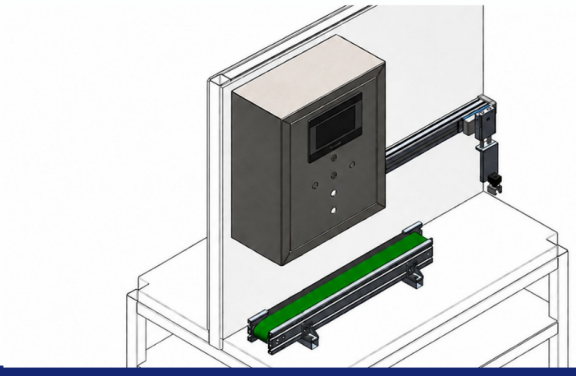
Rukan, S.Pd., M.M.
NIP. 19741109199802200[illegible]

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 3. POSTER ALAT

Trainer Kit Kontrol sistem Distribusi dengan metode Material Handling dan Sorting Benda Kerja Logam Non-Logam Berbasis PLC Scneider TM221CE16R



LATAR BELAKANG

Penelitian ini merancang trainer kit sistem sorting logam dan non-logam berbasis PLC Schneider TM221CE16R sebagai media pembelajaran otomasi industri. Sistem menggunakan sensor dan aktuator yang dikendalikan melalui program ladder diagram untuk melakukan pemilahan benda kerja secara otomatis. Trainer kit diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep PLC dan sistem kontrol industri.

TUJUAN

1. Merancang program ladder diagram pada PLC Schneider TM221CE16R untuk mengendalikan sistem sorting secara otomatis.
2. Mengintegrasikan sensor dan aktuator dalam proses pendeteksian, pemilahan, dan pemindahan benda kerja.
3. Menguji fungsi sistem sorting untuk memastikan seluruh proses berjalan sesuai logika kontrol yang dirancang.
4. Mengembangkan trainer kit sebagai media pembelajaran otomasi industri berbasis PLC bagi siswa SMKN 4 Jakarta Utara.

FUNGSI

Trainer kit berfungsi sebagai media pembelajaran untuk mempelajari sistem kontrol otomatis berbasis PLC Schneider TM221CE16R melalui simulasi proses penyortiran benda kerja logam dan non-logam menggunakan sensor, aktuator, dan program ladder diagram.

SPESIFIKASI ALAT

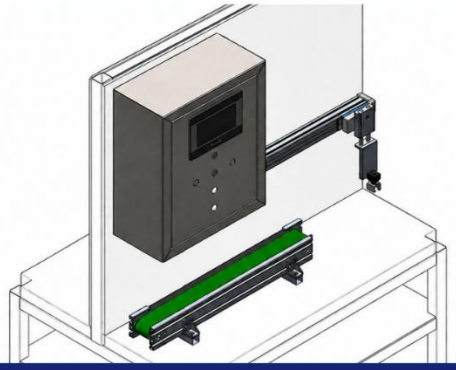
Keterangan	Spesifikasi
Kontrol	1 unit PLC Schneider TM221CE16R
Tegangan Supply	220V AC, 50Hz
Tegangan kerja sistem	24V DC
Tekanan kerja pneumatic	0.6 Mpa
Komunikasi PLC	Ethernet dan USB
Protokol Komunikasi	Modbus TCP/IP
Interface Operator	HMI Touchscreen
Sensor	4 unit reed switch, photoelectric. Inductive proximity
Jenis Sinyal I/O	Digital
Valve	Pneumatic Valve
Mode	Otomatis dan Manual
Jangkauan gerak Vertikal dan Horizontal	50mm x 470mm

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

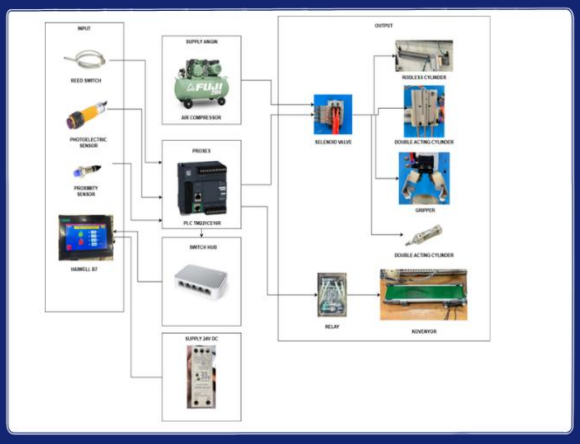
Hak Cipta :

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

Trainer Kit Kontrol sistem Distribusi dengan metode Material Handling dan Sorting Benda Kerja Logam Non-Logam Berbasis PLC Scneider TM221CE16R



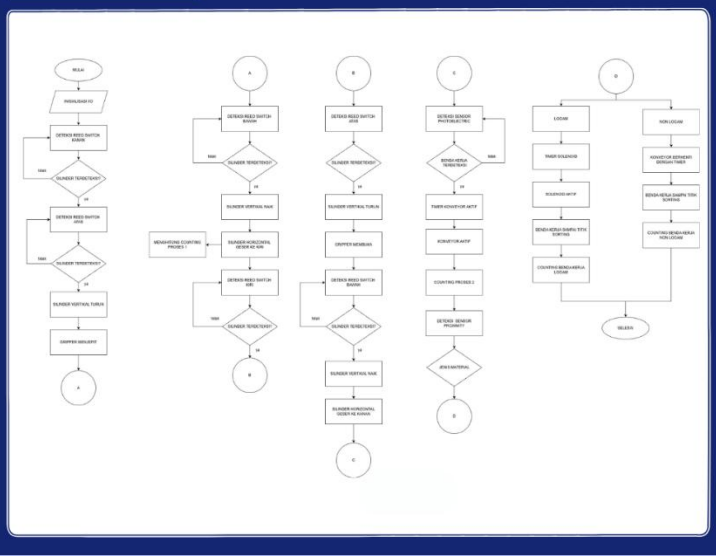
BLOK DIAGRAM



CARA KERJA ALAT

1. Menetkan tombol start untuk memulai proses kerja
2. sistem material handling akan melakukan pengambilan benda kerja.
3. sistem material handling akan memindahkan ke konveyor.
4. konveyor akan membawa benda kerja menuju sistem sorting.
5. sistem sorting akan menyortir benda kerja berdasarkan logam atau non-logam.
6. benda kerja logam akan tersortir menuju box penempatan benda kerja logam.
7. benda kerja non-logam akan tersortir menuju box penempatan benda kerja non-logam.

FLOWCHART



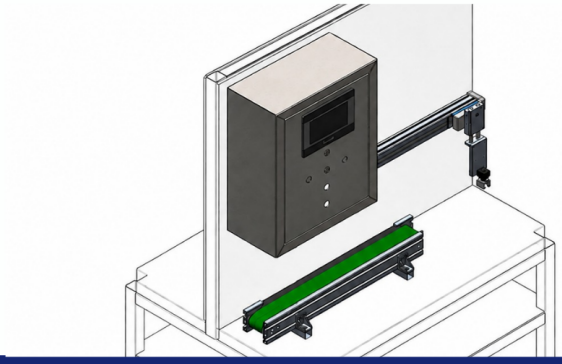
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 4. SOP Alat

Trainer Kit Kontrol sistem Distribusi dengan metode Material Handling dan Sorting Benda Kerja Logam Non-Logam Berbasis PLC Scneider TM221CE16R



DIRANCANG OLEH:

1. Hanif Fitranto (2303321058)
2. M. Abu Gilbran Yusuf (2303321093)
3. Tegas Maulana Triwiyanto (2303321061)

PEMBIMBING

Sri Lestari Kusumastuti S.T.,M.T.
(NIP.196603061990031001)

Mochammad Aldi M, S.pd
(NIP.199409032019031008)

PROSEDUR PENGGUNAAN ALAT

1. Pastikan alat terhubung ke sumber daya listrik dan semua komponen berfungsi dengan baik.
2. Operator wajib login terlebih dahulu pada halaman HMI.
3. Operator menaruh benda kerja pada tempat yang telah disediakan.
4. Operator menekan tombol hijau/start untuk mengaktifkan sistem handling dan sorting.
5. Penjepit akan turun dan menjepit barang lalu naik kembali.
6. Setelah itu barang akan dipindahkan dari tempat awal ke konveyor.
7. Di konveyor, barang akan terdeteksi oleh sensor Infrared.
8. Motor konveyor akan menyala dan memindahkan barang.
9. kemudian barang akan di sorting menggunakan sensor proximity.
10. Jika benda yang terdeteksi adalah logam, benda akan terdorong oleh solenoid
11. Jika benda yang terdeteksi non logam, benda akan terus berjalan hingga sampai ke tempat pengumpulan benda non logam.
12. Tekan tombol merah/stop untuk menghentikan proses handling dan sorting.
13. Sistem akan kembali ke mode siaga dan siap digunakan kembali.
14. Jumlah proses handling dan sorting kemudian akan diakumulasi di PLC dan dikirim melalui kabel lan dengan perantara switch ke HMI secara real-time.
15. Hasil deteksi sensor juga akan diakumulasi di PLC dan dikirim melalui kabel lan dengan perantara switch ke HMI secara real-time.
16. Data yang diterima HMI, kemudian akan ditampilkan pada halaman HMI.
17. Data proses dan counting akan ditampilkan pada halaman monitoring dan kontrol pada HMI.
18. Data yang ditampilkan juga dapat di reset ke nol menggunakan tombol reset.
19. Riwayat data proses dan hasil counting dapat diakses pada halaman data report.
20. Riwayat login dapat diakses pada halaman user log.
21. Apabila terdapat error pada proses, HMI akan menampilkan notifikasi seperti error posisi silinder awal, error silinder vertikal, error silinder horizontal, dan error motor tidak berjalan.
22. Riwayat error dapat diakses pada halaman alarm report.
23. Apabila ingin melakukan proses maintenance, operator dapat menggunakan mode manual dengan cara masuk ke mode manual PLC 1 atau manual PLC 2.
24. Pastikan tombol manual diaktifkan terlebih dahulu.
25. Pada halaman itu, operator dapat mengendalikan masing masing output menggunakan tombol yang tersedia pada halaman manual.
26. Apabila terdapat korslet atau kesalahan pada alat, tekan tombol emergency untuk mematikan sumber listrik pada alat dan mematikan seluruh komponen.
27. Lakukan pengecekan berkala pada setiap komponen agar sistem dapat berfungsi dengan optimal.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 5. Datasheet PLC TM221CE16R

Lembar data produk

Spesifikasi

controller M221 16 IO relay Ethernet

TM221CE16R

Main

Range of product	Modicon M221
Product or component type	Logic controller
[Us] rated supply voltage	100...240 V AC
Discrete input number	9, discrete input conforming to IEC 61131-2 Type 1
Analogue input number	2 at 0...10 V
Discrete output type	Relay normally open
Discrete output number	7 relay
Discrete output voltage	5...125 V DC 5...250 V AC
Discrete output current	2 A

Complementary

Discrete I/O number	16
Maximum number of I/O expansion module	4 (local I/O-Architecture) 11 (remote I/O-Architecture)
Supply voltage limits	85....264 V
Network frequency	50/60 Hz
Inrush current	40 A
Maximum power consumption in VA	49 VA at 100...240 V with max number of I/O expansion module 33 VA at 100...240 V without I/O expansion module
Power supply output current	0.325 A 5 V for expansion bus 0.12 A 24 V for expansion bus
Discrete input logic	Sink or source (positive/negative)
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Analogue input resolution	10 bits
LSB value	10 mV
Conversion time	1 ms per channel + 1 controller cycle time for analogue input analog input
Permitted overload on inputs	+/- 30 V DC for 5 min (maximum) for analog input +/- 13 V DC (permanent) for analog input
Voltage state 1 guaranteed	>= 15 V for input
Voltage state 0 guaranteed	<= 5 V for input
Discrete input current	7 mA for discrete input 5 mA for fast input

Disclaimer: Dokumen ini tidak dapat digunakan sebagai pengganti dan tidak untuk digunakan untuk menentukan kelayakan atau kesesuaian produk ini untuk aplikasi pengguna

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Input impedance	3.4 kOhm for discrete input 100 kOhm for analog input 4.9 kOhm for fast input
Response time	35 µs turn-off, I2...I5 terminal(s) for input 10 ms turn-on for output 10 ms turn-off for output 5 µs turn-on, I0, I1, I6, I7 terminal(s) for fast input 35 µs turn-on, other terminals terminal(s) for input 5 µs turn-off, I0, I1, I6, I7 terminal(s) for fast input 100 µs turn-off, other terminals terminal(s) for input
Configurable filtering time	0 ms for input 3 ms for input 12 ms for input
Output voltage limits	125 V DC 277 V AC
Maximum current per output common	6 A at COM 1 7 A at COM 0
Absolute accuracy error	+/- 1 % of full scale for analog input
Electrical durability	100000 cycles AC-12, 120 V, 240 VA, resistive 100000 cycles AC-12, 240 V, 480 VA, resistive 300000 cycles AC-12, 120 V, 80 VA, resistive 300000 cycles AC-12, 240 V, 160 VA, resistive 100000 cycles AC-15, cos phi = 0.35, 120 V, 60 VA, inductive 100000 cycles AC-15, cos phi = 0.35, 240 V, 120 VA, inductive 300000 cycles AC-15, cos phi = 0.35, 120 V, 18 VA, inductive 300000 cycles AC-15, cos phi = 0.35, 240 V, 36 VA, inductive 100000 cycles AC-14, cos phi = 0.7, 120 V, 120 VA, inductive 100000 cycles AC-14, cos phi = 0.7, 240 V, 240 VA, inductive 300000 cycles AC-14, cos phi = 0.7, 120 V, 36 VA, inductive 300000 cycles AC-14, cos phi = 0.7, 240 V, 72 VA, inductive 100000 cycles DC-12, 24 V, 48 W, resistive 300000 cycles DC-12, 24 V, 16 W, resistive 100000 cycles DC-13, 24 V, 24 W, inductive (L/R = 7 ms) 300000 cycles DC-13, 24 V, 7.2 W, inductive (L/R = 7 ms)
Switching frequency	20 switching operations/minute with maximum load
Mechanical durability	20000000 cycles for relay output
Minimum load	1 mA at 5 V DC for relay output
Protection type	Without protection at 5 A
Reset time	1 s
Memory capacity	256 kB for user application and data RAM with 10000 instructions 256 kB for internal variables RAM
Data backed up	256 kB built-in flash memory for backup of application and data
Data storage equipment	2 GB SD card (optional)
Battery type	BR2032 or CR2032X lithium non-rechargeable
Backup time	1 year at 25 °C (by interruption of power supply)
Execution time for 1 KInstruction	0.3 ms for event and periodic task
Execution time per instruction	0.2 µs Boolean
Exct time for event task	60 µs response time
Maximum size of object areas	255 %C counters 512 %KW constant words 255 %TM timers 512 %M memory bits 8000 %MW memory words
Realtime clock	With
Clock drift	<= 30 s/month at 25 °C
Regulation loop	Adjustable PID regulator up to 14 simultaneous loops

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Counting input number	4 fast input (HSC mode) at 100 kHz 32 bits
counter function	Pulse/direction A/B Single phase
Integrated connection type	USB port with mini B USB 2.0 connector Non isolated serial link serial 1 with RJ45 connector and RS232/RS485 interface Ethernet with RJ45 connector
Supply	(serial)serial link supply: 5 V, <200 mA
Transmission rate	1.2...115.2 kbit/s (115.2 kbit/s by default) for bus length of 15 m for RS485 1.2...115.2 kbit/s (115.2 kbit/s by default) for bus length of 3 m for RS232 480 Mbit/s for USB
Communication port protocol	USB port: USB - SoMachine-Network Non isolated serial link: Modbus master/slave - RTU/ASCII or SoMachine-Network Ethernet
Port Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX 1 port with 100 m copper cable
Communication service	DHCP client Ethernet/IP adapter Modbus TCP server Modbus TCP slave device Modbus TCP client
Local signalling	1 LED (green) for PWR 1 LED (green) for RUN 1 LED (red) for module error (ERR) 1 LED (green) for SD card access (SD) 1 LED (red) for BAT 1 LED per channel (green) for I/O state 1 LED (green) for SL Ethernet network activity (green) for ACT Ethernet network link (yellow) for Link (Link Status)
Electrical connection	removable screw terminal block for inputs removable screw terminal block for outputs terminal block, 3 terminal(s) for connecting the 24 V DC power supply connector, 4 terminal(s) for analogue inputs Mini B USB 2.0 connector for a programming terminal
Maximum cable distance between devices	Shielded cable: <10 m for fast input Unshielded cable: <30 m for output Unshielded cable: <30 m for digital input Unshielded cable: <1 m for analog input
Insulation	Between input and internal logic at 500 V AC Non-insulated between analogue input and internal logic Non-insulated between analogue inputs Between supply and ground at 1500 V AC Between sensor power supply and ground at 500 V AC Between input and ground at 500 V AC Between output and ground at 1500 V AC Between supply and internal logic at 2300 V AC Between sensor power supply and internal logic at 500 V AC Between output and internal logic at 2300 V AC Between Ethernet terminal and internal logic at 500 V AC Between supply and sensor power supply at 2300 V AC
Marking	CE
Sensor power supply	24 V DC at 250 mA supplied by the controller
Mounting support	Top hat type TH35-15 rail conforming to IEC 60715 Top hat type TH35-7.5 rail conforming to IEC 60715 plate or panel with fixing kit
Height	90 mm
Depth	70 mm
Width	95 mm
Product weight	0.346 kg

Environment

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Standards	IEC 61131-2 UL 508 CAN/CSA C22.2 No. 213 IACS E10 ANSI/ISA 12-12-01
Product certifications	cULus LR RCM EAC ABS DNV-GL CE UKCA cULus HazLoc
Environmental characteristic	Ordinary and hazardous location
Resistance to electrostatic discharge	8 kV in air conforming to IEC 61000-4-2 4 kV on contact conforming to IEC 61000-4-2
Resistance to electromagnetic fields	10 V/m 80 MHz...1 GHz conforming to IEC 61000-4-3 3 V/m 1.4 GHz...2 GHz conforming to IEC 61000-4-3 1 V/m 2...2.7 GHz conforming to IEC 61000-4-3
Resistance to magnetic fields	30 A/m 50/60 Hz conforming to IEC 61000-4-8
Resistance to fast transients	2 kV (power lines) conforming to IEC 61000-4-4 2 kV (relay output) conforming to IEC 61000-4-4 1 kV (I/O) conforming to IEC 61000-4-4 1 kV (Ethernet line) conforming to IEC 61000-4-4 1 kV (serial link) conforming to IEC 61000-4-4
Surge withstand	2 kV power lines (AC) common mode conforming to IEC 61000-4-5 2 kV relay output common mode conforming to IEC 61000-4-5 1 kV I/O common mode conforming to IEC 61000-4-5 1 kV shielded cable common mode conforming to IEC 61000-4-5 0.5 kV power lines (DC) differential mode conforming to IEC 61000-4-5 1 kV power lines (AC) differential mode conforming to IEC 61000-4-5 1 kV relay output differential mode conforming to IEC 61000-4-5 0.5 kV power lines (DC) common mode conforming to IEC 61000-4-5
Resistance to conducted disturbances	10 V 0.15...80 MHz conforming to IEC 61000-4-6 3 V 0.1...80 MHz conforming to Marine specification (LR, ABS, DNV, GL) 10 V spot frequency (2, 3, 4, 6.2, 8.2, 12.6, 16.5, 18.8, 22, 25 MHz) conforming to Marine specification (LR, ABS, DNV, GL)
Electromagnetic emission	Conducted emissions - test level: 79 dBµV/m QP/66 dBµV/m AV (power lines (AC)) at 0.15...0.5 MHz conforming to IEC 55011 Conducted emissions - test level: 73 dBµV/m QP/60 dBµV/m AV (power lines (AC)) at 0.5...300 MHz conforming to IEC 55011 Conducted emissions - test level: 120...69 dBµV/m QP (power lines) at 10...150 kHz conforming to IEC 55011 Conducted emissions - test level: 63 dBµV/m QP (power lines) at 1.5...30 MHz conforming to IEC 55011 Radiated emissions - test level: 40 dBµV/m QP class A (10 m) at 30...230 MHz conforming to IEC 55011 Conducted emissions - test level: 79...63 dBµV/m QP (power lines) at 150...1500 kHz conforming to IEC 55011 Radiated emissions - test level: 47 dBµV/m QP class A (10 m) at 200...1000 MHz conforming to IEC 55011
Immunity to microbreaks	10 ms
Ambient air temperature for operation	-10...55 °C (horizontal installation) -10...35 °C (vertical installation)
Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Relative humidity	10...95 %, without condensation (in operation) 10...95 %, without condensation (in storage)
IP degree of protection	IP20 with protective cover in place
Pollution degree	<= 2
Operating altitude	0...2000 m
Storage altitude	0...3000 m

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

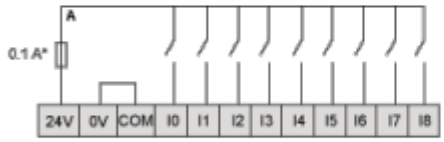
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan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

Lembar data produk TM221CE16R

Connections and Schema

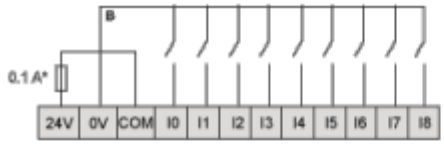
Digital Inputs

Wiring Diagram (Positive Logic)



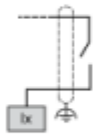
(*) Type T fuse

Wiring Diagram (Negative Logic)



(*) Type T fuse

Connection of the Fast Inputs



I0, I1, I6, I7

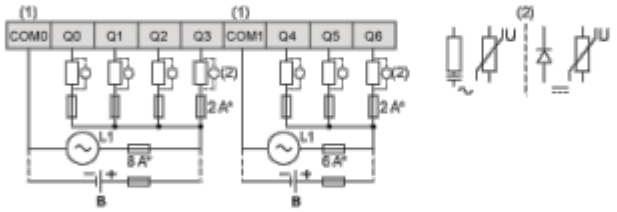
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lembar data produk TM221CE16R

Relay Outputs

Negative Logic (Sink)



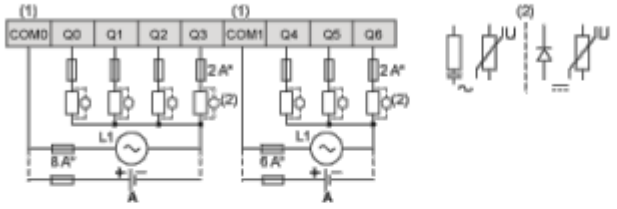
(*) Type T fuse

(1) The COM1 and COM2 terminals are not connected internally.

(2) To improve the life time of the contacts, and to protect from potential inductive load damage, you must connect a free wheeling diode in parallel to each inductive DC load or an RC snubber in parallel of each inductive AC load

B Sink wiring (negative logic)

Positive Logic (Source)



(*) Type T fuse

(1) The COM1 and COM2 terminals are not connected internally.

(2) To improve the life time of the contacts, and to protect from potential inductive load damage, you must connect a free wheeling diode in parallel to each inductive DC load or an RC snubber in parallel of each inductive AC load

A Source wiring (positive logic)

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 6. Datasheet Reed Switch SMC D-A93

SMC

Installation and Maintenance Manual
Auto Switch (Reed switch type)
Series D-A90-588 / D-A93-588
D-A90V-588 / D-A93V-588

CE Ⓔx II 3G Ex nA IIC T5 Gc X -10°C ≤ Ta ≤ +60°C
II 3D Ex tc IIIC T93°C Dc X IP67

ATEX Marking Description
II 3G Ex nA IIC T5 Gc X -10°C ≤ Ta ≤ +60°C
II 3D Ex tc IIIC T93°C Dc X IP67

Equipment Group II	3D - Category 3 for Dust
3G - Category 3 for Gas	tc – Protected by enclosure
Ex – European standards apply	IIIC – For all types of dust
nA – Non-sparking apparatus	T93°C – max. surface temperature
IIC – For all types of gas	Dc – Equipment Protection Level
T5 – Temperature classification	X – Special conditions for safe
Gc – Equipment Protection Level	use, see instructions
Ta – Ambient temperature	IP67 – Enclosure protection rating

1 Safety Instructions

1.1 General recommendation
This manual contains essential information for the protection of users and others from possible injury and/or equipment damage.

- Read this manual before using the product, to ensure correct handling, and read the manuals of related apparatus before use.
- Keep this manual in a safe place for future reference.
- These instructions indicate the level of potential hazard by label of "Caution", "Warning" or "Danger", followed by important safety information which must be carefully followed.
- To ensure safety of personnel and equipment the safety instructions in this manual and the product catalogue must be observed, along with other relevant safety practices.

⚠ Caution	Indicates a hazard with a low level of risk, which if not avoided, could result in minor or moderate injury.
⚠ Warning	Indicates a hazard with a medium level of risk, which if not avoided, could result in death or serious injury.
⚠ Danger	Indicates a hazard with a high level of risk, which if not avoided, will result in death or serious injury.

⚠ Warning

1. The compatibility of pneumatic equipment is the responsibility of the person who designs the pneumatic system or decides its specifications.
   - Since the products specified here can be used in various operating conditions, their compatibility with the specific pneumatic system must be based on specifications or after analysis and/or tests to meet specific requirements.
2. Only trained personnel should operate pneumatically operated machinery and equipment.
   - Compressed air can be dangerous if an operator is unfamiliar with it. Assembly, handling or repair of pneumatic systems should be performed by trained and experienced personnel.
3. Do not service machinery/equipment or attempt to remove components until safety is confirmed.
   - Inspection and maintenance of machinery/equipment should only be performed after confirmation of safe locked-out control positions.
   - When equipment is to be removed, confirm the safety process as mentioned above. Switch off air and electrical supplies and exhaust all residual compressed air in the system.

1 Safety Instructions (continued)

- Before machinery/equipment is re-started, ensure all safety measures to prevent sudden movement of cylinders etc. (Supply air into the system gradually to create back pressure, i.e. incorporate a soft-start valve).
4. Contact SMC if the product is to be used in any of the following conditions:
   - Conditions and environments beyond the given specifications, or if the product is to be used outdoors.
   - Installations in conjunction with atomic energy, railway, air navigation, vehicles, medical equipment, food and beverage, recreation equipment, emergency stop circuits, press applications, or safety equipment.
   - An application which has the possibility of having negative effects on people, property, or animals, requiring special safety analysis.

1.2 Conformity to standards
This product is certified to and complies with the following standards:

ATEX Directive 2014/34/EU	
• EN 60079-0:2012+A11:2013	General requirements
• EN 60079-15:2010	Type of protection "n"
• EN 60079-31:2014	Protection by enclosure "t"
EMC Directive 2014/30/EU	
• EN61000-6-2:2005	Immunity for industrial environments
• EN 55011:2009+A1:2010	Industrial, scientific & medical equipment

2 Installation And Operating Environment

⚠ Warning

Design and selection
1. Confirm the specifications.
   Read the specifications carefully and use this product appropriately.
   The product may be damaged or malfunction if it is used outside the range of specifications for load current, voltage, temperature or impact.
2. Take precautions when multiple actuators are used close together.

   When multiple auto switch actuators are used in close proximity, magnetic field interference may cause the switches to malfunction. Maintain a minimum actuator separation of 40 mm.
3. Pay attention to the length of time that a switch is ON at an intermediate stroke position.
   When an auto switch is placed at an intermediate position of the stroke and a load is driven at the time the piston passes, the auto switch will operate, but if the speed is too great the operating time will be shortened and the load may not operate correctly. The maximum detectable piston speed is:

$$V[mm/s] = \frac{\text{Autoswitch operating range [mm]}}{\text{Load operating time [ms]}} \times 1000$$

4. Keep wiring as short as possible.
   As the length of the wiring to a load increases, the inrush current at switching ON becomes greater, and this may shorten the product life. (The switch will stay ON all the time).
   Use a contact protection box when the wire length is 5m or longer.
5. Pay attention to the internal voltage drop of the switch.
   1) Switches with an indicator light
   - If auto switches are connected in series as shown below, take note that there will be a large voltage drop due to internal resistance in the light emitting diodes. (Refer to internal voltage drop in the auto switch specifications).
   [The voltage drop will be "n" times greater when "n" auto switches are connected].
   Even though an auto switch operates normally, the load may not operate.

   - In the same way, when operating below a specified voltage, although an auto switch may operate normally, the load may not operate. Therefore, the formula below should be satisfied after confirming the minimum operating voltage of the load.

Supply voltage − Internal voltage drop of switch > Minimum operating voltage of load

2 Installation and Operating Environment (continued)

2) If the internal resistance of a light emitting diode causes a problem, select a switch without an indicator light (model D-A90(V)-588).
6. Do not use a load that generates a surge voltage.
   If driving a load such as a relay which generates a surge voltage, use a switch with a contact protection box.
7. Cautions for use in an interlock circuit.
   When an auto switch is used for an interlock signal requiring high reliability, devise a double interlock system to avoid trouble by providing a mechanical protection function, or by also using another switch (sensor) together with the auto switch.
8. Perform periodic maintenance and confirm proper operation.
   Ensure sufficient clearance for maintenance activities. When designing an application, be sure to allow sufficient clearance for maintenance and inspections.

⚠ Warning

Mounting / adjustment
1. Do not drop or apply excessive impacts.
   Do not drop, or apply excessive impacts (300 m/s² or more for reed switches) while handling. Although the body of the switch may not be damaged, the inside of the switch could be damaged and cause a malfunction.
2. Do not carry an actuator by the auto switch lead wires.
   Never carry a actuator by the lead wires. This may not only cause broken lead wires, but it may cause internal elements of the switch to be damaged by the stress.
3. Mount switches using the proper tightening torque.
   If a switch is tightened beyond the range of tightening torque, the mounting screws, mounting brackets or switch may be damaged. On the other hand, tightening below the range of tightening torque may allow the switch to slip out of position.
4. Mount a switch at the centre of the operating range.
   Adjust the mounting position of the auto switch so that the piston stops at the centre of the operating range (the range in which a switch is ON). (The mounting position shown in the catalogue indicates the optimum position at the stroke end).
   If mounted at the end of the operating range (around the borderline of ON and OFF), operation may be unstable.

Wiring
1. Avoid repeatedly bending or stretching lead wires.
   Broken lead wires can result from wiring layouts which repeatedly apply bending stress or tensile force to the lead wires.
2. Be sure to connect the load before power is applied.
   If the power is turned ON when an auto switch is not connected to a load, the switch will be instantly damaged due to excess current.
3. Confirm proper insulation of wiring.
   Be certain that there is no faulty wiring insulation (contact with other circuits, ground fault, improper insulation between terminals, etc.) Damage may occur due to excess current flowing into the switch.
4. Do not route the wires with power lines or high voltage lines.
   Route wires separately from power lines or high voltage lines, avoiding parallel wiring or wiring in the same conduit.
   Control circuits containing auto switches may malfunction due to noise from these other lines.
5. Do not allow short circuit of loads.
   If the power is turned ON with a load in a short circuit condition, the switch will be instantly damaged because of excess current flow into the switch.
6. Avoid incorrect wiring.
   A 24 VDC switch with indicator light has polarity. The brown [red] lead wire is (+), and the blue [black] lead wire is (-).
   1) If connections are reversed, a switch will operate, however, the light emitting diode will not light up.
   Note that exceeding the specified current greater will damage the light emitting diode. It will no longer operate (model: D-A93(V)-588).

Operating environment
1. Do not use in an area where a magnetic field is generated.
   Auto switches can malfunction or magnets inside actuators can become demagnetized.
2. Do not use in an environment where the auto switch will be continually exposed to water.
   Although switches satisfy IEC standard IP67 construction (JIS C 0920: watertight construction), avoid using switches in applications continually exposed to water splash or spray. Poor insulation or swelling of the potting resin inside the switch may cause malfunction.

2 Installation and Operating Environment (continued)

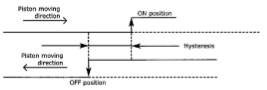
3. Do not use in an environment with oil or chemicals.
   Consult SMC if auto switches will be used in an environment with coolant, cleaning solvent, various oils or chemicals. If auto switches are used under these conditions for even a short time, they may be adversely affected by improper insulation, malfunction due to swelling of the potting resin, or hardening of the lead wires.
4. Do not use in an environment with temperature cycles.
   Consult SMC if switches are to be used where there are temperature cycles other than normal air temperature changes, as there may be adverse effects to the inside of the switch.
5. Do not use in an environment where there is excessive impact shock.
   When excessive impact (300 m/s² or more) is applied to a reed switch during operation, the contact point will malfunction and generate or cut off a signal momentarily (1 ms or less). Consult SMC regarding the need to use a solid state switch depending upon the environment.

⚠ Warning

6. Avoid accumulation of iron waste or close contact with magnetic substances.
   When a large amount of iron waste such as machining chips or spatter is accumulated, or a magnetic substance (something attracted by a magnet) is brought into close proximity with an actuator with auto switch, it may cause the auto switch to malfunction due to a loss of magnetic force inside the actuator.

Maintenance
1. Perform the following maintenance periodically in order to prevent possible danger due to unexpected auto switch malfunction.
   1) Securely tighten the switch mounting screws.
   If screws become loose or the mounting position is dislocated, retighten them after readjusting the mounting position.
   2) Confirm that there is no damage to lead wires.
   To prevent faulty insulation, replace switches or repair lead wires, etc., if damage is discovered.

Others
1. For durability against water, elasticity, application at welding site, please consult SMC.
2. If the ON / OFF position (hysteresis) causes problems, consult SMC.



3 Model Indication Method

D-A□□□-588

- Switch No.: 93 --- With indicator lamp; 90 --- Without indicator lamp
- Suffix for ATEX certified CAT.3
- Lead wire length: No number ---- 0.5m; L ---------- 3m; Z ---------- 5m (Except D-A90□)
- Electrical entry: No number --- In line; V ---------- Perpendicular

This product is a Reed switch type auto switch of direct mounting specification.
The switch should only be used in areas in which potentially explosive atmospheres are unlikely to be present or only present for short periods of time.

D'ZZ-TFM11-B

4 Intended Conditions Of Use

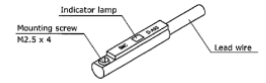
The auto switch should be used within the range of specifications below and in the auto switch catalogue.

If labelled with X: special conditions applied:
1. Protect the auto switch against all impact or mechanical damage.
2. Protect the auto switch from sources of heat which can generate surface temperatures higher than the temperature classification.
3. The switch should not be exposed to prolonged sunlight or UV light that can generate surface temperatures higher than the temperature classification. Use a suitable protective cover.

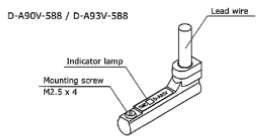
Model number	D-A93-588	D-A93V-588	D-A90-588 / D-A90V-588
Wiring style	2 wire type		
Application	Relay,PLC		IC, Relay, PLC
Load voltage	24V DC		24V DC or less / 48V DC or less
Load current	5 to 40mA		50mA / 40mA
Internal voltage drop	2.4V or less (up to 20mA) 3V or less (up to 50mA)	2.7V or less	---------- / ----------
Internal resistance	----------		1Ω or less (Including 3m lead wire)
Contact protection circuit	None		
Operating time	1.2ms		
Operating indicator lamp	Red diode lights when ON		
Proof impact	300m/s²		
Insulation resistance	50MΩ or more at DC500V mega		
Proof voltage	AC1800V for 1 minute (lead wire, between cases)		
Ambient temperature	-10 to 60°C		
Protection structure	IEC529 standard IP67, JISC0920		

5 Names And Functions Of Individual Parts

D-A90-588 / D-A93-588

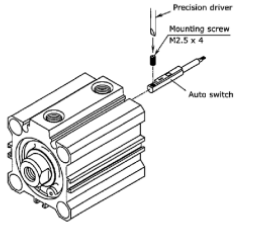


D-A90V-588 / D-A93V-588



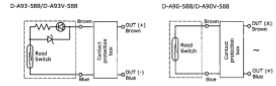
6 How To Mount / Mounting Bracket

Each actuator has a specified mounting bracket for mounting the auto switch.
"How to mount / Mounting bracket" depends on the actuator type and the tube I.D. Please refer to the actuator catalogue.
When an auto switch is mounted for the first time, ensure that the actuator is a type including a built in magnet, and select a bracket corresponding to the actuator.



M2.5 mounting screw tightening torque must be 0.1 to 0.2 Nm

7 Basic Wiring

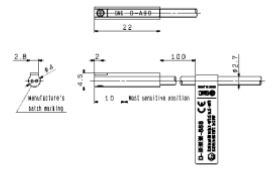


Connection with PLC (sequence controller)

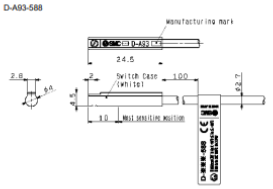
PLC input specification	2 wire output type
Sink input	Sink output
Source input	Source output

8 Outline Dimensions (mm)

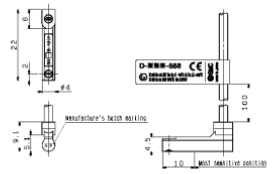
D-A90-588



D-A93-588



D-A90V-588/D-A93V-588



Manufacturers Batch marking

D-A93-588

Mark	Year
7	2007
8	2008
9	2009
0	2010
1	2011
2	2012
3	2013
4	2014
5	2015
6	2016

Mark	Month
1	January
2	February
3	March
4	April
5	May
6	June
7	July
8	August
9	September
X	October
Y	November
Z	December

D-A90-588/D-A90V-588/D-A93V-588

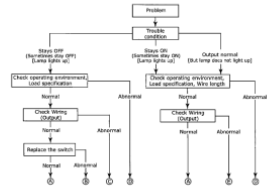
Date (1~31)

Mark	Year
7	2007
8	2008
9	2009
0	2010
1	2011
2	2012
3	2013
4	2014
5	2015
6	2016

Mark	Month
1	January
2	February
3	March
4	April
5	May
6	June
7	July
8	August
9	September
X	October
Y	November
Z	December

9 Troubleshooting

If detection failure occurs (stays ON/OFF), check using the following flow diagram



10 Contacts

AUSTRIA	(43) 2262 62280-0	**LATVIA**	(371) 781 77 00
BELGIUM	(32) 3 355 1464	**LITHUANIA**	(370) 5 264 8126
BULGARIA	(359) 2 974 4492	**NETHERLANDS**	(31) 20 531 8888
CZECH REP.	(420) 541 424 611	**NORWAY**	(47) 67 12 90 20
DENMARK	(45) 7025 2900	**POLAND**	(48) 22 211 9600
ESTONIA	(372) 651 0370	**PORTUGAL**	(351) 21 471 1880
FINLAND	(358) 207 513513	**ROMANIA**	(40) 21 320 5111
FRANCE	(33) 1 6476 1000	**SLOVAKIA**	(421) 2 444 56725
GERMANY	(49) 6103 4020	**SLOVENIA**	(386) 73 885 412
GREECE	(30) 210 271 7265	**SPAIN**	(34) 945 184 100
HUNGARY	(36) 23 511 390	**SWEDEN**	(46) 8 603 1200
IRELAND	(353) 1 403 9000	**SWITZERLAND**	(41) 52 396 3131
ITALY	(39) 02 92711	**UNITED KINGDOM**	(44) 1908 563888

SMC Corporation

URL : http// www.smcworld.com (Global) http// www.smceu.com (Europe)
Specifications are subject to change without prior notice from the manufacturer.
© 2010 SMC Corporation All Rights Reserved.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 7. Datasheet Valve SY3120-5LZ-M5

5 Port Solenoid Valve
Body Ported/Single Unit
Series SY3000/5000/7000/9000

CE

How to Order

SY [5] [1] 20 [ ] – [5] [L] [ ] [ ] – [01] [ ] – [ ] – [ ] – [ ]

Series

3	SY3000
5	SY5000
7	SY7000
9	SY9000

Type of actuation

1	2 position single
2	2 position double
3	3 position closed center
4	3 position exhaust center
5	3 position pressure center

Coil specifications

Nil	Standard
T	With power saving circuit (24, 12 VDC only)

* Power saving circuit is not available in the case of D, DO or W□ type.

Rated voltage

For DC

5	24 VDC
6	12 VDC
V	6 VDC
S	5 VDC
R	3 VDC

For AC (50/60 Hz)

1	100 VAC
2	200 VAC
3	110 VAC [115 VAC]
4	220 VAC [230 VAC]

* DC specifications of type D, Y, DO and YO is only available with 12 and 24 VDC.
* For type W□, DC voltage is only available.

Electrical entry

24, 12, 6, 5, 3 VDC/100, 110, 200, 220 VAC

Grommet	L plug connector	M plug connector	DIN terminal
G: Lead wire length 300 mm	L: With lead wire (Length 300 mm)	M: With lead wire (Length 300 mm) MN: Without lead wire	D, Y: With connector
H: Lead wire length 600 mm	LN: Without lead wire LO: Without connector	MO: Without connector	DO, YO: Without connector

24, 12, 6, 5, 3 VDC

M8 connector

WO: Without connector cable

W□: With connector cable Note)

* LN, MN type: with 2 sockets.
* For DIN terminal of SY3000 series, refer to page 337.
* "Y" type is a DIN terminal conforming to EN-175301-803C (former DIN43650C). For details, refer to page 336.
* For connector cable of M8 connector, refer to page 339.
* M8 connector conforming to IEC60947-5-2 standard is also available. Refer to page 331 for details.
* Refer to page 336 for the lead wire length of L and M plug connectors.
* Refer to page 337 for the connector assembly with cover for L and M plug connectors.

Note) Enter the cable length symbols in □. Please be sure to fill in the blank referring to page 340.

A, B port size

Thread piping

Symbol	Port size	Applicable series
M5	M5 x 0.8	SY3000
01	1/8	SY5000
02	1/4	SY7000
02	1/4	SY9000
03	3/8	

One-touch fitting (Metric size)

Symbol	Port size	Applicable series
C4	One-touch fitting for ø4	SY3000
C6	One-touch fitting for ø6	
C4	One-touch fitting for ø4	SY5000
C6	One-touch fitting for ø6	
C8	One-touch fitting for ø8	
C8	One-touch fitting for ø8	SY7000
C10	One-touch fitting for ø10	
C8	One-touch fitting for ø8	SY9000
C10	One-touch fitting for ø10	
C12	One-touch fitting for ø12	

One-touch fitting (Inch size)

Symbol	Port size	Applicable series
N3	One-touch fitting for ø 5/32"	SY3000
N7	One-touch fitting for ø 1/4"	
N3	One-touch fitting for ø 5/32"	SY5000
N7	One-touch fitting for ø 1/4"	
N9	One-touch fitting for ø 5/16"	
N9	One-touch fitting for ø 5/16"	SY7000
N11	One-touch fitting for ø 3/8"	
N9	One-touch fitting for ø 5/16"	SY9000
N11	One-touch fitting for ø 3/8"	

Bracket

Nil: Without bracket
F1: With foot bracket (2 position single only)

F2: With side bracket

* SY9000 has no bracket.

Thread type

Nil	Rc
F	G
N	NPT
T	NPTF

* Except for M5

Made to Order

Nil	—
X20	Body ported external pilot (Refer to page 332.)
X90	Main valve fluoro rubber (Refer to page 332.)

CE-compliant

Nil	—
Q	CE-compliant

* For DC only except DIN terminal.

Manual override

Nil: Non-locking push type

D: Push-turn locking slotted type

E: Push-turn locking lever type

Light/surge voltage suppressor

Electrical entry for G, H, L, M, W

Nil	Without light/surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor
Z	With light/surge voltage suppressor
R	With surge voltage suppressor (Non-polar type)
U	With light/surge voltage suppressor (Non-polar type)

* For AC voltage valves there is no "S" option. It is already built-in to the rectifier circuit.
* For "R" and "U", DC voltage is only available.
* Power saving circuit is only available in the "Z" type.

Electrical entry for D, Y

Nil	Without light/surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor
Z	With light/surge voltage suppressor

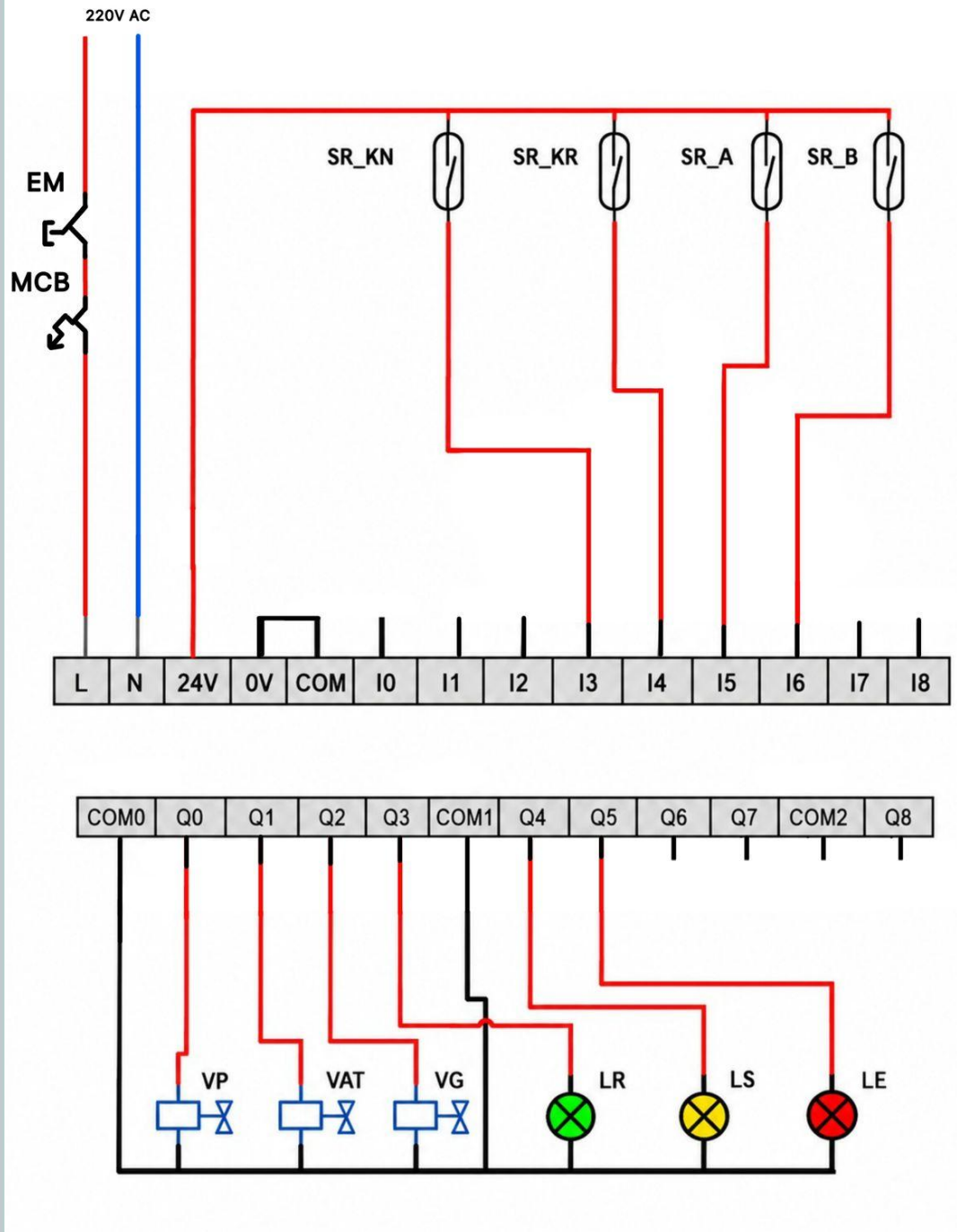
* DOZ and YOZ are not available.
* For AC voltage valves there is no "S" option. It is already built-in to the rectifier circuit.

Note) When placing an order for body ported solenoid valve as a single unit, mounting screw for manifold and gasket are not attached. Order them separately, if necessary. (For details, refer to page 173.)

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

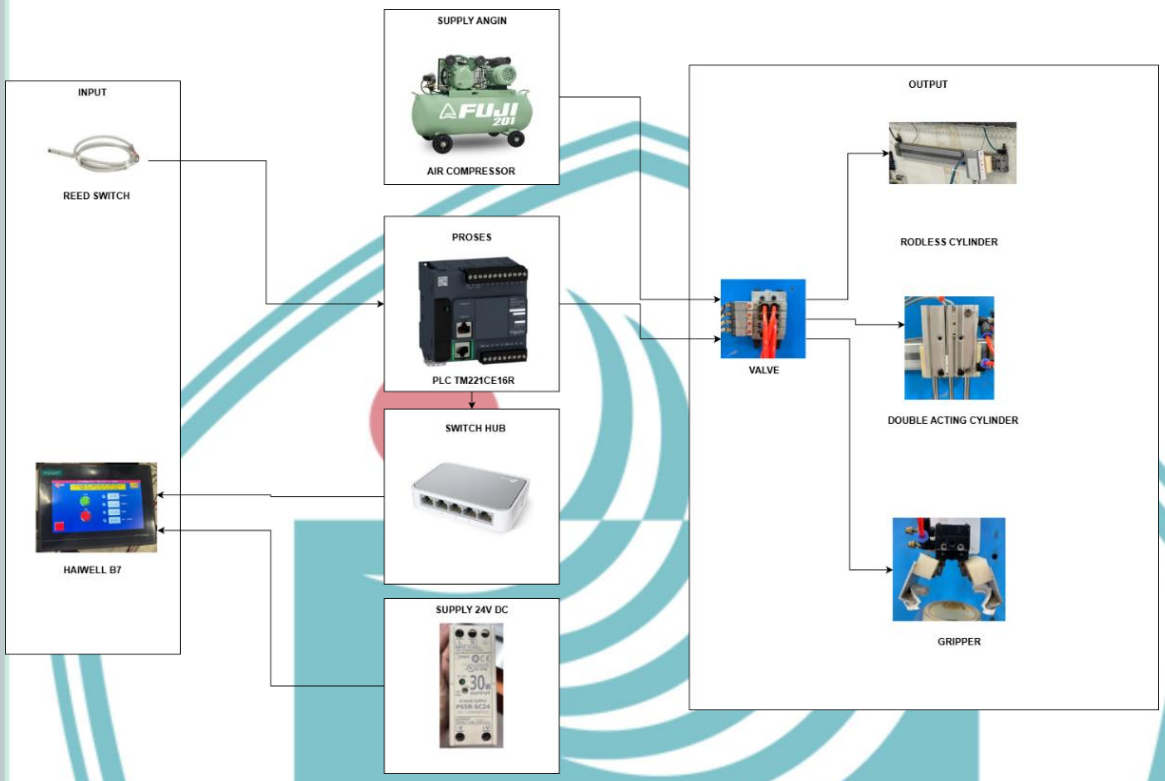
Lampiran 8. *Wiring* Diagram



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

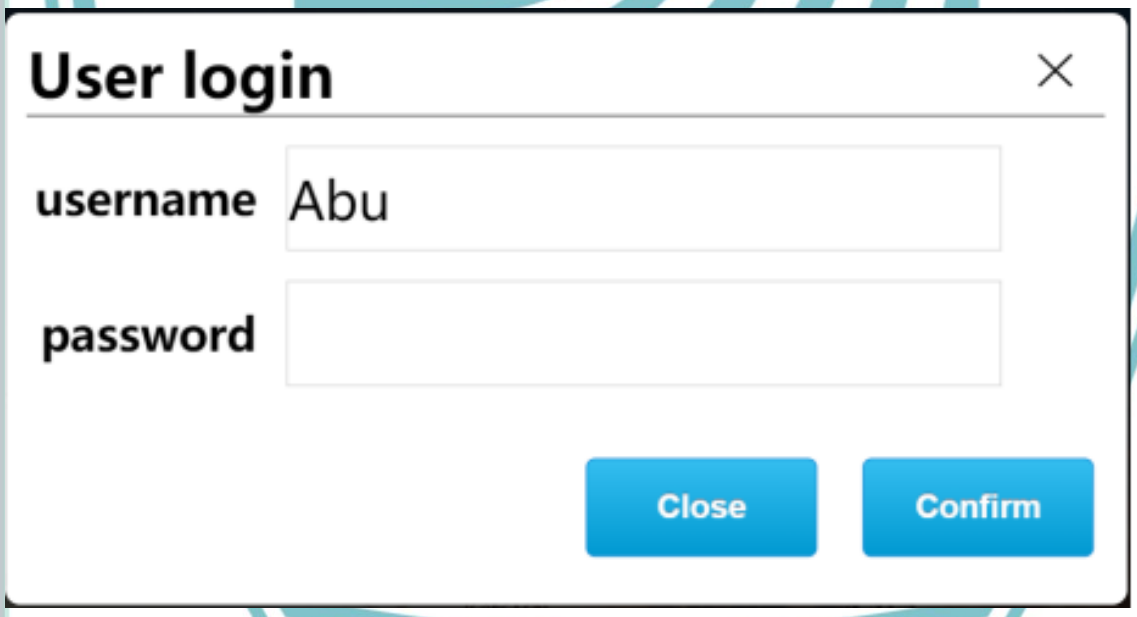
Lampiran 9. Blok Diagram



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 10. Gambar Visual HMI



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

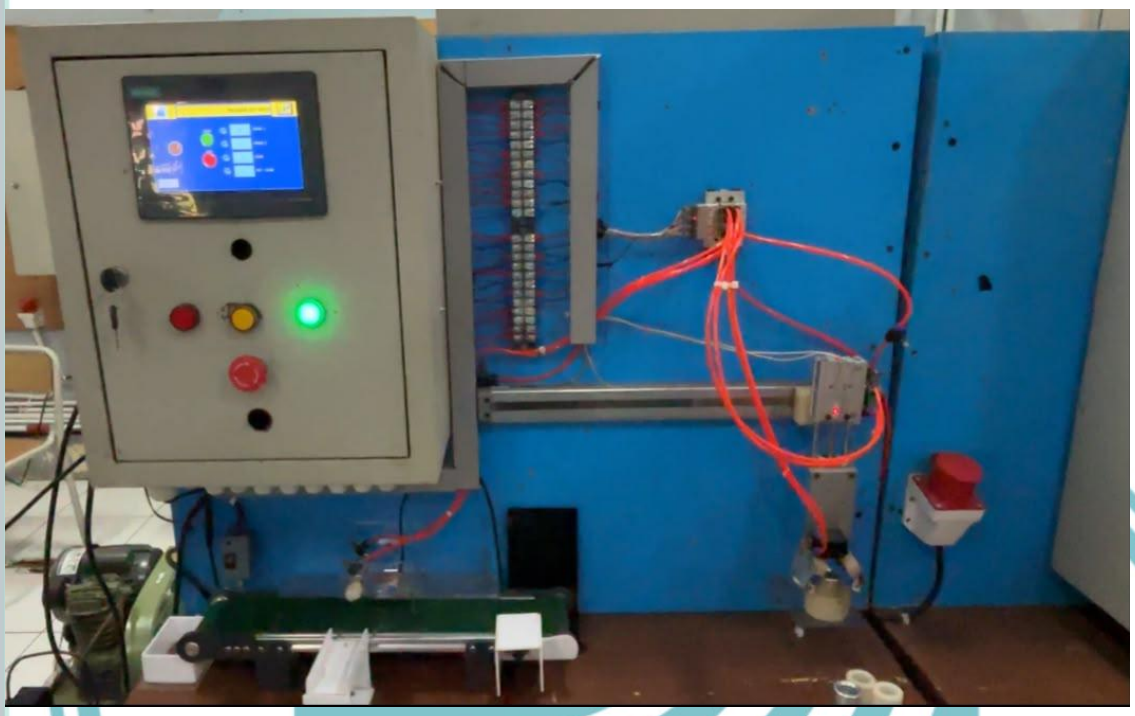
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 11. Foto Alat



POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 12. Dokumentasi Pengerjaan Alat