

**PERANCANGAN PROGRAM PROSES MANUFAKTUR DAN
SIMULASI TROUBLESHOOTING UNTUK MATA KULIAH
PRAKTIK FMS DI PRODI TEKNIK MESIN DAN
MANUFAKTUR**

*Design of Manufacturing Process Program and Troubleshooting
Simulation for FMS Practice Courses in Mechanical and Manufacturing
Engineering Study Programs*

Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan
Diploma IV Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur
Di Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

Rian Rara Ilham

NPM : 1041728



**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2021

**PERANCANGAN PROGRAM PROSES MANUFAKTUR DAN SIMULASI
TROUBLESHOOTING UNTUK MATA KULIAH PRAKTIK FMS DI PRODI
TEKNIK MESIN DAN MANUFAKTUR**

*Design of Manufacturing Process Program and Troubleshooting
Simulation for FMS Practice Courses in Mechanical and Manufacturing
Engineering Study Programs*

Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi
Teknik Mesin dan Manufaktur Di Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

Rian Rara Ilham

NPM : 1041728



**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN PROGRAM PROSES MANUFAKTUR DAN SIMULASI
TROUBLESHOOTING UNTUK MATA KULIAH PRAKTIK FMS DI
PRODI TEKNIK MESIN DAN MANUFAKTUR**

Penulis :

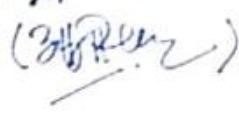
Rian Rara Ilham

NPM : 1041728

Penguji :

1. Ketua : Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc. 

2. Anggota : Erwanto, S.S.T., M.T.

3. Anggota : Boy Rollastin, S.Tr., M.T. 

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 23 Februari 2021

Dan disahkan sesuai dengan ketentuan.

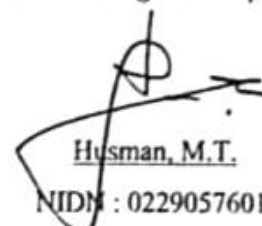
Pembimbing Utama,



Fajar Aswin, S.ST, M.Sc.

NIP : 198403162018031001

Pembimbing Pendamping,



Husman, M.T.

NIDN : 0229057601

Ketua Jurusan,



Pristiansyah, S.S.T., M.Eng

NIP 198801242019031008

ABSTRAK

Flexible Manufacturing System (FMS) adalah sistem manufaktur yang dapat bereaksi secara fleksibel terhadap perubahan-perubahan. Perangkat FMS yang ada di Laboratorium Mekanik Polman Negeri Babel secara spesifik di khususkan untuk mata kuliah praktik Teknologi Manufaktur Lanjut di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur pada semester 5 dengan 2 SKS. Kondisi saat ini, perangkat FMS yang ada belum mampu untuk berkontribusi secara optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran praktik FMS. Tujuan dari praktik FMS sendiri adalah mahasiswa mampu mengoperasikan perangkat FMS dan mensimulasikan beberapa variasi proses Manufakturing. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka akan dilakukan perancangan program proses manufaktur dan simulasi *troubleshooting* untuk mata kuliah praktik FMS di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur. Pada penelitian ini dilakukan adalah merancang program proses manufaktur dengan 3 variasi di perangkat FMS menggunakan PLC. Hasil penelitian ini ialah mendapati proses penyortiran, proses pengeboran, pengambil gambar bagian atas benda kerja dan manual pembelajaran untuk *troubleshooting* dari ketiga proses tersebut.

Kata kunci : *Flexible Manufacturing System*, Perancangan Program, *Troubleshooting*

ABSTRACT

Flexible Manufacturing System(FMS) is a manufacturing system that can react flexibly to changes. The FMS device in the Babel State Polman Mechanic Laboratory is specifically devoted to the Advanced Manufacturing Technology practical course in the Mechanical and Manufacturing Engineering study program in the 5th semester with 2 credits. The current condition, the existing FMS equipment has not been able to contribute optimally in achieving the objectives of learning FMS practice. The purpose of the FMS practice itself is that students are able to operate the FMS device and simulate several variations of the Manufacturing process. Based on the existing problems, a manufacturing process program design and troubleshooting simulation will be carried out for the FMS practical course in the Mechanical and Manufacturing Engineering study program. In this study, the study was to design a manufacturing process program with 3 variations in the FMS using PLC. The results of this study are to find the sorting process, the drilling process, taking the picture of the top of the workpiece and a learning manual for troubleshooting of the three processes.

Keywords: Flexible Manufacturing System, Program Design, Troubleshooting

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat dan rahmat-Nyalah penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Serta Shalawat beserta salam penulis ucapkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan.

Tugas akhir “Perancangan program proses manufaktur dan simulasi *troubleshooting* untuk mata kuliah praktik FMS di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur” merupakan salah satu syarat wajib setiap mahasiswa untuk memenuhi persyaratan Pendidikan Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penelitian ini berisikan hasil penelitian yang penulis lakukan selama program Tugas Akhir berlangsung. Adanya media pembelajaran ini diharapkan dapat membantu mahasiswa.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini :

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah banyak memberikan dukungan baik materil maupun moril serta iringan doa.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Pristiansyah selaku Ka. Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Boy Rollastin S.Tr., M.T. selaku Ka. Prodi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur.
5. Bapak Fajar Aswin, S.S.T., M.Eng. selaku pembimbing I.
6. Bapak Husman, M.T. selaku pembimbing II.
7. Seluruh dosen dan instruktur yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

8. Orang-orang terdekat yang telah memberikan semangat dan dukungan serta doa bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna, terutama dalam segi isi karena keterbatasan waktu dan hambatan yang penulis hadapi. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca agar dapat lebih baik kedepannya.

Besar harapan penulis semoga makalah ini dapat memberikan manfaat dan motivasi bagi pembaca khususnya dan baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Sungailiat, Maret 2021

Rian Rara Ilham

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian	I-2
1.4 Batasan Penelitian	I-2
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Mata kuliah (Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur)	II-1
2.2 <i>Flexible Manufacturing System</i> (FMS)	II-1
2.2.1 Cara kerja FMS	II-7
2.3 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC).....	II-7
2.3.1 Pemrograman PLC	II-7
2.3.2 Fungsi PLC pada FMS	II-8
2.3.3 PLC GLOFA GM6-PAFA	II-8
2.3.3.1 GMWIN	II-8
2.3.3.2 Cara Pengoperasian PLC GLOFA GM6-PAFA	II-9
2.3.3.3 Pengalamatan pada PLC GLOFA GM6-PAFA	II-10
BAB III METODE PENELITIAN	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perancangan Program	IV-1
4.1.1 Proses Penyortiran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i>	IV-2

4.1.2	Proses Pengeboran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i>	IV-4
4.1.3	Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja Metal	IV-6
4.2	<i>Input</i> dan <i>Output</i> PLC	IV-7
4.2.1	Alamat Penggunaan <i>Input</i>	IV-7
4.2.2	Alamat Penggunaan Output	IV-8
4.3	Pembuatan Program	IV-9
4.3.1	Pembuatan Program Penyortiran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i>	IV-9
4.3.2	Pembuatan Program Proses Pengeboran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i>	IV-11
4.3.3	Pembuatan Program Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja <i>Metal</i>	IV-13
4.4	Uji coba Program	IV-15
4.4.1	Uji Coba Program Penyortiran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i> ...	IV-15
4.4.2	Uji Coba Program Pengeboran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i> ...	IV-17
4.4.3	Uji Coba Program Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja <i>Metal</i>	IV-20
4.5	Pembuatan Manual untuk <i>Troubleshooting</i>	IV-22
4.5.1	<i>Troubleshooting</i> Kerusakan <i>Rejector</i> Pada Proses Penyortiran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i>	IV-22
4.5.2	<i>Troubleshooting</i> Kerusakan <i>Solenoid Process</i> Pada Proses Pengeboran Benda Kerja <i>Metal</i> dan <i>Non Metal</i>	IV-24
4.5.3	<i>Troubleshooting</i> Kerusakan <i>Conveyor</i> Pada Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja <i>Metal</i>	IV-25

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	IV-1
5.2	Saran	IV-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Input</i> PLC	IV-7
Tabel 4.2 <i>Output</i> PLC	IV-8
Tabel 4.3 Keterangan <i>input</i> dan <i>output</i> program proses penyortiran benda kerja <i>metal</i> dan <i>non metal</i>	IV-10
Tabel 4.4 Keterangan <i>input</i> dan <i>output</i> pada perancangan program proses pengeboran benda kerja <i>metal</i> dan <i>non metal</i>	IV-12
Tabel 4.5 Keterangan <i>input</i> dan <i>output</i> pada perancangan program proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja <i>metal</i>	IV-14
Tabel 4.6 Permasalahan <i>input</i> dan <i>output</i> agar silinder <i>rejector</i> tidak berfungsi	IV-23
Tabel 4.7 Permasalahan <i>input</i> dan <i>output</i> agar <i>solenoid process</i> tidak berfungsi	IV-24
Tabel 4.8 Permasalahan <i>input</i> dan <i>output</i> agar motor <i>conveyor</i> tidak berfungsi	IV-25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perangkat FMS di Lab. Polman Negeri Babel	II-2
Gambar 2.2 <i>Transprant object holder</i>	II-3
Gambar 2.3 <i>Double acting silinder move</i>	II-3
Gambar 2.4 <i>Drilling</i>	II-3
Gambar 2.5 (a) <i>Sensor inductive</i> , (b) <i>Sensor capacitive</i> dan (c) <i>Sensor photo</i>	II-4
Gambar 2.6 <i>Vision system sensor</i>	II-5
Gambar 2.7 <i>Double acting silinder remove</i>	II-5
Gambar 2.8 <i>Belt conveyor</i>	II-5
Gambar 2.9 Tempat penampungan benda kerja	II-6
Gambar 2.10 Lampu indikator	II-6
Gambar 2.11 <i>Pneumatic solenoid valves</i>	II-6
Gambar 2.12 Cara kerja FMS	II-7
Gambar 2.13 PLC GLOVA-GM6	II-8
Gambar 2.14 <i>software GMWIN</i>	II-9
Gambar 2.15 Pengalamatan	II-10
Gambar 3.1 Diagram alir metode penyelesaian	III-1
Gambar 4.1 Perangkat FMS yang akan dirancang	IV-1
Gambar 4.2 flowchart perancangan program untuk penyortiran benda kerja metal dan non metal	IV-2
Gambar 4.2 flowchart perancangan program untuk penyortiran benda kerja metal dan non metal (Lanjutan)	IV-3
Gambar 4.3 Flowchart perancangan program untuk pengeboran benda kerja metal dan non metal	IV-4
Gambar 4.3 Flowchart perancangan program untuk pengeboran benda kerja metal dan non metal (Lanjutan)	IV-5

Gambar 4.4 Flowchart perancangan program untuk pengambilan gambar bagian atas pada benda kerja metal	IV-6
Gambar 4.4 Flowchart perancangan program untuk pengambilan gambar bagian atas pada benda kerja metal (Lanjutan)	IV-7
Gambar 4.5 Sequential Function Chart proses penyortiran benda kerja metal dan non metal	IV-9
Gambar 4.6 Sequential Function Chart proses pengeboran benda kerja metal dan non metal	IV-11
Gambar 4.7 Sequential Function Chart proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja metal	IV-13
Gambar 4.8 Wiring hardware PLC	IV-15
Gambar 4.9 Silinder supply mendorong benda kerja	IV-15
Gambar 4.10 Silinder move mendorong benda kerja ke conveyor	IV-16
Gambar 4.11 Benda kerja melewati Sensor capacitive, sensor inductive, dan sensor photo	IV-16
Gambar 4.12 Silinder remove mendorong benda kerja ke tempat penampungan 1	IV-17
Gambar 4.13 Conveyor membawa benda kerja menuju penampungan 2	IV-17
Gambar 4.14 Silinder supply mendorong benda kerja	IV-18
Gambar 4.15 Proses pengeboran benda kerja	IV-18
Gambar 4.16 Silinder move mendorong benda kerja ke conveyor	IV-18
Gambar 4.17 Benda kerja melewati Sensor capacitive, sensor inductive, dan sensor photo	IV-19
Gambar 4.18 Silinder remove mendorong benda kerja ke tempat penampungan 1	IV-19
Gambar 4.19 Conveyor membawa benda kerja menuju penampungan 2	IV-20
Gambar 4.20 Silinder supply mendorong benda kerja	IV-20
Gambar 4.21 Silinder move mendorong benda kerja ke conveyor	IV-21
Gambar 4.22 Proses pengambilan gambar bagian atas benda	IV-21

Gambar 4.23 Conveyor membawa benda kerja menuju penampungan IV-22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Flexible Manufacturing System (FMS) adalah sistem manufaktur yang dapat bereaksi secara fleksibel terhadap perubahan-perubahan. Dua macam perubahan sistem itu dapat berupa perubahan tipe produk yang akan dihasilkan (*machine flexibility*), maupun perubahan urutan proses dalam pembuatan produk tersebut (*routing flexibility*). Keuntungan dari penggunaan FMS dalam suatu sistem produksi massal (*mass production*) adalah kemampuan fleksibilitasnya yang tinggi baik dalam mengalokasikan waktu dan usaha, sehingga dapat menaikkan produktivitas dan mutu produk serta menurunkan biaya produksi.

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sebagai salah satu penyelenggara pendidikan vokasi yang menerapkan keseimbangan antara teori dan praktek sudah memiliki perangkat FMS. Perangkat FMS yang ada di Laboratorium Mekanik Polman Negeri Babel secara spesifik di khususkan untuk mata kuliah praktik Teknologi Manufaktur Lanjut di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur pada semester 5 dengan 2 SKS. Tujuan dari praktik FMS sendiri adalah mahasiswa mampu mengoperasikan perangkat FMS dan mensimulasikan beberapa variasi proses Manufakturing. Kondisi saat ini, perangkat FMS yang ada belum mampu untuk berkontribusi secara optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran praktik FMS. Dalam perangkat FMS ini terdapat beberapa kerusakan seperti motor *conveyor* yang tidak berfungsi, tidak adanya kabel koneksi RS232 untuk transfer program dari PC ke PLC, rusaknya *solenoid single valve* untuk silinder *remove*.

Penggunaan simulasi sebagai alat bantu pengajaran FMS sebenarnya bukan hal baru. Sultan [1], telah membuat alat bantu pengerjaan matakuliah manajemen produksi dengan memodelkan pabrik sebenarnya kedalam model simulasi pabrik (Pabrik Virtual) yang bisa disimulasikan di komputer. Pada tahun 2018 [2], Sultan telah mengembangkan teknologi pembelajaran yang sama dengan cara

mengintegrasikan model FMS dalam bentuk model simulasi memanfaatkan perangkat lunak simulasi. Suendratno dan Maryadi [3], telah mengembangkan media SCADA pada FMS untuk meningkatkan kompetensi praktik mahasiswa bidang Otomasi di Program Studi Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta. Eka dkk. [4], telah merancang model simulasi untuk stasiun kerja pada sebuah perangkat FMS dengan tujuan membantu rencana produksi dalam menentukan tiga keputusan penting secara cepat.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka akan dilakukan perancangan program proses manufaktur dan simulasi *troubleshooting* untuk mata kuliah praktik FMS di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat program proses manufaktur di perangkat FMS?
2. Bagaimana membuat manual pembelajaran untuk *troubleshooting* pada perangkat FMS?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Menghasilkan program proses manufaktur dengan 3 variasi di perangkat FMS.
2. Menghasilkan manual pembelajaran untuk *troubleshooting* dari ketiga program proses manufaktur yang telah dibuat.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya dibatasi dengan 3 variasi proses manufaktur di perangkat FMS yang ada di laboratorium Teknik Mesin dan Manufaktur.
2. Penelitian ini menghasilkan manual untuk pembelajaran *troubleshooting* dari ketiga variasi yang telah dibuat.

3. Benda kerja berupa silinder *metal* berwarna alumunium dan *non metal* berwarna putih.

BAB II

LANDASAN TEORI

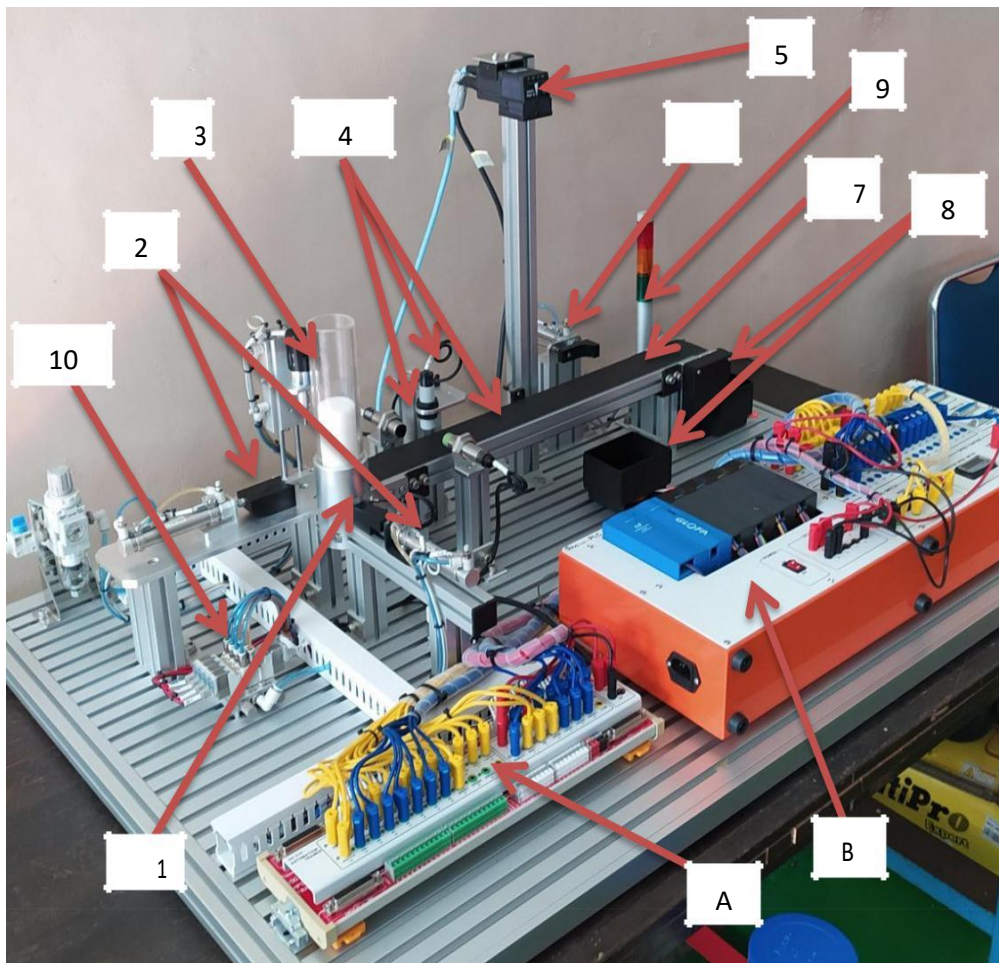
2.1 Mata kuliah (Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur)

Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur merupakan salah satu program studi D4 yang ada di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Capaian pembelajaran program studi ini ialah mampu menerapkan ilmu teknik mesin dengan perencanaan prinsip rekayasa (*engineering principle*) untuk menyelesaikan masalah rekayasa kompleks pada proses manufaktur, rekayasa produk, dan teknologi manufaktur. Teknologi Manufaktur Lanjut merupakan salah satu mata kuliah praktik yang ada di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur. Mata kuliah ini disajikan pada semester 5 dengan 2 SKS. Dalam praktik mata kuliah TMAL terdapat praktik FMS, Tujuan pembelajaran (*learning objectives*) matakuliah sistem manufaktur fleksibel adalah mahasiswa mampu menganalisis kebutuhan industri manufaktur untuk meningkatkan produktivitas dan mampu membuat rancangan implementasi sistem manufaktur fleksibel.

2.2 Flexible Manufacturing System (FMS)

Flexible Manufacturing System adalah sistem manufaktur yang dapat bereaksi secara fleksibel terhadap perubahan-perubahan. Dua macam perubahan sistem itu dapat berupa perubahan tipe produk yang akan dihasilkan (*machine flexibility*), maupun perubahan urutan proses dalam pembuatan produk tersebut (*routing flexibility*). Keuntungan dari penggunaan FMS dalam suatu sistem produksi massal (*mass production*) adalah kemampuan fleksibilitasnya yang tinggi baik dalam mengalokasikan waktu dan usaha, sehingga dapat menaikkan produktivitas dan mutu produk serta menurunkan biaya produksi.

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sebagai salah satu penyelenggara pendidikan vokasi yang menerapkan keseimbangan antara teori dan praktek sudah memiliki perangkat FMS. Perangkat FMS yang ada di Laboratorium Mekanik Polman Babel dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perangkat FMS di Lab. Polman Negeri Babel

Pada perangkat FMS terdapat 2 bagian utama, yaitu:

- A. Bagian *hardware* (*input/output* dan *platform*), untuk mengelompokkan masukan atau keluaran seperti sensor, solenoid, motor, dll.
- B. Bagian *controller* (PLC I/O dan *platform*), untuk mengelompokkan masukan atau keluaran (I/O) dari PLC.

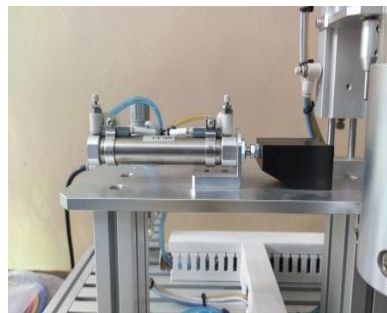
Bagian-bagian pada perangkat FMS yang ada di Laboratorium mekanik Polman Babel, yaitu:

1. *Transprant object holder*, tempat awal benda kerja sebelum di proses yang mana didalam *object holder* tersebut terdapat satu sensor optik untuk mendeteksi keberadaan material. Dapat dilihat pada gambar 2.2.



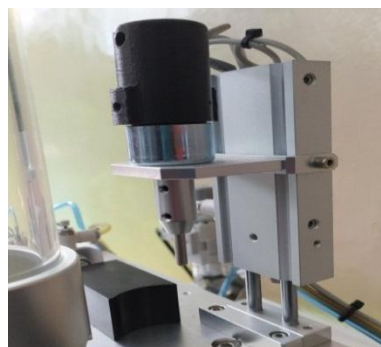
Gambar 2.2 *Transprant object holder*

2. *Double acting* silinder, silinder yang mempunyai dua port *input* dan *output*, silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk masuk ke posisi awal. Silinder yang digunakan terdapat dua sensor magnetik. Dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Double acting silinder move*

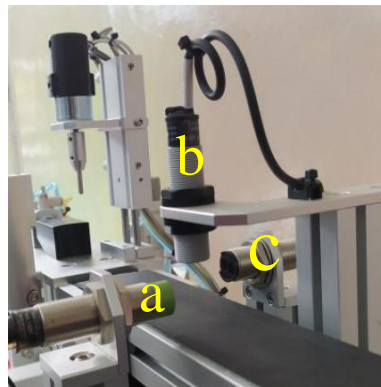
3. *Drilling*, pada proses pengeboran menggunakan motor DC sebagai simulasi pengeboran pada perangkat FMS. Dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Drilling*

4. Sensor *inductive*, sensor *capacitive* dan sensor *photo*, sensor ini memiliki tiga jenis sensor sesuai dengan kebutuhan sebagai berikut:
 - a. Sensor *inductive*, Jenis sensor ini digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah logam. Sensor ini akan bekerja apabila terdapat suatu tegangan sumber, dan isolator pada sensor akan membangkitkan sebuah medan magnet dengan frekuensi tinggi. Dengan proses ini, apabila terdapat sebuah bahan logam yang terdeteksi oleh permukaan sensor maka medan magnet yang di hasilkan akan berubah dan perubahan ini yang akan membuat sensor memberikan sinyal.
 - b. Sensor *capacitive*, sensor ini tidak hanya dapat mendeteksi benda logam saja tetapi juga bisa mendeteksi benda non logam dengan mengukur perbedaan kapasitansi medan listrik pada kapasitor.
 - c. Sensor *photo*, sensor yang dapat mendeteksi cahaya berupa infrared atau sejenisnya yang dipancarkan oleh pemancar yang disebut emitter dan memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda.

Sesor *inductive*, sensor *capacitive* dan sensor *photo* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 (a) Sensor *inductive*, (b) Sensor *capacitive* dan (c) Sensor *photo*

5. *Vision system sensor*, sebuah alat atau sensor yang berfungsi secara umum untuk membuat atau menangkap suatu gambar dari objek, yang selanjutnya akan dibiarkan melalui lensa pada sensor kemudian direkam dan disimpan dalam format digital. Dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Vision system sensor*

6. *Double acting* silinder, silinder yang mempunyai dua port *input* dan *output*, silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk masuk ke posisi awal. Silinder yang digunakan terdapat dua sensor magnetik. Silinder ini digunakan untuk menyortir benda kerja yang telah melewati Sensor *inductive*, sensor *capacitive* dan sensor *photo*. dapat dilihat pada Gambar 2.7



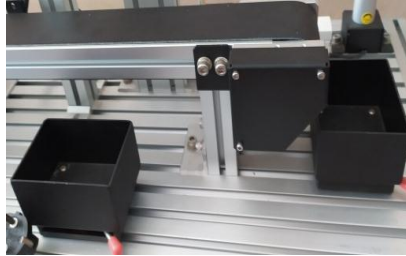
Gambar 2.7 *Double acting silinder remove*

7. *Belt conveyor*, untuk membawa benda kerja yang diproses ke proses selanjutnya. Penggerak utama *belt conveyor* ini menggunakan motor DC. Dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Belt conveyor*

8. Tempat penampung benda kerja, untuk menampung benda kerja setelah melalui beberapa proses. Dapat dilihat pada Gambar 2.9.



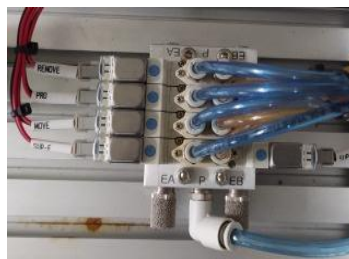
Gambar 2.9 Tempat penampung benda kerja

9. Lampu indikator, untuk menunjukkan proses sedang berjalan atau tidak. Jika lampu indikator berwarna hijau maka proses sedang berjalan sesuai program. Jika lampu indikator berwarna merah atau kuning maka proses dalam kondisi tidak berjalan atau ada error pada sistem. Dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Lampu indikator

10. *Pneumatic solenoid valves*, katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan silinder yang dapat digerakan oleh arus DC. Dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Pneumatic solenoid valves*

2.2.1 Cara kerja FMS

Cara kerja FMS secara sederhana dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Cara kerja FMS

2.3 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller merupakan perangkat *microprocessor* berbasis *controller* yang menggunakan memori terprogram untuk menjalankan suatu instruksi serta fungsi khusus seperti aritmatika, logika, *sequencing* (pengurutan), *timing*, *counting*. Pada umumnya PLC dirancang untuk melakukan pengendalian mesin serta pengendalian proses yang ada pada industri. Keunggulan PLC dibandingkan *controller* yang lain adalah penggunaannya yang jauh lebih mudah, fleksibel, serta tahan terhadap lingkungan industri yang keras. Saat ini di pasaran terdapat aneka macam jenis dan tipe PLC dari ratusan pabrik pembuat, mulai dari yang berskala kecil hingga yang berskala besar dan modern.

PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, seperti menghidupkan atau mematikan keluarannya. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrument keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. PLC merupakan suatu alat pengontrol yang bisa diprogram dengan bahasa program seperti *ladder diagram*, *statment list*, dan *function chart*.

2.3.1 Pemrograman PLC

Instruksi-instruksi dalam bentuk program merupakan masukan bagi PLC sebagaimana pada komputer-komputer lainnya. Tiga bahasa pemrograman yang digunakan pada PLC: *ladder diagrams*, *statment list*, *functional blocks and english statements*. Beberapa sistem PLC bahkan mendukung penggunaan bahasa-bahasa program tingkat tinggi seperti BASIC dan Pascal.

2.3.2 Fungsi PLC pada FMS

- a. Fungsi PLC pada FMS adalah untuk menerima sinyal-sinyal untuk memonitor dan mengaktifasi antrian *input/output* tiap *workload station*.
- b. Mencakup *part processing, inspection, cleaning and others* pada tiap *individual workstations*.
- c. PLC digunakan untuk mengendalikan *control loading unloading and fixture build stations, queuing stations, automatic storage and retrieval systems (ASRS)*, dan *control coolant chip reclamation systems*.
- d. Sinyal-sinyal dikirimkan dan dikembalikan antar PLC dalam FMS dan *host computer* untuk mengaktifasi dan memverifikasi *pallet shipment, movement, registration, and receipts*, dan untuk mengawali aktifitas fungsi-fungsi sistem FMS yang lainnya.

2.3.3 PLC GLOFA GM6-PAFA

PLC yang berfungsi sebagai *controller* pada FMS, PLC yang digunakan merupakan jenis PLC GLOFA GM6-PAFA seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13 PLC jenis ini memungkinkan adanya modifikasi berupa penambahan ataupun pengurangan jumlah modul *input/output* serta modul-modul khusus sesuai kebutuhan.



Gambar 2.13 PLC GLOVA-GM6

2.3.3.1 GMWIN

GMWIN merupakan *software* PLC GLOFA GM6-PAFA yang ditunjukan pada gambar 2.14 *software* ini digunakan untuk membuat program yang nantinya akan ditransfer ke PLC melalui komputer.



Gambar 2.14 *software* GMWIN

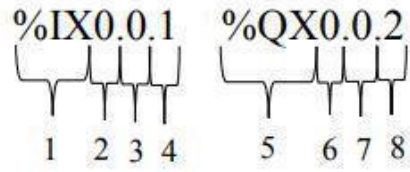
2.3.3.2 Cara Pengoperasian PLC GLOFA GM6-PAFA

PLC GLOFA GM6-PAFA dioperasikan ketika operator memilih mode kontrol otomatis. Mode ini memungkinkan operator untuk menerapkan program PLC yang sudah dirancang sebelumnya ke PLC pada FMS. Berikut merupakan cara pengoperasian PLC GLOFA GM6-PAFA:

1. Siapkan program yang telah dirancang sebelumnya di GMWIN.
2. Pastikan kabel *power* sudah terpasang.
3. Atur *circuit breaker* dalam keadaan *on*.
4. Atur *control select switch* pada keadaan *auto*.
5. Hubungkan PC dengan PLC menggunakan koneksi RS-232.
6. Pastikan *running mode* dari CPU pada keadaan *PAUSE*.
7. *Compile* serta *connect* program PLC melalui GMWIN.
8. Apabila lampu indikator hijau sudah menyala, atur *running mode* dari CPU menjadi keadaan *RUN*.
9. Eksekusi program melalui GMWIN.
10. PLC GLOFA GM6-PAFA akan beroperasi sesuai program yang telah dirancang.

2.3.3.3 Pengalamatan pada PLC GLOFA GM6-PAFA

Agar program yang sudah didesain di GMWIN dapat dijalankan, komponen *input* serta *output* pada program harus diberi pengalamatan sesuai dengan *input* serta *output* pada *platform*. Berikut merupakan aturan pengalamatan pada PLC Glofa seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.15



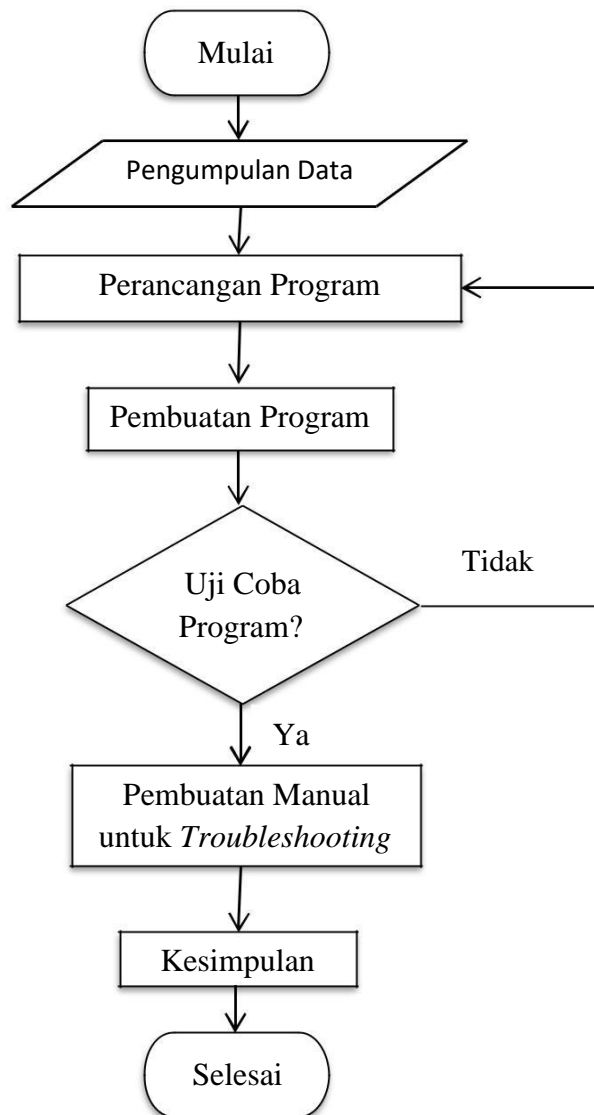
- | | |
|----------|-----------|
| 1. Input | 5. Output |
| 2. Base | 6. Base |
| 3. Slot | 7. Slot |
| 4. Bit | 8. Bit |

Gambar 2.15 Pengalamatan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penyelesaian kegiatan tugas akhir ditunjukkan pada pada gambar 3.1 diagram alir metode penyelesaian.



Gambar 3.1 Diagram alir metode penyelesaian

Tahapan pelaksanaan kegiatan tugas akhir ini yaitu:

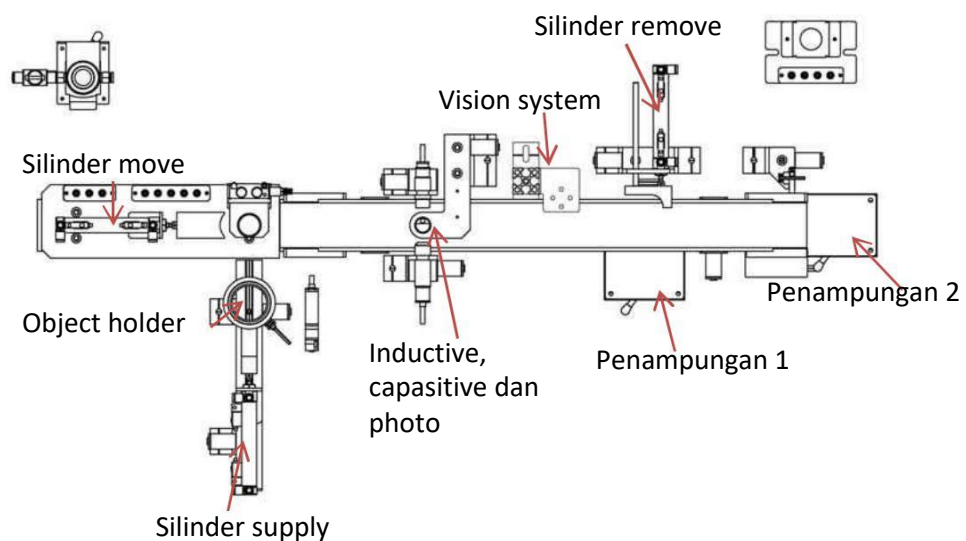
1. Pengumpulan data, untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam merancang program proses manufaktur pada FMS dan manual simulasi *troubleshooting*. Dalam pengumpulan data, cara yang dilakukan, yaitu:
 - Studi literatur terkait mata kuliah FMS di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur, cara membuat program pada FMS dan cara membuat manual *troubleshooting*.
 - Observasi lapangan, untuk memastikan kondisi mesin FMS berfungsi dan apa saja bagian-bagian mesin yang dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran.
 - Wawancara dilakukan kepada dosen pengampuh mata kuliah untuk mendapatkan informasi capaian pembelajaran, permasalahan yang dihadapi, waktu, dll.
2. Perancangan program, kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan konsep proses manufaktur yang akan dibuat pada saat pembelajaran praktik.
3. Pembuatan program, untuk membuat program didapat dari konsep sesuai dengan perancangan program yang telah dirancang.
4. Uji coba program, kegiatan ini dilakukan untuk menguji program apakah program yang telah dibuat sudah sesuai dengan konsep perancangan program.
5. Pembuatan manual untuk *troubleshooting*, pembuatan manual praktikum sesuai program yang dibuat dengan variasi kesalahan-kesalahan dan *troubleshooting* untuk memudahkan pengajar dalam mengevaluasi capaian pembelajaran mata kuliah.

BAB IV

PEMBAHASAN

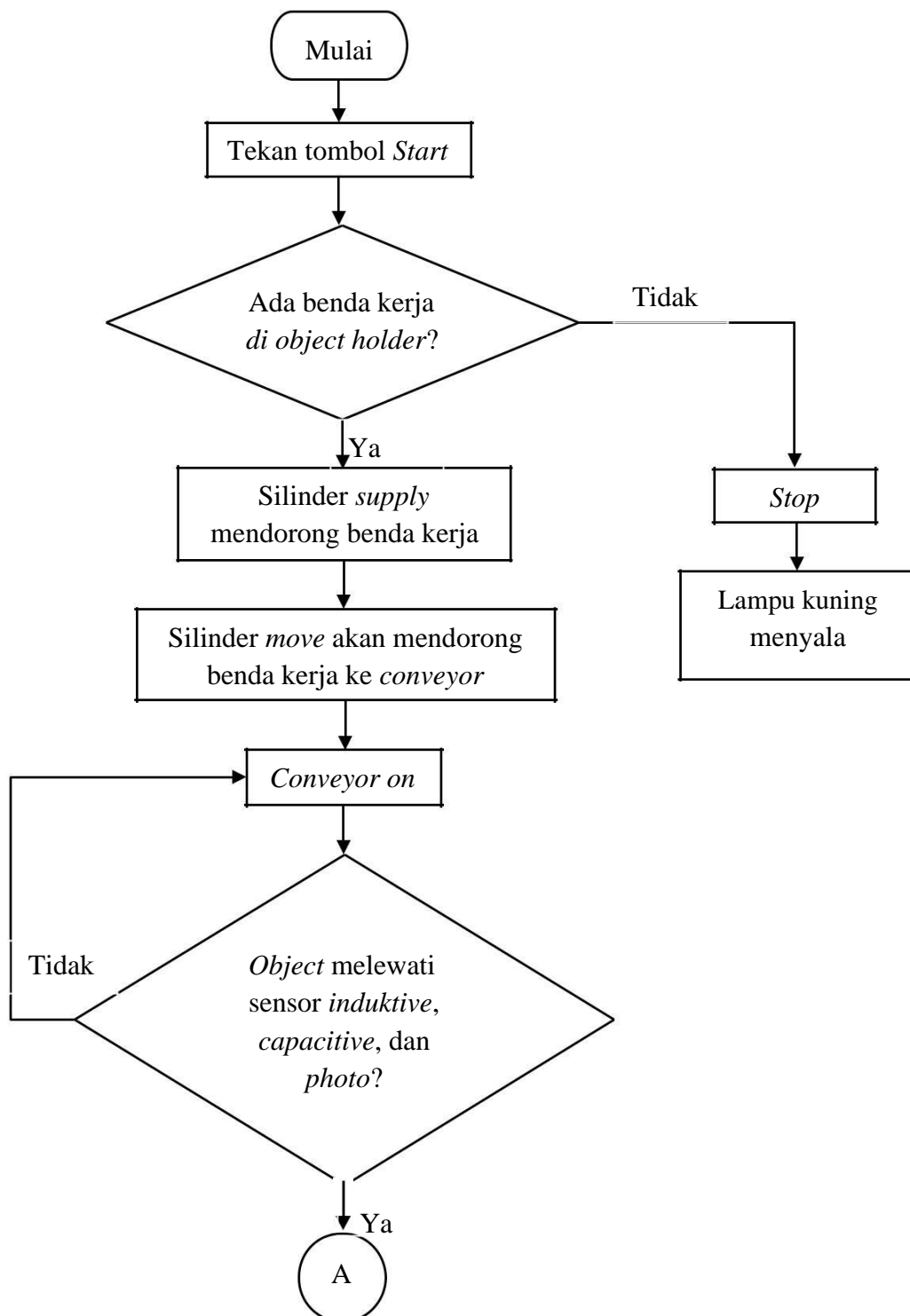
4.1 Perancangan Program

Perancangan program ini dilakukan untuk mendapatkan konsep proses manufaktur yang akan dibuat pada saat pembelajaran praktik. Tahap ini sebagai dasar pengelompokan untuk pembuatan program sistem kontrol dengan pengumpulan data pada FMS yang ada di laboratorium Teknik Mesin Polman Negeri Babel. Pada perancangan program didapatkan 3 variasi proses yaitu, proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*, proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*, dan proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*. Perangkat FMS yang ada di laboratorium Teknik Mesin Polman Negeri Babel dapat dilihat pada Gambar 4.1.

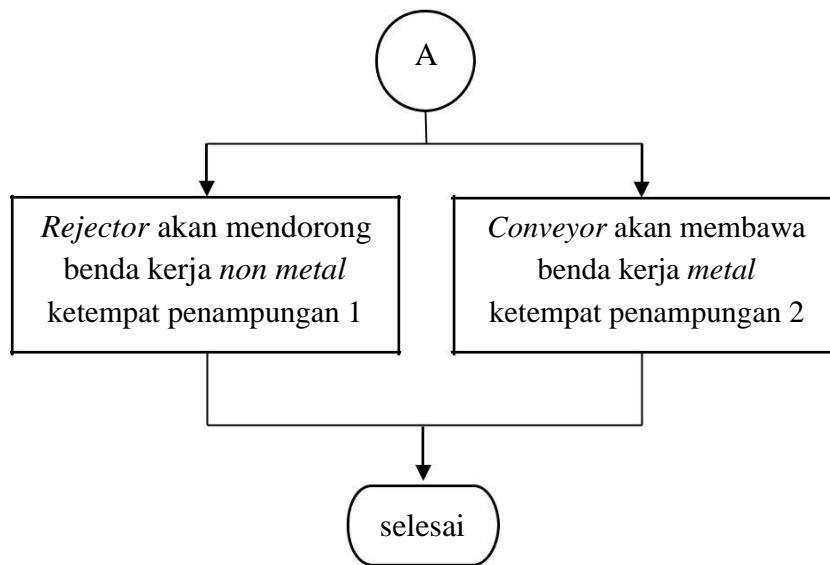


Gambar 4.1 Perangkat FMS yang akan dirancang

4.1.1 Proses Penyortiran Benda Kerja *Metal* dan *Non Metal*

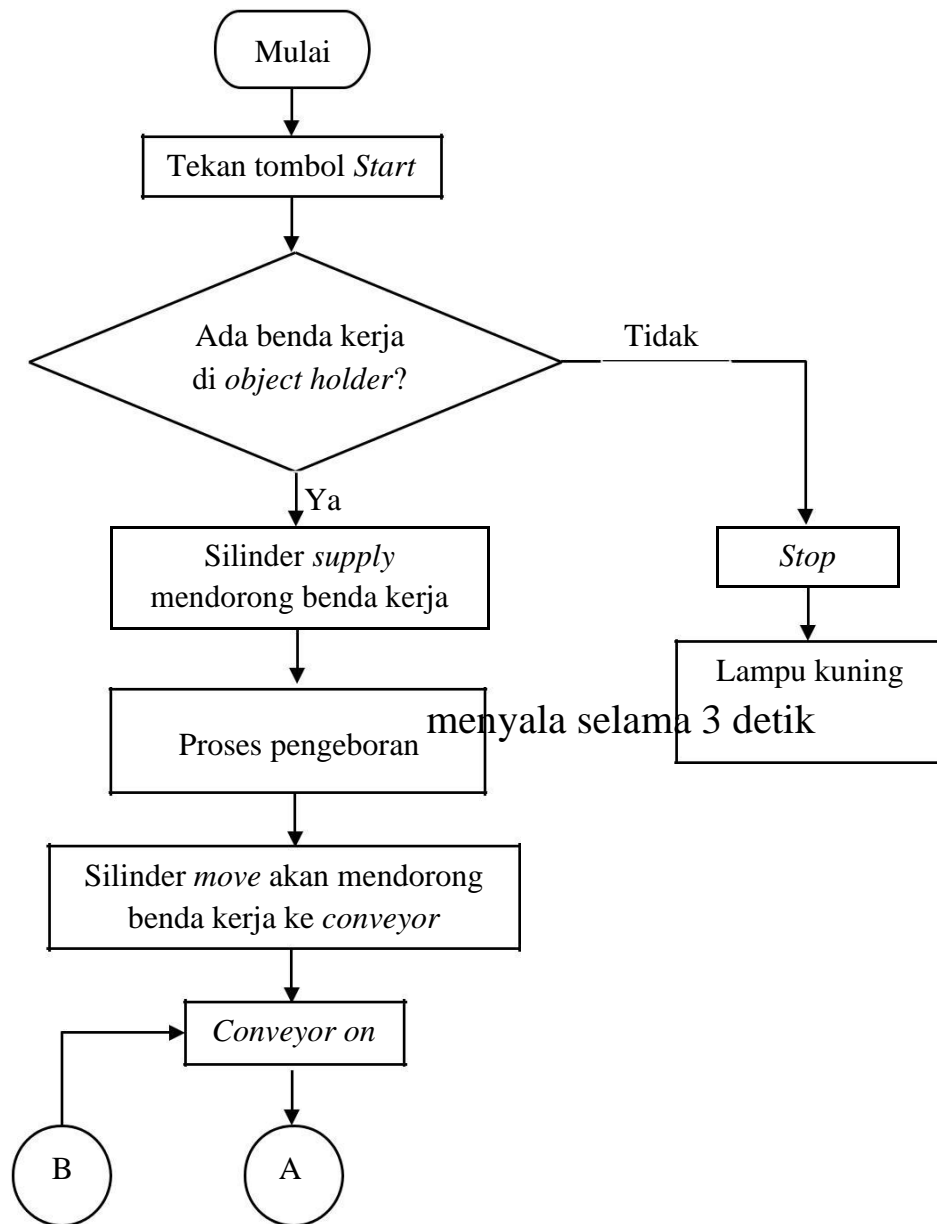


Gambar 4.2 *flowchart* perancangan program untuk penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*

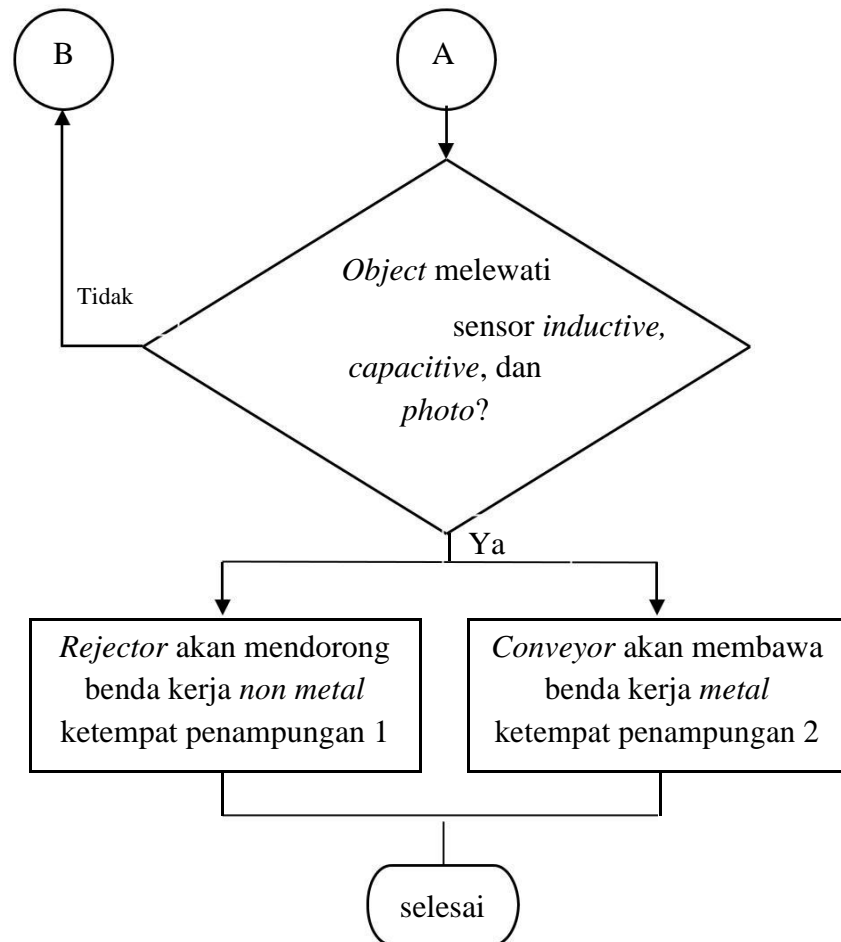


Gambar 4.2 *flowchart* perancangan program untuk penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*
(Lanjutan)

4.1.2 Proses Pengeboran Benda Kerja *Metal* dan *Non Metal*

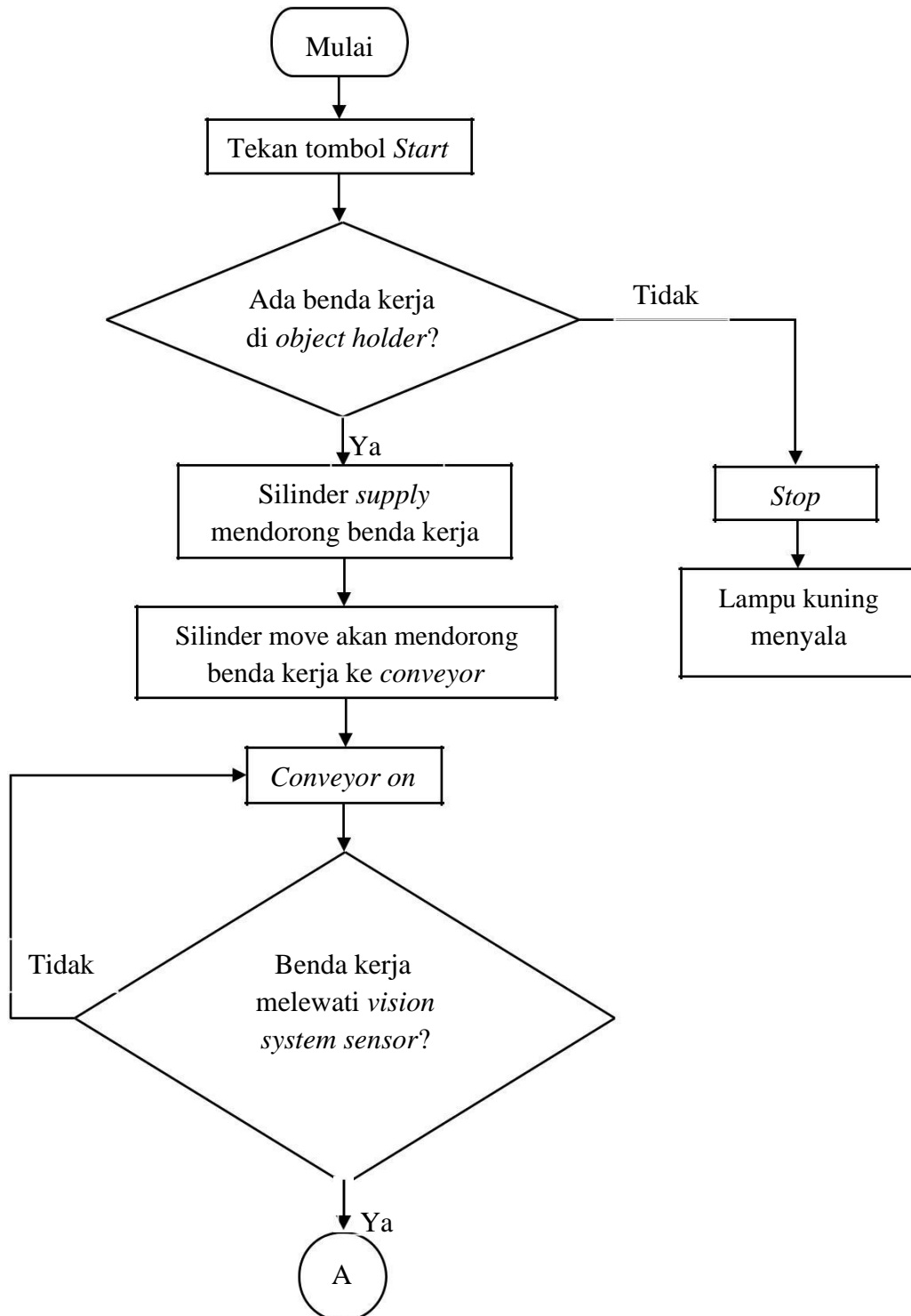


Gambar 4.3 *Flowchart* perancangan program untuk pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*

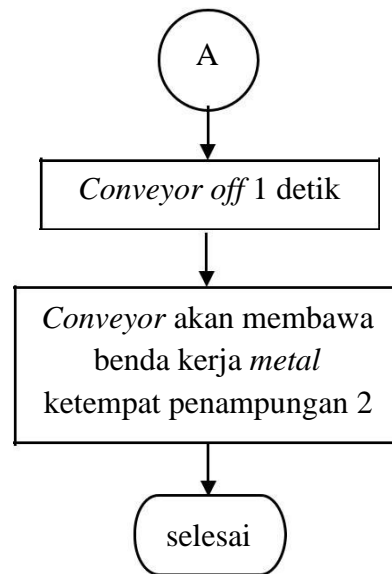


Gambar 4.3 *Flowchart* perancangan program untuk pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*
(Lanjutan)

4.1.3 Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja *Metal*



Gambar 4.4 *Flowchart* perancangan program untuk pengambilan gambar bagian atas pada benda kerja *metal*



Gambar 4.4 *Flowchart* perancangan program untuk pengambilan gambar bagian atas pada benda kerja *metal* (Lanjutan)

4.2 *Input dan Output PLC*

Pada tugas akhir ini, perancangan program proses yang telah dibuat pada perangkat FMS menggunakan sebanyak 15 *input* dan 10 *output*. Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 menunjukkan informasi yang berkaitan dengan perangkat FMS tersebut. Pendataan *input* dan *output* bertujuan untuk mempermudah perancangan dalam mengingat penamaan tiap *input* dan *output* dan juga fungsi dari masing-masingnya.

4.2.1 Alamat Penggunaan *Input*

Tabel 4.1 *Input PLC*

Alamat	Nama	Fungsi
%IX0.0.0	<i>Supply Fwd</i>	Mendeteksi posisi depan silinder <i>supply</i>
%IX0.0.1	<i>Supply Rwd</i>	Mendeteksi posisi mundur silinder <i>supply</i>
%IX0.0.2	<i>Move Fwd</i>	Mendeteksi posisi depan silinder <i>move</i>
%IX0.0.3	<i>Move Rwd</i>	Mendeteksi posisi mundur silinder <i>move</i>
%IX0.0.4	<i>Process Fwd</i>	Mendeteksi posisi silinder pengeboran ke bawah
%IX0.0.5	<i>Process Rwd</i>	Mendeteksi posisi silinder pengeboran ke atas
%IX0.0.6	<i>Remove Fwd</i>	Mendeteksi posisi depan silinder <i>remove</i>

(Lanjutan)

Alamat	Nama	Fungsi
%IX0.0.7	<i>Remove Bwd</i>	Mendeteksi posisi mundur silinder <i>remove</i>
%IX0.0.8	<i>Supply SEN</i>	Mendeteksi benda kerja pada <i>Transprant holder</i>
%IX0.0.9	<i>Sort SEN</i>	Mendeteksi benda kerja pada <i>vision camera</i>
%IX0.0.10	<i>Photo</i>	Sinyal sensor <i>photo</i>
%IX0.0.11	<i>Capacitive</i>	Sinyal sensor <i>capacitive</i>
%IX0.0.12	<i>Inductive</i>	Sinyal sensor <i>inductive</i>
%IX0.1.1	<i>Vision OR</i>	VISION OR
%IX0.1.4	<i>Start</i>	Tombol <i>Start</i>
%IX0.1.5	<i>Stop</i>	Tmbol <i>Stop</i>

4.2.2 Alamat Penggunaan Output

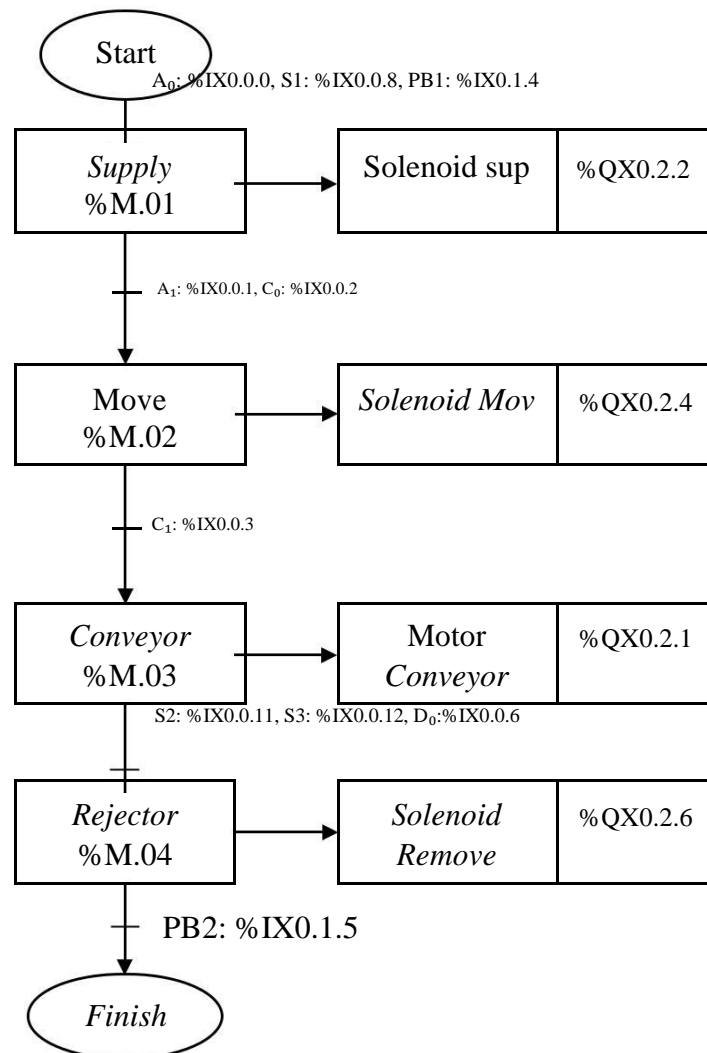
Tabel 4.2 Output PLC

Alamat	Nama	Fungsi
%QX0.2.0	P/M	Motor <i>drilling</i>
%QX0.2.1	C/M	Motor <i>conveyor</i>
%QX0.2.2	<i>Supply Fwd</i>	Bergerak maju silinder <i>supply</i>
%QX0.2.3	<i>Supply Bwd</i>	Bergerak mundur silinder <i>supply</i>
%QX0.2.4	<i>Move</i>	Bergerak maju silinder <i>move</i>
%QX0.2.5	<i>Process</i>	Bergerak kebawah silinder proses
%QX0.2.6	<i>Remove</i>	Bergerak maju silinder <i>remove</i>
%QX0.2.7	<i>User 1</i>	Menghidupkan lampu merah
%QX0.2.8	<i>User 2</i>	Menghidupkan lampu kuning
%QX0.2.9	<i>User 3</i>	Menghidupkan lampu hijau
%QX0.3.0	<i>Vision TRIG</i>	Menghidupkan <i>vision system sensor</i>

4.3 Pembuatan Program

Pembuatan program dari masing-masing perancangan proses yang telah dibuat yaitu, proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*, proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*, dan proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*. Untuk pembuatan program menggunakan diagram *ladder* dengan *software* GMWIN.

4.3.1 Pembuatan Program Penyortiran Benda Kerja *Metal* dan *Non Metal*



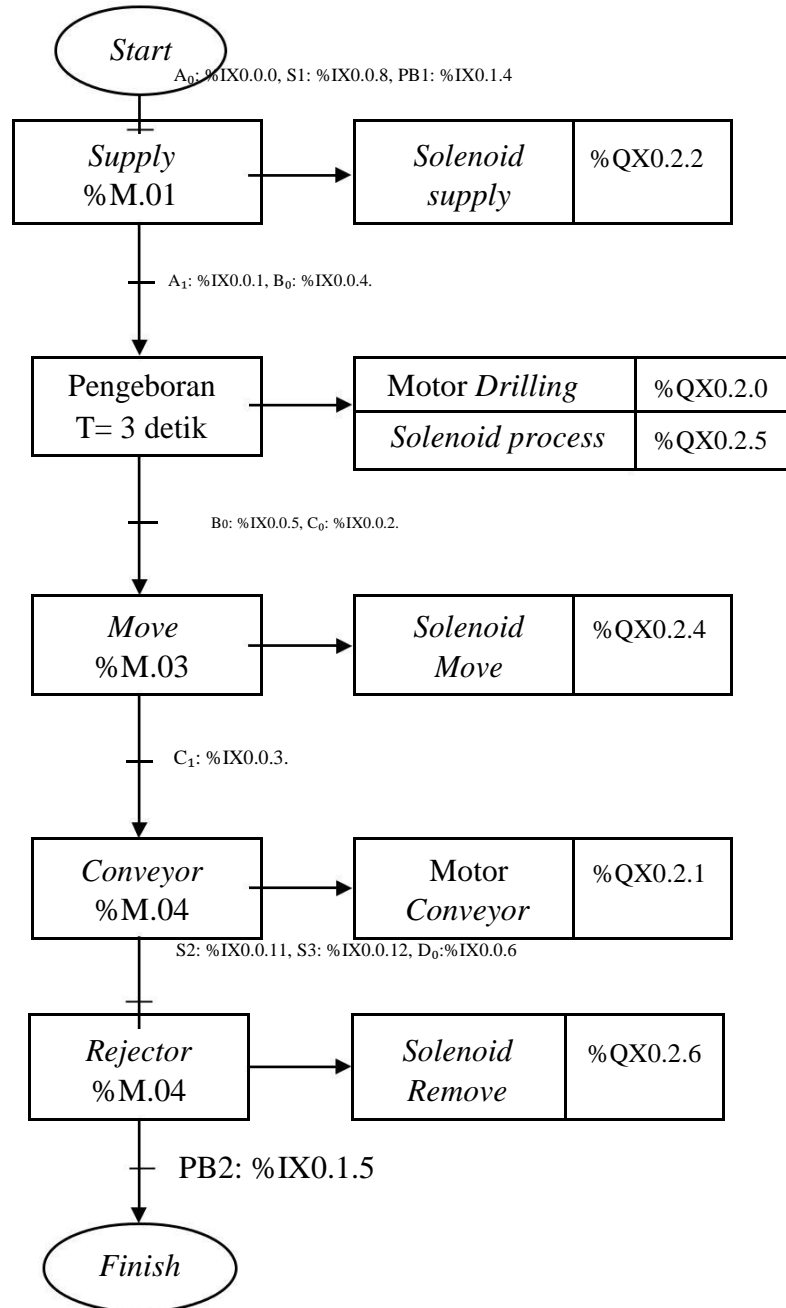
Gambar 4.5 *Sequential Function Chart* proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*

Untuk keterangan *input* dan *output Sequential Function Chart* pada program proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.3 Keterangan *input* dan *output* program proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*

Nama	Keterangan
%IX	Kode <i>Input</i> PLC
%QX	Kode <i>output</i> PLC
%M	Memori PLC
<small>A₀, A₁</small>	Sensor silinder <i>supply forward</i> dan <i>backward</i>
<small>C₀, C₁</small>	Sensor silinder <i>move forward</i> dan <i>backward</i>
<small>D₀, D₁</small>	Sensor silinder <i>remove forward</i> dan <i>backward</i>
S1	Sensor <i>capasitive</i> pada <i>Transprant object holder</i>
S2,S3,S4	Sensor <i>capasitive</i> , sensor <i>inductive</i> , dan sensor <i>photo</i> untuk menyeleksi benda kerja
PB1	Tombol <i>start</i>
PB2	Tombol <i>stop</i>

4.3.2 Pembuatan Program Proses Pengeboran Benda Kerja *Metal* dan *Non Metal*



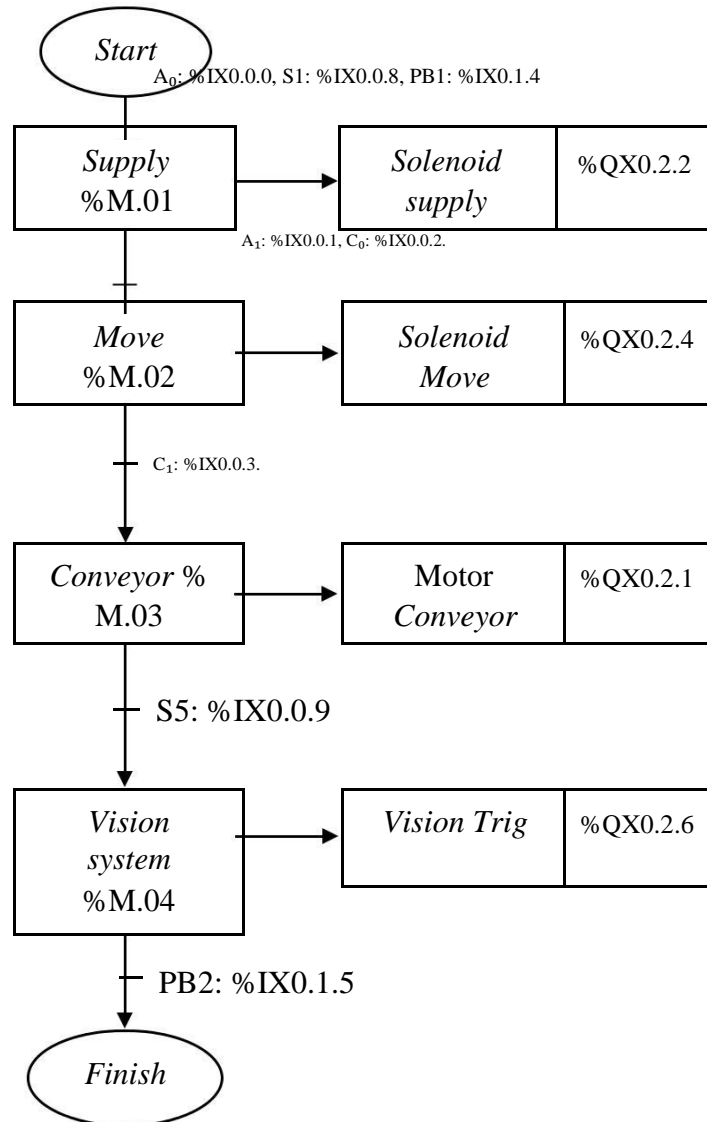
Gambar 4.6 *Sequential Function Chart* proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*

Untuk keterangan *input* dan *output Sequential Function Chart* pada program proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.4 Keterangan *input* dan *output* pada perancangan program proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*

Nama	Keterangan
%IX	Kode <i>input</i> PLC
%QX	Kode <i>output</i> PLC
%M	Memori PLC
<small>A₀, A₁</small>	Sensor silinder <i>supply forward</i> dan <i>backward</i>
<small>B₀, B₁</small>	Sensor silinder proses bor <i>upward</i> dan <i>downward</i>
<small>C₀, C₁</small>	Sensor silinder <i>move forward</i> dan <i>backward</i>
<small>D₀, D₁</small>	Sensor silinder <i>remove forward</i> dan <i>backward</i>
S1	Sensor optik pada <i>Transprant object holder</i>
S2,S3,S4	Sensor <i>capasitive</i> , sensor <i>inductive</i> , dan sensor <i>photo</i> untuk menyeleksi benda kerja
PB1	Tombol <i>start</i>
PB2	Tombol <i>stop</i>
T	Timer

4.3.3 Pembuatan Program Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja Metal



Gambar 4.7 Sequential Function Chart proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja metal

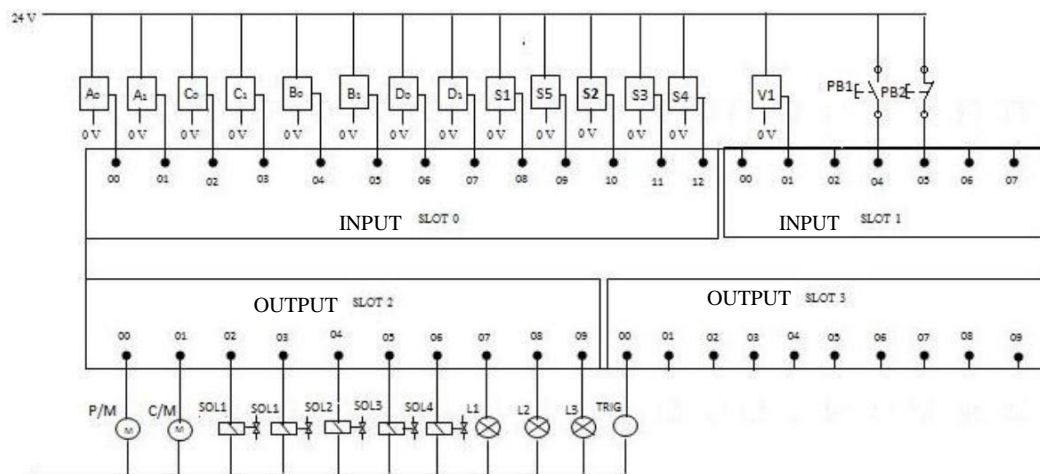
Untuk keterangan *input* dan *output Sequential Function Chart* pada program proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal* dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.5 Keterangan *input* dan *output* pada perancangan program proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*

Nama	Keterangan
%IX	Kode <i>input</i> PLC
%QX	Kode <i>output</i> PLC
%M	Memori PLC
A_0, A_1	Sensor silinder <i>supply forward</i> dan <i>backward</i>
C_0, C_1	Sensor silinder <i>move forward</i> dan <i>backward</i>
S1	Sensor optik pada <i>Transprant object holder</i>
S5	Sensor kapasitif pada <i>sytem vision sensor</i>
PB1	Tombol <i>start</i>
PB2	Tombol <i>stop</i>

4.4 Uji coba Program

Uji coba program ini bertujuan untuk menguji rancangan yang telah dibuat apakah dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam pengujian program harus melakukan pengkabelan atau *wiring* pada *hardware* PLC terlebih dahulu. *Wiring* pada *hardware* PLC harus sesuai dengan pengalaman input dan output dalam pembuatan program. Pengkabelan komponen input dan output dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Wiring hardware PLC

4.4.1 Uji Coba Program Penyortiran Benda Kerja *Metal* dan *Non Metal*

Pada uji coba pertama, yang dilakukan adalah meletakkan benda kerja pada *Transprant object holder* agar keadaan sensor *supply* aktif, setelah itu tekan tombol *start* sebagai tanda awal mulanya proses, setelah menekan tombol *start* maka silinder *supply* akan mendorong benda kerja ke silinder *move*. Dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Silinder *supply* mendorong benda kerja

Ketika silinder *supply* kembali ke posisi awal maka silinder *move* akan aktif dan mendorong benda kerja ke *conveyor*. Dapat dilihat pada Gambar 4.10.



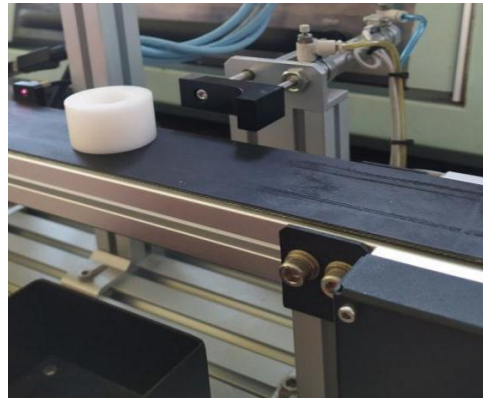
Gambar 4.10 Silinder *move* mendorong benda kerja ke *conveyor*

Ketika silinder *move* kembali ke posisi awal maka akan mengaktifkan motor *conveyor* dan membawa benda kerja melewati sensor *photo*, sensor *capasitive*, dan sensor *inductive*. Dapat dilihat pada Gambar 4.11.



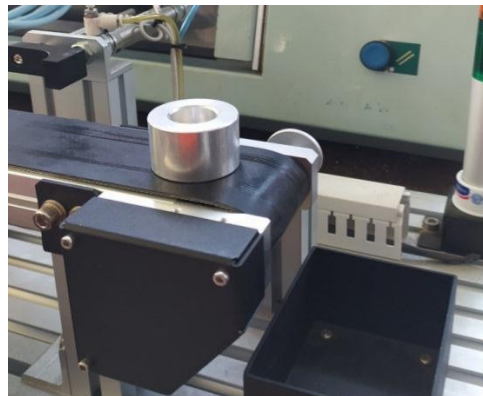
Gambar 4.11 Benda kerja melewati Sensor *capasitive*, sensor *inductive*, dan sensor *photo*

Ketika benda kerja *non metal* maka sensor *inductive* akan mengaktifkan silinder *remove* dan mendorong benda kerja ke tempat penampungan 1. Dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Silinder *remove* mendorong benda kerja ke tempat penampungan 1

Dan apabila benda kerja *metal* maka *conveyor* akan membawa benda kerja menuju tempat penampungan 2 dapat dilihat pada Gambar 4.13. Setelah motor *conveyor* mati maka akan mengaktifkan silinder *supply* untuk memulai proses berikutnya.



Gambar 4.13 *Conveyor* membawa benda kerja menuju penampungan 2

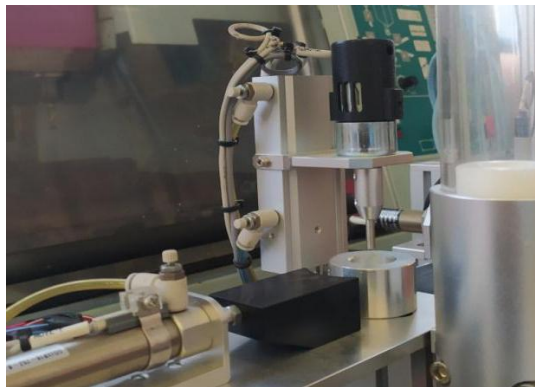
4.4.2 Uji Coba Program Pengeboran Benda Kerja *Metal* dan *Non Metal*

Pada uji coba pertama, yang dilakukan adalah meletakkan benda kerja pada *Transprant object holder* agar keadaan sensor *supply* aktif, setelah itu tekan tombol *start* sebagai tanda awal mulanya proses, setelah menekan tombol *start* maka silinder *supply* akan mendorong benda kerja ke proses pengeboran. Dapat dilihat pada Gambar 4.14.



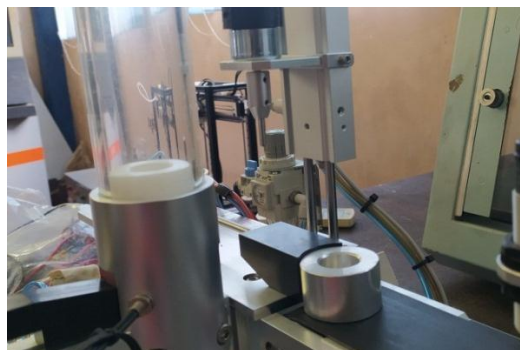
Gambar 4.14 Silinder *supply* mendorong benda kerja

Ketika silinder *supply* kembali keposisi awal maka silinder proses *drilling* akan aktif dan melakukan proses *drilling* selama 3 detik. Dapat dilihat pada Gambar 4.15.



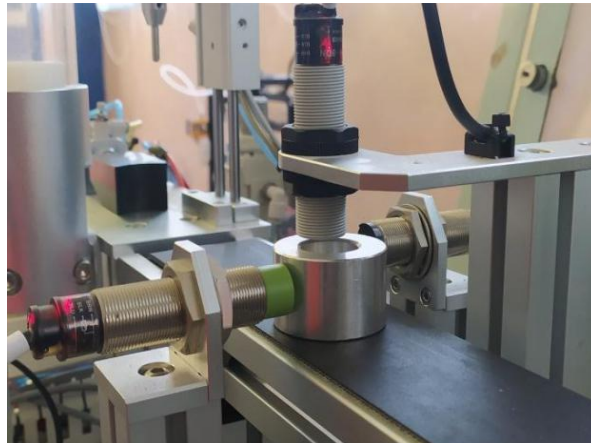
Gambar 4.15 Proses pengeboran benda kerja

Setelah proses *drilling* selesai maka silinder proses *drilling* akan kembali ke posisi awal dan mengaktifkan silinder *move* untuk mendorong benda kerja ke *conveyor*. Dapat dilihat pada Gambar 4.16.



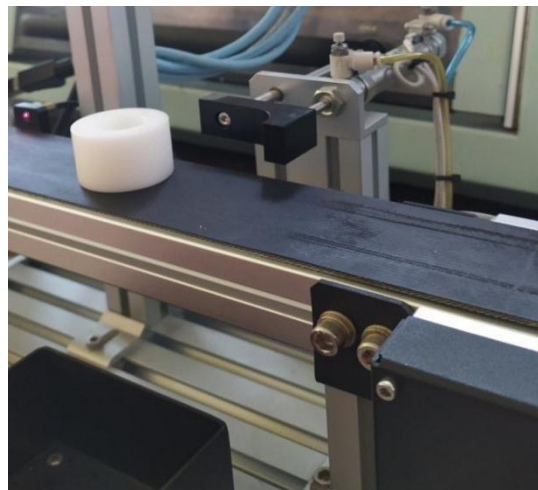
Gambar 4.16 Silinder *move* mendorong benda kerja ke *conveyor*

Ketika silinder *move* kembali ke posisi awal maka akan mengaktifkan motor *conveyor* dan membawa benda kerja melewati sensor *photo*, sensor *capasitive*, dan sensor *inductive*. Dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Benda kerja melewati Sensor *capasitive*, sensor *inductive*, dan sensor *photo*

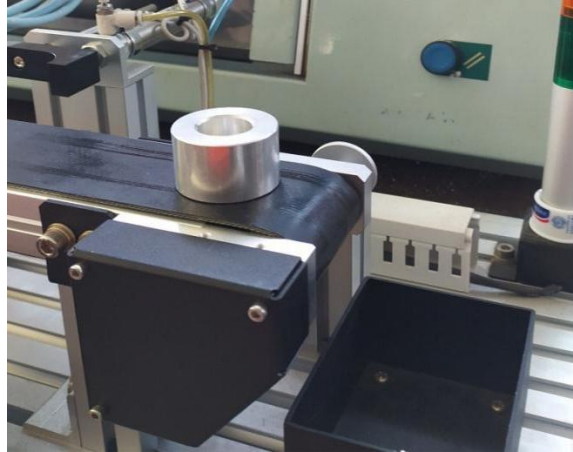
Ketika benda kerja *non metal* maka sensor *inductive* akan mengaktifkan silinder *remove* dan mendorong benda kerja ketempat penampungan 1. Dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Silinder *remove* mendorong benda kerja ke tempat penampungan 1

Apabila benda kerja *metal* maka *conveyor* akan membawa benda kerja menuju tempat penampungan 2. Dapat dilihat pada Gambar 4.19. Setelah motor

conveyor mati maka akan mengaktifkan silinder *supply* untuk memulai proses berikutnya.



Gambar 4.19 *Conveyor* membawa benda kerja menuju penampungan 2

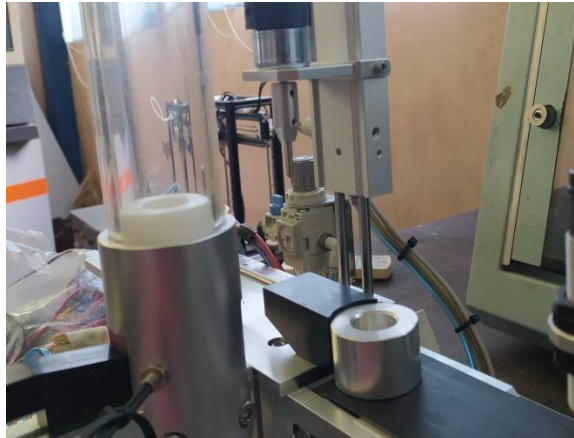
4.4.3 Uji Coba Program Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja Metal

Pada uji coba pertama, yang dilakukan adalah meletakkan benda kerja pada *Transprant object holder* agar keadaan sensor *supply* aktif, setelah itu tekan tombol *start* sebagai tanda awal mulanya proses, setelah menekan tombol *start* maka silinder *supply* akan mendorong benda kerja ke silinder *move*. Dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Silinder *supply* mendorong benda kerja

Ketika silinder *supply* kembali ke posisi awal maka silinder *move* akan aktif dan mendorong benda kerja ke *conveyor*. Dapat dilihat pada Gambar 4.21.



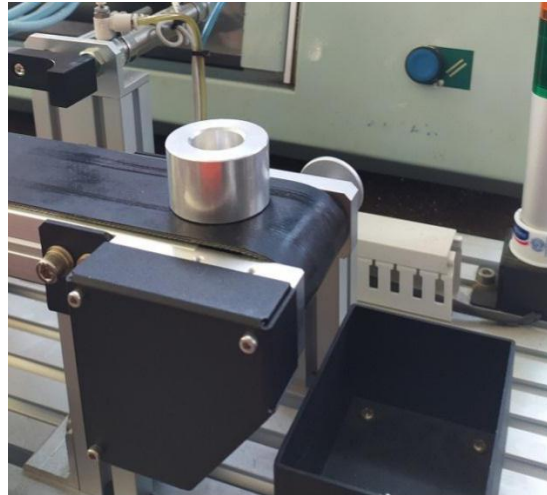
Gambar 4.21 Silinder *move* mendorong benda kerja ke *conveyor*

Ketika silinder *move* kembali ke posisi awal maka akan mengaktifkan motor *conveyor* dan membawa benda kerja ke *system vision sensor*. Pada *system vision sensor* terdapat 1 sensor optik untuk mendeteksi benda kerja. Apabila benda kerja melewati sensor tersebut maka *conveyor* akan berhenti selama 1 detik dan proses pengambilan gambar menggunakan *system vision sensor*. Dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja

Ketika proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja telah selesai maka *conveyor* akan on kembali dan membawa benda kerja ke tempat penampungan. Dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 *Conveyor* membawa benda kerja menuju penampungan

4.5 Pembuatan Manual untuk *Troubleshooting*

Pembuatan manual praktikum sesuai program yang dibuat dengan variasi kesalahan-kesalahan dan *troubleshooting* untuk memudahkan pengajar dalam mengevaluasi capaian pembelajaran mata kuliah pada perangkat FMS. Dalam pembuatan manual untuk *troubleshooting* pengajar harus mengetahui permasalahan yang dibuat dan bagaimana *troubleshooting* tersebut dapat diselesaikan.

4.5.1 *Troubleshooting* kerusakan *rejector* pada proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*

Untuk pembuatan *troubleshooting* kerusakan *rejector* harus melihat *Sequential Function Chart* program penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal* agar bisa mengetahui bagian *input* dan *output* mana yang harus di buat permasalahannya. Pada tabel 4.4 menunjukan kabel *input* dan *output* mana yang harus di buat permasalahannya dengan cara mengganjal kabel tersebut dengan plastik agar silinder *rejector* tidak berfungsi.

Tabel 4.6 Permasalahan *input* dan *output* agar silinder *rejector* tidak berfungsi

Kondisi Permasalahan	Keterangan
<i>Output</i> S2 ke <i>input</i> PLC	Tidak ada tegangan pada <i>input</i> PLC sehingga silinder <i>rejector</i> tidak berfungsi
<i>Output</i> PLC ke <i>input solenoid remove</i>	Tidak ada tegangan pada <i>input Solenoid Remove</i> sehingga silinder <i>rejector</i> tidak berfungsi

Setelah silinder *rejector* tidak berfungsi maka mahasiswa harus menjalankan program proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*. Ketika proses sudah berjalan dan silinder *rejector* tidak berfungsi maka mahasiswa harus menganalisa kerusakan yang paling dekat dengan silinder *rejector* melalui *Sequential Function Chart* dan mencari *hardware/kabel* yang bermasalah melalui *wiring diagram*. Langkah awal yang harus dilakukan jika silinder *rejector* tidak berfungsi adalah melakukan pengecekan kabel menggunakan *multitester* pada *output* S2 apakah terhubung dengan *input* PLC (%IX0.0.11), jika terhubung maka *output* dari S2 ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* S3 apakah terhubung dengan *input* PLC (%IX0.0.12), jika terhubung maka *output* dari S3 ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* D0 apakah terhubung dengan *input* PLC (%IX0.0.6), jika terhubung maka *output* dari D0 ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* PLC (%QX0.2.6) apakah terhubung dengan *input solenoid remove*, jika terhubung maka *wiring* pada *hardware* tidak bermasalah. Kemudian lakukan pengecekan pada silinder *rejector* apakah masih bisa digunakan atau tidak, jika tidak bisa digunakan maka ganti silinder *rejector* tersebut. Jika silinder *rejector* tersebut sudah di ganti dan masih mengalami masalah maka lakukan pengecekan program apakah sudah benar pengalamatan *input* dan *output* pada program dengan *wiring hardware*.

4.5.2 Troubleshooting Kerusakan Solenoid Process Pada Proses Pengeboran

Benda Kerja Metal dan Non Metal

Untuk pembuatan *troubleshooting* kerusakan *solenoid Process* harus melihat *Sequential Function Chart* program pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal* agar pengajar bisa mengetahui bagian *input* dan *output* mana yang harus di buat permasalahannya. Pada tabel 4.5 menunjukan kabel *input* dan *output* mana yang harus di buat permasalahannya dengan cara mengganjal kabel tersebut dengan plastik agar *solenoid process* tidak berfungsi.

Tabel 4.7 Permasalahan *input* dan *output* agar *solenoid process* tidak berfungsi

Kondisi Permasalahan	Keterangan
<i>Output A₁</i> ke <i>input</i> PLC	Tidak ada tegangan pada <i>input</i> PLC sehingga <i>solenoid process</i> tidak berfungsi
<i>Output</i> PLC ke <i>input solenoid process</i>	Tidak ada tegangan pada <i>input solenoid process</i> sehingga proses pengeboran tidak berfungsi

Setelah *solenoid process* tidak berfungsi maka mahasiswa harus menjalankan program proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*. Ketika proses sudah berjalan dan silinder *process* tidak berfungsi. Maka mahasiswa harus menganalisa kerusakan yang paling dekat dengan silinder *process* melalui *Sequential Function Chart* dan mencari *hardware*/kabel yang bermasalah melalui *wiring diagram*. Langkah awal yang harus dilakukan jika *solenoid process* tidak berfungsi adalah lakukan pengecekan kabel menggunakan *multitester* pada *output A₁* apakah terhubung dengan *input* PLC (%IX0.0.1), jika terhubung maka *output* dari *A₁* ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output B₀* apakah terhubung dengan *input* PLC (%IX0.0.4), jika terhubung maka *output* dari *B₀* ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* PLC (%QX0.2.0) apakah terhubung dengan *input solenoid process*, jika terhubung maka *wiring* pada *hardware* tidak bermasalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *solenoid process* apakah masih bisa digunakan atau tidak, jika tidak bisa digunakan maka ganti *solenoid* tersebut. Jika *solenoid process* tersebut

sudah di ganti dan masih mengalami masalah maka lakukan pengecekan program apakah sudah benar pengalamatan *input* dan *output* pada program dengan *wiring hardware*.

4.5.3 *Troubleshooting* Kerusakan Motor *Conveyor* Pada Proses Pengambilan Gambar Bagian Atas Benda Kerja *Metal*

Untuk pembuatan *troubleshooting* kerusakan motor *conveyor* harus melihat *Sequential Function Chart* program penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal* agar pengajar bisa mengetahui bagian *input* dan *output* mana yang harus di buat permasalahannya. Pada tabel 4.6 menunjukan kabel *input* dan *output* mana yang harus di buat permasalahannya dengan cara mengganjal kabel tersebut dengan plastik agar motor *conveyor* tidak berfungsi.

Tabel 4.8 Permasalahan *input* dan *output* agar motor *conveyor* tidak berfungsi

Kondisi Permasalahan	Keterangan
<i>Output</i> C ₁ ke <i>input</i> PLC	Tidak ada tegangan pada <i>input</i> PLC sehingga motor <i>conveyor</i> tidak berfungsi
<i>Output</i> PLC ke <i>input</i> motor <i>conveyor</i>	Tidak ada tegangan pada <i>input</i> motor <i>conveyor</i> sehingga proses motor <i>conveyor</i> tidak berfungsi

Setelah motor *conveyor* tidak berfungsi maka mahasiswa harus menjalankan program proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*. Ketika proses sudah berjalan dan motor *conveyor* tidak berfungsi. Maka mahasiswa harus menganalisa kerusakan yang paling dekat dengan motor *conveyor* melalui *Sequential Function Chart* dan mencari *hardware*/kabel yang bermasalah melalui *wiring diagram*. Langkah awal yang harus dilakukan jika motor *conveyor* tidak berfungsi adalah lakukan pengecekan kabel menggunakan *multitester* pada *output* C₁ apakah terhubung dengan *input* PLC (%IX0.0.3), jika terhubung maka *output* dari C₁ ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* PLC (%QX0.2.1) apakah terhubung dengan *input* motor *conveyor*, jika terhubung maka *wiring* pada *hardware* tidak bermasalah. Kemudian lakukan pengecekan pada motor *conveyor* apakah masih bisa digunakan atau tidak, jika

tidak bisa digunakan maka ganti motor *conveyor* tersebut. Jika motor *conveyor* tersebut sudah di ganti dan masih mengalami masalah maka lakukan pengecekan program apakah sudah benar pengalamatan *input* dan *output* pada program dengan *wiring hardware*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Terdapat 3 variasi konsep perancangan program antara lain:
 - a. Proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*.
 - b. Proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*.
 - c. Proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*.
2. Terdapat manual *troubleshooting* antara lain:
 - a. *Troubleshooting* kerusakan silinder *rejector* pada proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*.
 - b. *Troubleshooting* kerusakan solenoid *process* pada proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*.
 - c. *Troubleshooting* kerusakan motor *conveyor* pada proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*.
3. Jumlah I/O PLC = 16 *input*, 11 *output*. Yang digunakan dalam proses penyortiran benda kerja metal dan non metal, proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*, dan proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja *metal*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

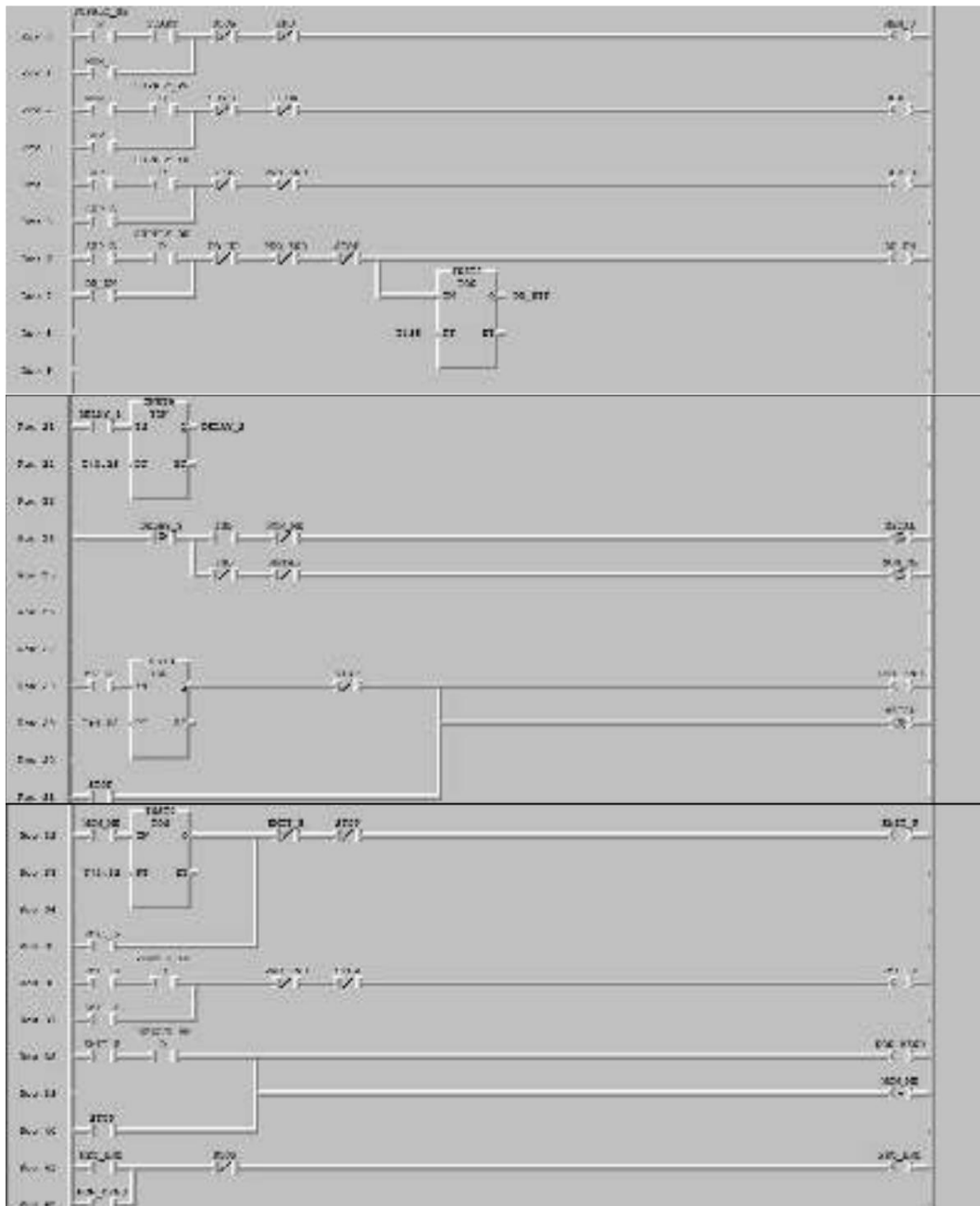
1. Diharapkan konsep yang telah dirancang dapat direalisasikan dengan membuat *prototype* simulasi kontrol sehingga dapat mempermudah proses pembelajaran dan dapat menambah pengetahuan mengenai sistem kontrol.
2. Dapat dilakukan pembuatan rancangan selanjutnya secara kontinu sehingga dapat terus memperbarui sistem kontrol pada industri manufaktur yang semakin canggih.

DAFTAR PUSTAKA

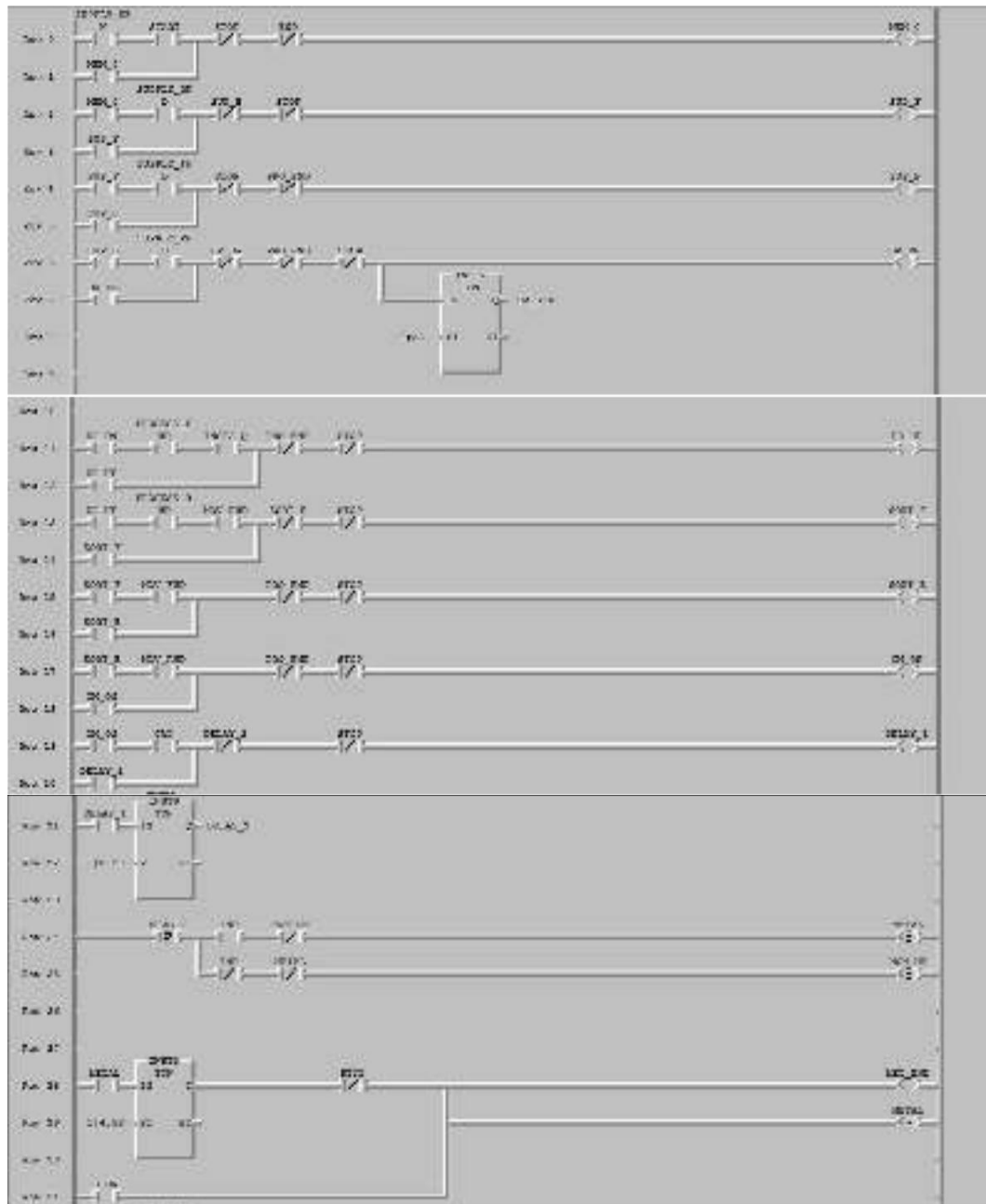
- [1] Ahmad Zubair Sultan, "Pemodelan dan Simulasi FMS untuk Menunjang Proses Pembelajaran di Laboratorium CNC PNUP," *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, vol. VII, no. 1, pp. 22-39, 2009.
- [2] Ahmad Zubair Sultan and Nur Hamzah, "Pengembangan Teknologi Pembelajaran Sistem Manufaktur Fleksibel dengan Integrasi Perangkat Lunak Simulasi," in *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, Ujung Pandang, 2018, pp. 89-95.
- [3] Muhammad Suendartno and Totok Heru Tri Maryadi, "Pengembangan Media SCADA pada Sistem Manufaktur Fleksibel (SMF) Untuk Peningkatan Kompetensi Praktik Teknik Kontrol dan Akuisisi Data," *Jurna Pendidikanl Teknik Mekatronika*, vol. VIII, no. 3, pp. 249-255, 2018.
- [4] Eka K. A. Pakpahan, Sonna Kristina, and Ari Setiawan, "Model Simulasi Untuk Sistem Manufaktur Fleksibel," *Jurnal Telematika*, vol. XIII, no. 2, pp. 119-125, 2019.

LAMPIRAN

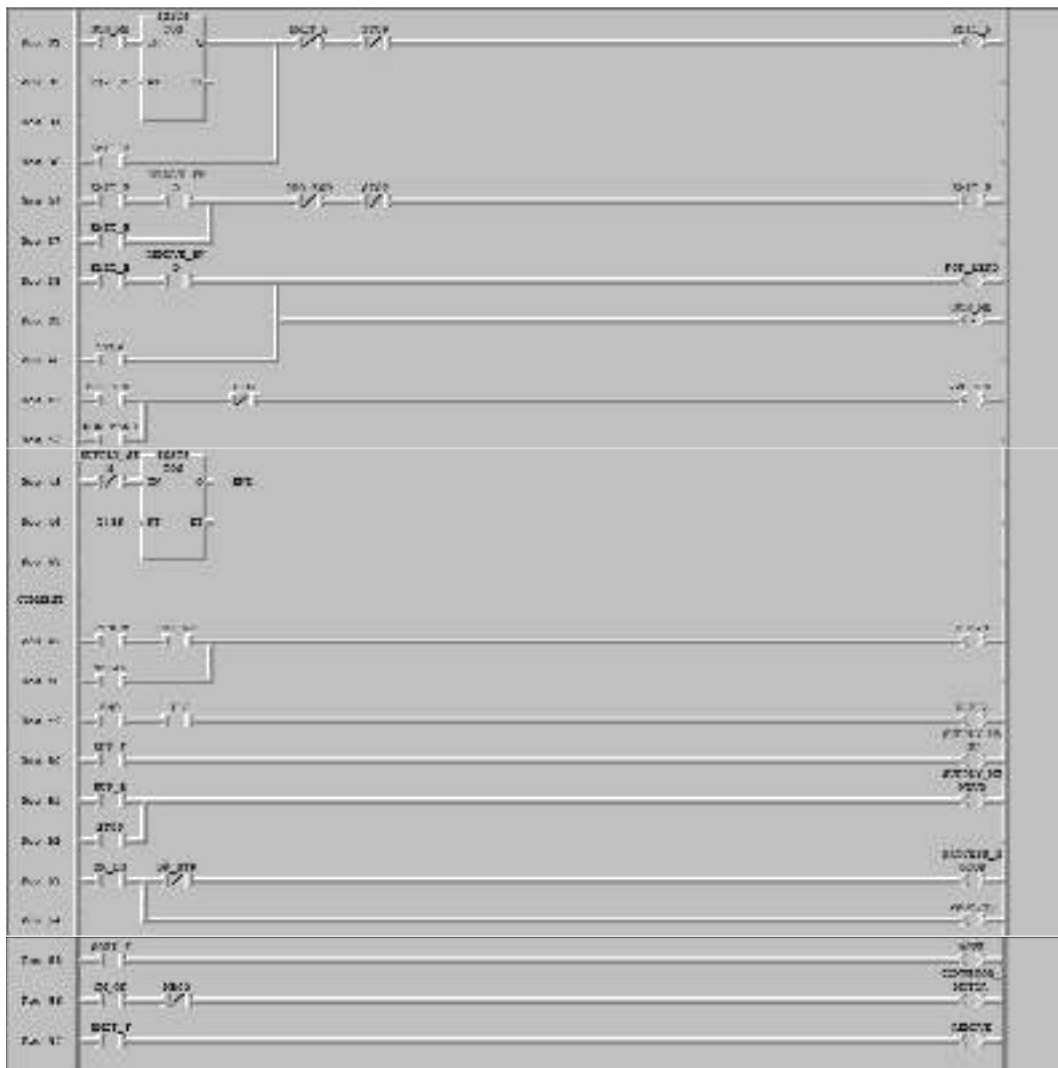
1. Pembuatan program penyortiran benda kerja metal dan non metal



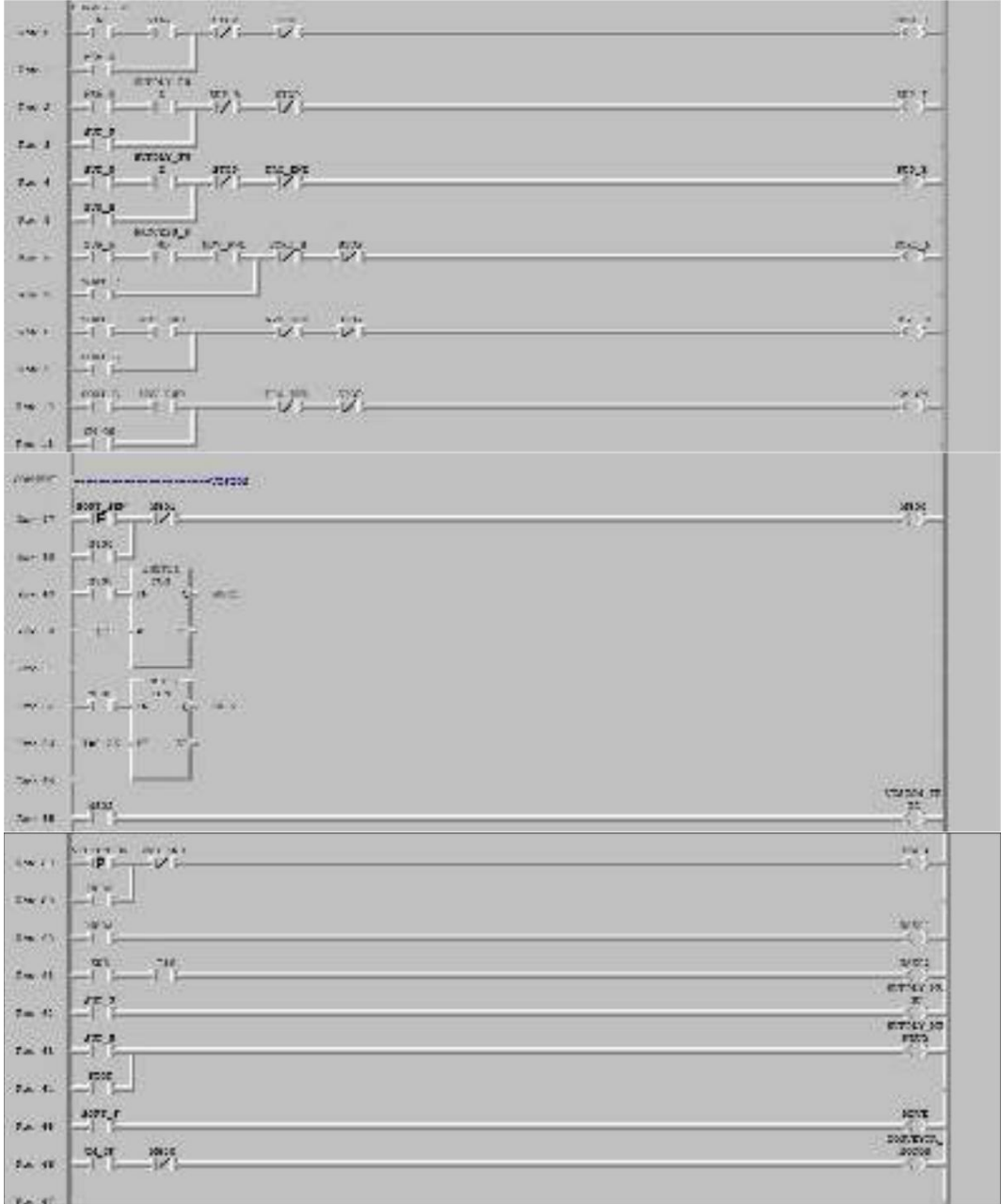
2. Pembuatan program proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*



Gambar 4.6 Potongan program pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal*



3. Pembuatan program proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja metal



Troubleshooting kerusakan silinder rejector pada proses penyortiran benda kerja metal dan non metal

I. Tujuan

Mahasiswa mampu memecahkan masalah ketika silinder rejector tidak berfungsi pada proses penyortiran benda kerja metal dan non metal.

II. Keselamatan Kerja

1. Mahasiswa wajib menggunakan baju praktik.
2. Menggunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya.
3. Bacalah petunjuk penggunaan alat dan bahan dengan baik dan benar.
4. Tidak bercanda saat melakukan praktik.
5. Rapikan dan kembalikan alat dan bahan sesuai tempatnya.

III. Permasalahan

Sebuah silinder rejector akan berfungsi apabila benda kerja melewati sensor photo, sensor capacitive dan sensor inductive.

IV. Dasar Teori

1. Komponen Input dan Output

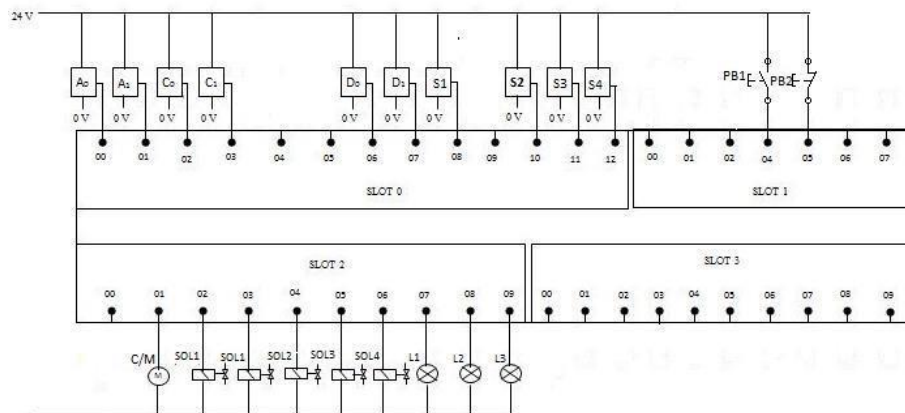
Input

Alamat	Label	Nama komponen
%IX0.0.0	Supply Fwd	Sensor silinder supply A ₀
%IX0.0.1	Supply Rwd	Sensor silinder supply A ₁
%IX0.0.2	Move Fwd	Sensor silinder move C ₀
%IX0.0.3	Move Rwd	Sensor silinder move C ₁
%IX0.0.6	Remove Fwd	Sensor silinder remove D ₀
%IX0.0.7	Remove Bwd	Sensor silinder remove D ₁
%IX0.0.8	Supply SEN	Sensor pada <i>Transprant object holder</i> S1
%IX0.0.10	Photo	Sensor <i>photo</i>
%IX0.0.11	Capacitive	Sensor <i>capacitive</i>
%IX0.0.12	Inductive	Sensor <i>inductive</i>
%IX0.1.4	Start	PB1
%IX0.1.5	Stop	PB2

Output

Alamat	Label	Nama komponen
%QX0.2.1	C/M	Motor <i>conveyor</i>
%QX0.2.2	<i>Supply Fwd</i>	Solenoid maju silinder <i>supply</i>
%QX0.2.3	<i>Supply Bwd</i>	Solenoid mundur silinder <i>supply</i>
%QX0.2.4	<i>Move</i>	Solenoid silinder <i>move</i>
%QX0.2.6	<i>Remove</i>	Solenoid silinder <i>remove</i>
%QX0.2.7	<i>User 1</i>	Lampu merah
%QX0.2.8	<i>User 2</i>	Lampu kuning
%QX0.2.9	<i>User 3</i>	Lampu hijau

2. Wiring diagram



V. Alat dan bahan

1. Perangkat FMS.
2. Multitester.
3. Alat tulis.

VI. Prosedur kerja

1. Jalankan program PLC.
2. Letakkan benda kerja pada transparant object holder.
3. Tekan PB1, apakah proses penyortiran benda kerja metal dan non metal berfungsi?

Troubleshooting kerusakan silinder process pada proses pengeboran benda kerja metal dan non metal

I. Tujuan

Mahasiswa mampu memecahkan masalah ketika silinder process tidak berfungsi pada proses pengeboran benda kerja metal dan non metal.

II. Keselamatan Kerja

1. Mahasiswa wajib menggunakan baju praktik.
2. Menggunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya.
3. Bacalah petunjuk penggunaan alat dan bahan dengan baik dan benar.
4. Tidak bercanda saat melakukan praktik.
5. Rapikan dan kembalikan alat dan bahan sesuai tempatnya.

III. Permasalahan

Sebuah silinder process akan berfungsi apabila silinder supply mundur setelah mendorong benda kerja.

IV. Dasar Teori

1. Komponen Input dan Output

Input

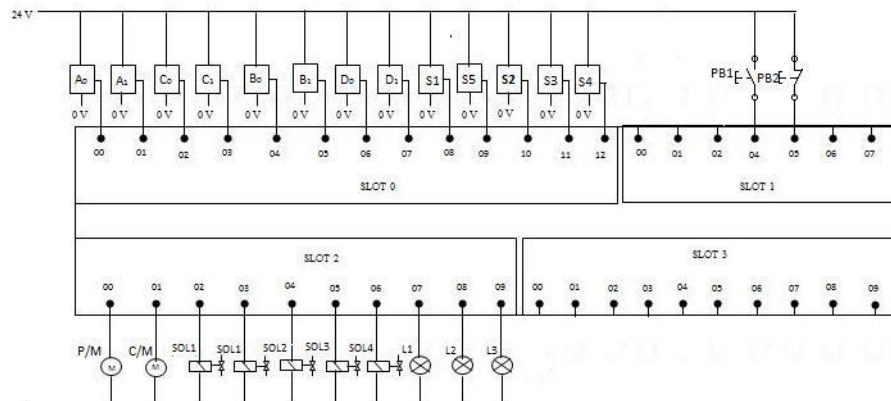
Alamat	Label	Nama komponen
%IX0.0.0	Supply Fwd	Sensor silinder supply A ₀
%IX0.0.1	Supply Rwd	Sensor silinder supply A ₁
%IX0.0.2	Move Fwd	Sensor silinder move C ₀
%IX0.0.3	Move Rwd	Sensor silinder move C ₁
%IX0.0.4	Process Fwd	Sensor silinder process B ₀
%IX0.0.5	Process Rwd	Sensor silinder process B ₁
%IX0.0.6	Remove Fwd	Sensor silinder remove D ₀
%IX0.0.7	Remove Bwd	Sensor silinder remove D ₁
%IX0.0.8	Supply SEN	Sensor pada <i>Transprant object holder</i> S ₁
%IX0.0.10	Photo	Sensor <i>photo</i>
%IX0.0.11	Capacitive	Sensor <i>capacitive</i>
%IX0.0.12	Inductive	Sensor <i>inductive</i>

%IX0.1.4	Start	PB1
%IX0.1.5	Stop	PB2

Output

Alamat	Label	Nama komponen
%QX0.2.0	P/M	Motor <i>drilling</i>
%QX0.2.1	C/M	Motor <i>conveyor</i>
%QX0.2.2	Supply Fwd	Solenoid maju silinder <i>supply</i>
%QX0.2.3	Supply Bwd	Solenoid mundur silinder <i>supply</i>
%QX0.2.4	Move	Solenoid silinder <i>move</i>
%QX0.2.5	Process	Solenoid silinder proses
%QX0.2.6	Remove	Solenoid silinder <i>remove</i>
%QX0.2.7	User 1	Lampu merah
%QX0.2.8	User 2	Lampu kuning
%QX0.2.9	User 3	Lampu hijau

2. Wiring diagram



Troubleshooting kerusakan motor conveyor pada proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja metal

I. Tujuan

Mahasiswa mampu memecahkan masalah ketika motor conveyor tidak berfungsi pada proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja metal.

II. Keselamatan Kerja

1. Mahasiswa wajib menggunakan baju praktik.
2. Menggunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya.
3. Bacalah petunjuk penggunaan alat dan bahan dengan baik dan benar.
4. Tidak bercanda saat melakukan praktik.
5. Rapikan dan kembalikan alat dan bahan sesuai tempatnya.

III. Permasalahan

Sebuah motor conveyor akan berfungsi apabila silinder move mundur setelah mendorong benda kerja.

IV. Dasar Teori

1. Komponen Input dan Output

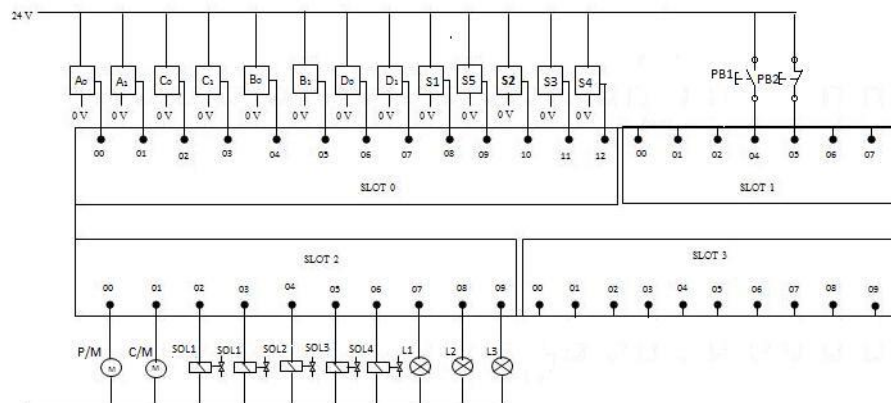
Input

Alamat	Label	Nama komponen
%IX0.0.0	Supply Fwd	Sensor silinder supply A ₀
%IX0.0.1	Supply Rwd	Sensor silinder supply A ₁
%IX0.0.2	Move Fwd	Sensor silinder move C ₀
%IX0.0.3	Move Rwd	Sensor silinder move C ₁
%IX0.0.8	Supply SEN	Sensor pada Transprant object holder S1
%IX0.0.9	Sort SEN	Sensor pada vision camera system
%IX0.1.4	Start	PB1
%IX0.1.5	Stop	PB2

Output

Alamat	Label	Nama komponen
%QX0.2.1	C/M	Motor <i>conveyor</i>
%QX0.2.2	<i>Supply Fwd</i>	Solenoid maju silinder <i>supply</i>
%QX0.2.3	<i>Supply Bwd</i>	Solenoid mundur silinder <i>supply</i>
%QX0.2.4	<i>Move</i>	Solenoid silinder <i>move</i>
%QX0.2.7	<i>User 1</i>	Lampu merah
%QX0.2.8	<i>User 2</i>	Lampu kuning
%QX0.2.9	<i>User 3</i>	Lampu hijau

2. Wiring diagram



V. Alat dan bahan

1. Perangkat FMS.
2. Multitester.
3. Alat tulis.

VI. Prosedur kerja

1. Jalankan program PLC.
2. Letakkan benda kerja pada transparant object holder.
3. Tekan PB1, apakah proses pengambilan gambar bagian atas benda kerja metal berfungsi?
4. Analisis hasil.
5. Kesimpulan.

