

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini kebutuhan masyarakat sangatlah beragam. Hampir setiap hari inovasi terus bermunculan guna memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut. Hal ini mengakibatkan dunia industri dituntut untuk berproduksi sebanyak-banyaknya dalam waktu sesingkat mungkin. Dengan demikian perkembangan teknologi tinggi mutlak diperlukan guna mengimbangi kebutuhan tersebut. Namun, perusahaan (*home industry*) sering kalah bersaing dengan perusahaan yang berskala besar karena peralatan mereka lebih canggih daripada perusahaan (*home industry*). Pada kebanyakan perusahaan (*home industry*) proses pembuatan masih bersifat manual, yaitu mengandalkan tenaga manusia.

Salah satu alat yang sering digunakan dalam dunia industri adalah konveyor. Konveyor merupakan peralatan mekanis yang berfungsi memindahkan bahan dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Pada industri umumnya digunakan sebagai pengangkut bahan produksi yang akan diproses lebih lanjut ataupun pengangkut bahan hasil produksi yang akan dilakukan proses pengepakan. Konveyor juga banyak digunakan industri di seluruh dunia untuk menghemat waktu dalam mencapai jarak pengangkutan serta menghemat tenaga manusia.

Sistem pneumatik juga banyak digunakan sebagai sistem otomasi pada dunia industri, mulai dari penyusunan, pencengkaman, pencetakan, pengaturan arah benda kerja, pemindahan (*transfer*), penyortiran sampai pengepakan barang. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dimana akan terjadi proses - proses pneumatik.

Sementara itu, di dunia industri dikenal dengan *Programmable Logic Control* (PLC) yang merupakan perangkat kontrol yang sering digunakan dalam proses sekuensial. PLC yang saat ini dipakai sebagai standar dalam dunia industri terkadang tidak dimanfaatkan secara maksimal sebagai unit kontrol.

Hal inilah yang melandasi pemikiran untuk membuat suatu alat pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk berbasis PLC pada konveyor yang dapat mempermudah dalam pendeteksian benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk yang diproduksi oleh perusahaan (*home industry*).

Salah satu penyelesaiannya adalah dengan menggunakan sensor logam (*metal detector*) sebagai pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk. Dengan penggunaan sensor logam ini dapat mempermudah dalam pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk saat proses sistem konveyor berlangsung secara keseluruhan.

Dengan terciptanya alat pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk berbasis PLC ini, diharapkan dapat mempermudah dalam pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk yang diproduksi oleh perusahaan (*home industry*), sehingga diharapkan dapat bersaing dengan perusahaan susu bubuk yang berskala besar.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka disusunlah rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang PLC Schneider SR3 B101BD yang berfungsi untuk mengontrol keseluruhan dari sistem konveyor.
- 2) Bagaimana merancang pemrograman PLC Schneider SR3 B101BD dengan *software* zeliosoft 2 dengan bahasa program FBD (*Function Block Diagram*) sebagai proses sistem otomasi.
- 3) Bagaimana merancang *wiring* kontrol dan *wiring* utama dari keseluruhan sistem konveyor.

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang diatas, agar lebih terarah maka penulisan skripsi ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- 1) PLC yang dipakai adalah PLC Schneider SR3 B101BD digunakan untuk sistem proses pengendali komponen pneumatik dan pengendali otomasi konveyor.
- 2) Sensor yang dipakai adalah sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C.
- 3) Produk yang akan di deteksi adalah satu jenis kemasan susu bubuk dengan ukuran yang sama.
- 4) Sistem keseluruhan konveyor ini hanya mendeteksi dan memisahkan produk kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam.

#### 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah terciptanya alat pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk yang dapat mempermudah dalam pendeteksian benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk yang diproduksi oleh perusahaan (*home industry*), sehingga diharapkan dapat bersaing dengan perusahaan susu bubuk yang berskala besar.

#### 1.5 Sistematika Pembahasan

Agar penyusunan laporan skripsi ini dapat mencapai sasaran dan tidak menyimpang dari judul yang telah ditentukan, maka diperlukan sistematika pembahasan yang jelas. Pembahasan dalam skripsi ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

##### **BAB I**

##### **Pendahuluan**

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

##### **BAB II**

##### **Tinjauan Pustaka**

Menjelaskan teori dasar yang berisi penjelasan tentang teori konveyor, kontroler, sistem pneumatik, PLC, motor, dan sensor logam (*metal detector*).

##### **BAB III**

##### **Metodologi**

Menjelaskan tentang metodologi penelitian yang terdiri atas studi literatur, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alat, serta pengambilan kesimpulan dan saran.

##### **BAB IV**

##### **Perancangan dan Pembuatan Alat**

Menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan alat yang meliputi prinsip kerja alat, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

##### **BAB V**

##### **Pengujian Alat**

Menjelaskan tentang pengujian alat dan analisa yang meliputi pengujian bagian blok sistem dan pengujian sistem secara keseluruhan.

**BAB VI****Penutup**

Menjelaskan tentang pengambilan kesimpulan sesuai dengan hasil perealisasiian dan pengujian alat sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah, serta pemberian saran untuk pengembangan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Konveyor

Sistem konveyor adalah alat transportasi bahan dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor sangat berguna dalam aplikasi yang melibatkan transportasi beban berat atau besar dan memungkinkan cepat dan efisien untuk transportasi berbagai bahan, yang membuat konveyor sangat populer dalam penanganan material dalam industri. Konveyor pertama kali digunakan pada abad ke-19. Pada tahun 1901, Sandvik menciptakan dan memulai produksi sabuk berjalan Steel. Pada tahun 1905 Richard Sutcliffe menemukan konveyor pertama untuk digunakan di pertambangan batu bara yang merevolusi industri pertambangan. Pada tahun 1913, Henry Ford memperkenalkan konveyor untuk perakitan di pabrik Khmer Ford Motor Company, di Dearborn Michigan.

*Belt conveyor* adalah konveyor paling umum digunakan karena konveyor ini fleksibel dan pembuatannya tidak mahal. Alat ini menggunakan sabuk (*belt*) yang menghubungkan kedua *roll conveyor* sehingga benda berbentuk teratur dan tidak teratur, besar atau kecil, ringan dan berat, dapat berhasil diangkut. *Belt conveyor* ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** *Belt Conveyor*

Sumber: <http://www.conveyor-chains.net>

Selain konveyor ini dapat memindahkan beban dari segala bentuk, ukuran dan bobot, yang bila dilakukan oleh tenaga manusia akan terlalu berat dan mahal, banyak fitur keamanan canggih yang membantu mencegah kecelakaan. Ada berbagai pilihan yang tersedia untuk menjalankan sistem, termasuk hidrolik, sistem mekanis dan sepenuhnya otomatis, yang dilengkapi sesuai dengan

kebutuhan individu. Sistem konveyor banyak digunakan di berbagai bidang industri karena banyak manfaat yang mereka sediakan. Konveyor dapat digunakan hampir di mana saja, dan jauh lebih aman daripada menggunakan *forklift* atau mesin lainnya untuk memindahkan bahan.

## 2.2 Kontroler

Keberadaan kontroler dalam sebuah sistem kontrol mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Pada prinsipnya hal itu disebabkan oleh tidak dapat diubahnya komponen penyusun sistem tersebut. Artinya, karakteristik *plant* harus diterima sebagaimana adanya, sehingga perubahan perilaku sistem hanya dapat dilakukan melalui penambahan suatu sub sistem, yaitu kontroler.

Salah satu fungsi komponen kontroler adalah mengurangi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara nilai referensi atau nilai yang diinginkan dan nilai aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol dimana mendapat nilai sinyal keluaran sama dengan nilai yang diinginkan referensi. Semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baik kinerja sistem kontrol yang diterapkan.

Apabila perbedaan antara nilai referensi dengan nilai keluaran relatif besar, maka kontroler yang baik seharusnya mampu mengamati perbedaan ini untuk segera menghasilkan sinyal keluaran untuk mempengaruhi *plant*. Dengan demikian sistem secara cepat mengubah keluaran *plant* sampai diperoleh selisih dengan nilai referensi sekecil mungkin.

Prinsip kerja kontroler adalah membandingkan nilai aktual keluaran *plant* dengan nilai referensi, kemudian menentukan nilai kesalahan, dan akhirnya menghasilkan sinyal kontrol untuk meminimalkan kesalahan (Ogata, 1996: 197-204).

## 2.3 Sistem Pneumatik

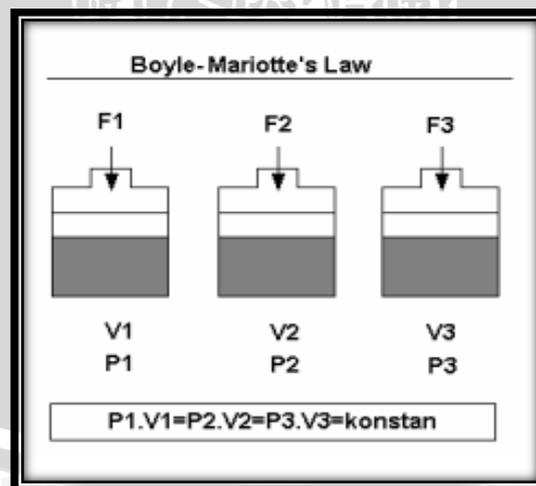
Sistem pneumatik yang dalam bahasa Yunani *pneuma* yang artinya udara atau angin. Dengan kata lain, pneumatik adalah semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan. Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara, dan syarat - syarat keseimbangan. Pneumatik menggunakan

hukum-hukum aerodinamika yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap.

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses - proses pneumatik. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara mampat (udara bertekanan).

Memang sistem elektronik mempunyai respon yang sangat cepat terhadap sinyal kontrol. Tetapi sistem pneumatik mempunyai daya tahan yang lebih baik. Dalam beberapa aplikasi sistem pneumatik dapat bekerja dalam atmosfer yang tidak bisa dilakukan oleh sistem elektronik dan sistem pneumatik juga dapat digunakan dalam kondisi basah (Mulianto, E. Suanli, dan T. Sutanto, 2002).

Pneumatik dibeda-bedakan ke dalam bidang menurut tekanan kerjanya, dari bidang tekanan sangat rendah (1,001-1,1 bar), pneumatik tekanan rendah (1,2-2,0 bar), pneumatik tekanan menengah atau disebut juga pneumatik tekanan normal (2-8 bar), dan pneumatik tekanan tinggi (>8 bar). Dalam Gambar 2.2 ditunjukkan gambar dari sistem pneumatik dengan Hukum *Boyle Mariotte's Law*.



Gambar 2.2 Hukum Boyle Mariotte's Law

Sumber: <http://library.binus.ac.id>.

### 2.3.1 Keuntungan dan Kerugian Sistem Pneumatik

Beberapa keuntungan dalam penggunaan atau penerapan sistem pneumatik (Hanif Said, 2012), antara lain:

- Ketelitian yang tinggi dari peralatan-peralatan pneumatik yang konstruksinya semakin baik memungkinkan suatu pengerjaan yang hampir tidak memerlukan perawatan dalam jangka panjang.
- Merupakan media atau fluida kerja yang mudah didapat dan mudah diangkut udara di mana saja tersedia dalam jumlah yang tak terhingga.
- Udara bertekanan adalah bersih. Kalau ada kebocoran pada saluran pipa, benda-benda kerja maupun bahan-bahan disekelilingnya tidak akan menjadi kotor.
- Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan-keadaan kerja tertentu. Udara bersih (tanpa uap air) dapat digunakan sepenuhnya pada suhu-suhu yang tinggi atau pada nilai-nilai yang rendah, jauh di bawah titik beku (masing-masing panas atau dingin).
- Aman terhadap kebakaran dan ledakan.
- Menguntungkan karena lebih murah dibandingkan dengan dengan komponen-komponen peralatan hidraulik dan Pneumatik adalah 40 sampai 50 kali lebih murah daripada tenaga otot. Hal ini sangat penting pada mekanisasi dan otomatisasi produksi.
- Konstruksi yang kompak dan kokoh.
- Memiliki beberapa tekanan kerja sesuai dengan kebutuhan pemakaian (1 sampai 15 bar).
- Dapat dibebani lebih (tahan pembebanan lebih). Pada pembebanan lebih alat-alat udara bertekanan memang akan berhenti, tetapi tidak akan mengalami kerusakan. Alat-alat listrik terbakar pada pembebanan lebih.

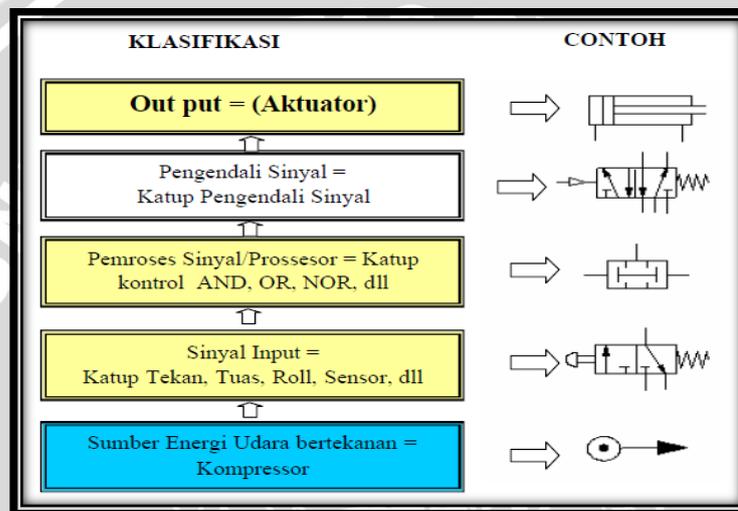
Di samping memiliki banyak kelebihan, sistem pneumatik juga memiliki kekurangan, antara lain:

- Tidak mungkin untuk mewujudkan kecepatan-kecepatan torak dan pengisian yang tetap, tergantung dari bebannya.

- Suatu silinder pneumatik mempunyai kemampuan daya tekan yang terbatas.
- Suatu gerakan teratur hampir tidak dapat diwujudkan apabila terjadi perubahan beban.

### 2.3.2 Klasifikasi Sistem Pneumatik

Klasifikasi pada sistem pneumatik memiliki bagian-bagian yang mempunyai fungsi berbeda. Secara garis besar klasifikasi pada sistem pneumatik seperti terlihat dalam Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Klasifikasi Sistem Pneumatik (*FESTO FluidSIM*)

Sumber: <http://library.binus.ac.id>

### 2.3.3 Komponen - komponen Sistem Pneumatik

Dalam penggunaan aplikasi sistem pneumatik sangat penting untuk memilih komponen-komponen yang tepat, komponen-komponen pneumatik dibagi atas beberapa bagian (Krist, T., dan Ginting, D., 1993);

- Sumber energi (*energi supply*) seperti kompresor, tangki udara (*reservoir*), unit penyiapan udara (*air service unit*), unit penyalur udara (*air distribution unit*), dan lain-lain.
- Aktuator (*actuator*) seperti silinder kerja tunggal, silinder kerja ganda, dan lain-lain.
- Elemen kontrol (*control elements*) seperti katup jenis 5/2, 3/2, flow regulator, dan lain-lain.

- Elemen masukan (*input elements*) seperti sensor, tombol, pedal, roller, dan sebagainya.

### 2.3.3.1 Sumber energi (*Energi Supply*)

Pada sistem pneumatik sumber energi didapatkan dari udara, dalam penelitian ini nantinya didapatkan dari kompresor. Kompresor berfungsi untuk menampung udara yang ada sehingga udara tersebut nantinya dapat digunakan untuk sumber energi sistem pneumatik.

Prinsip kerja dari sumber energi pada sistem pneumatik adalah udara dimampatkan sehingga udara yang ada berkumpul dan mempunyai energi untuk menggerakkan sistem pneumatik. Energi inilah yang digunakan pada sistem pneumatik tersebut.

Komponen-komponen yang digunakan untuk mendapatkan udara mampat antara lain, kompresor (*air compressor*) sebagai penghasil udara mampat, tangki udara (*reservoir*) sebagai penyimpan udara, unit persiapan udara (*air service unit*) untuk mempersiapkan udara mampat, dan unit penyalur udara (*air distribution unit*) untuk menyalurkan udara mampat kepada komponen-komponen pneumatik.

### 2.3.3.2 Aktuator (*Actuator*)

Aktuator merupakan salah satu *output* sistem, dalam hal ini adalah sistem pneumatik. Pada penelitian ini nantinya akan menggunakan beberapa komponen-komponen sistem pneumatik, seperti:

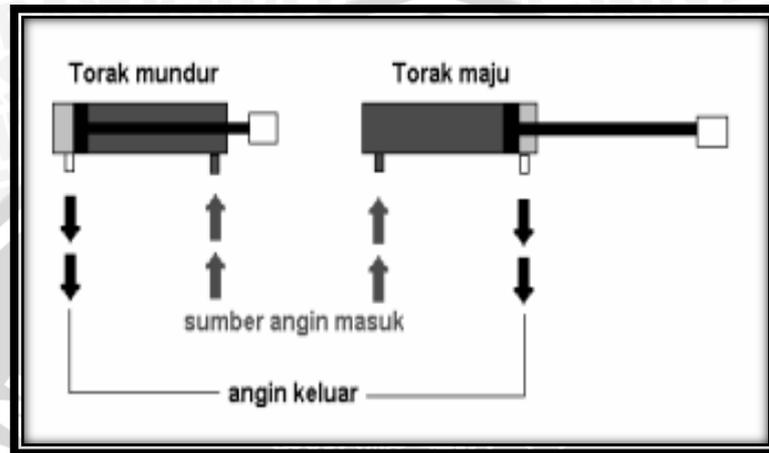
#### a. Katup pneumatik (*Valves*)

Katup pneumatik adalah sebagai komponen pengatur secara mekanik dari pergerakan silinder baik kondisi torak maju maupun mundur.

#### b. Silinder kerja ganda (*Double Acting Cylinder*)

Silinder kerja ganda (*double acting cylinder*) memiliki lubang untuk memasukan dan mengeluarkan angin pada kedua ujungnya. Bila sumber angin dimasukkan melalui lubang dibagian belakang silinder maka torak akan bergerak maju dan angin akan keluar melalui lubang bagian depan silinder.

Kondisi ini biasa dikatakan dengan kondisi *extend*. Demikian sebaliknya jika sumber angin dimasukkan melalui lubang depan silinder maka torak akan bergerak mundur dan angin akan keluar melalui lubang bagian belakang silinder. Kondisi ini biasa dikatakan dengan kondisi *retract* seperti terlihat dalam Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Ilustrasi Cara Kerja Silinder Kerja Ganda

Sumber: <http://library.binus.ac.id>

### 2.3.3.3 Elemen kontrol (*Control Elements*)

Elemen kontrol merupakan komponen pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan aliran udara yang masuk dan keluar, tekanan atau tingkat aliran (*flow rate*) dari udara mampat yang akan disalurkan kepada komponen-komponen pneumatik lain sebagai *input* atau pada aktuator.

Elemen kontrol dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

- Katup satu arah (*non-return valves*).
- Katup kontrol aliran (*flow control valves*).
- Katup kontrol tekanan (*pressure control valves*).

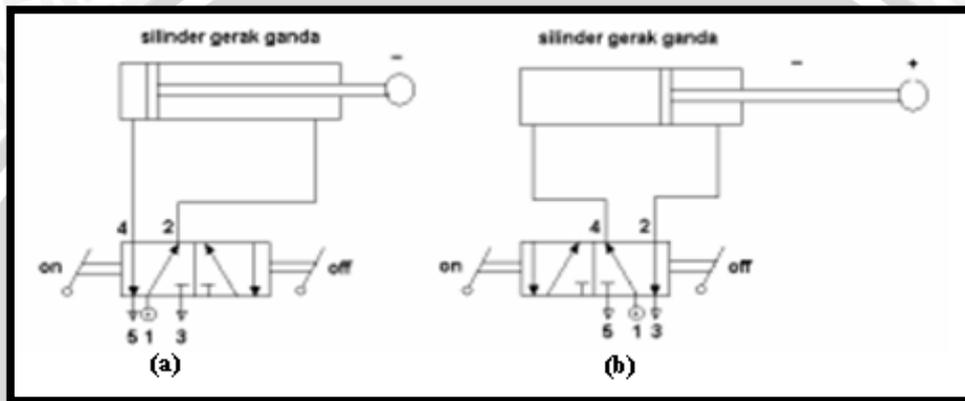
Katup satu arah (*non-return valves*) merupakan suatu komponen pneumatik yang berfungsi untuk melewatkan sinyal pneumatik dari satu sisi dan menghambat sinyal yang datang dari sisi yang lain.

Katup kontrol aliran (*flow control valves*) merupakan komponen pneumatik yang berfungsi untuk mengatur besarnya volume udara mampat yang ingin dialirkan baik satu arah maupun dua arah, sehingga kecepatan (*speed*) silinder dapat diatur sesuai kebutuhan. Dilihat dari arah aliran katup pengontrol

aliran dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *throttle valve* (2 arah) dan *one-way flow control* (1 arah).

Katup kontrol tekanan (*pressure control valves*) merupakan komponen pneumatik yang berfungsi untuk memanipulasi tekanan udara mampat dan juga komponen ini dapat bekerja dengan udara mampat yang telah dimanipulasi.

Katup tipe 5/2 merupakan katup yang memiliki 5 lubang dan 2 pergerakan secara mekanik yaitu gerakan mekanik yang menentukan silinder dalam kondisi maju atau silinder dalam kondisi mundur.



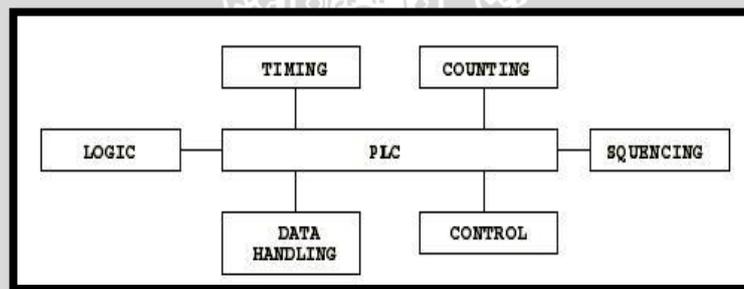
**Gambar 2.5 (a) Katup 5/2 Torak Mundur; (b) Katup 5/2 Torak Maju**

Sumber: <http://library.binus.ac.id>.

Rincian kondisi pada Gambar 2.5 (a), yaitu lubang 1 sebagai sumber angin masuk dari kompresor menuju lubang 2 untuk kemudian dialirkan ke lubang silinder bagian depan yang menyebabkan silinder bergerak mundur yang mengakibatkan angin keluar melalui lubang silinder bagian belakang dan masuk ke lubang katup 4 kemudian dikeluarkan melalui lubang 5, dan lubang 3 dimampatkan. Rincian kondisi pada Gambar 2.5 (b), yaitu lubang 1 sebagai sumber angin masuk dari kompresor menuju lubang 4 untuk kemudian dialirkan ke lubang silinder bagian belakang yang menyebabkan silinder bergerak maju yang mengakibatkan angin keluar melalui lubang silinder bagian depan dan masuk ke lubang katup 2 kemudian dikeluarkan melalui lubang 3, dan lubang 5 dimampatkan.

## 2.4 Programmable Logic Controller (PLC)

*Programmable Logic Controller* (PLC) merupakan peralatan mikroprosesor serbaguna yang dirancang khusus untuk bisa bekerja di lingkungan industri. PLC dapat bekerja pada lingkungan dengan kelembaban 0% sampai 90% serta di lingkungan yang berdebu dan berpolusi tinggi. PLC digunakan untuk mengontrol mesin-mesin atau proses dengan daya guna dan ketelitian yang tidak tertandingi oleh sistem konvensional berbasis relai elektromekanis. Berdasarkan pada standar yang dikeluarkan oleh *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) ICS3-1978 Part. ICS3-304, PLC didefinisikan bahwa "PLC adalah suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus, seperti *logic*, *sequencing*, *timing*, *counting*, dan aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis mesin seperti digambarkan pada Gambar 2.6 sebagai berikut:



**Gambar 2.6 Fungsi PLC**

Sumber: Omron 1993:13

### 2.4.1 Prinsip Kerja PLC

#### *Programmable*

Menunjukkan kemampuan PLC yang dapat dengan mudah diubah-ubah konfigurasinya sesuai program yang diinginkan.

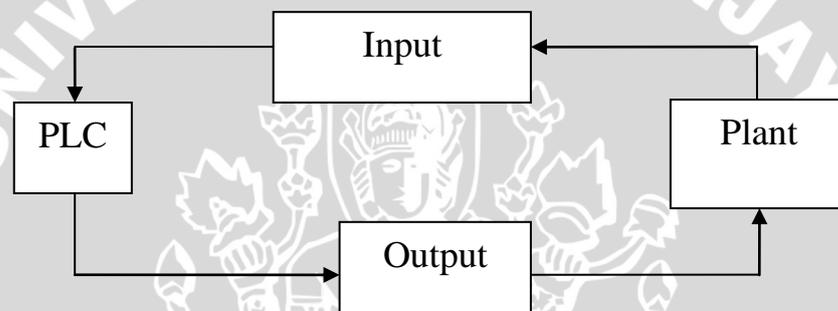
#### *Logic*

Menunjukkan kemampuan PLC dalam memroses masukan (*input*) secara aritmatik yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, dan mengurangi.

#### *Controller*

Menunjukkan kemampuan PLC dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran (*output*) yang diinginkan. PLC adalah suatu perangkat yang dapat di program dengan mudah untuk mengontrol peralatan

dalam sistem yang akan dikontrol dalam bidang industri pengguna mesin otomatis dan proses secara otomatis. Pengontrolan dengan sistem elektromagnetik yang menggunakan relai – relai mempunyai banyak kelemahan. Diantaranya kontak-kontak relai yang mudah aus karena panas, terbakar atau hubung singkat membutuhkan biaya yang besar untuk instalasi, pemeliharaan dan modifikasi dari sistem yang telah dibuat. Dengan menggunakan PLC hal tersebut dapat diatasi, karena PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem kendali terpadu dan dengan mudah dimodifikasi tanpa mengganti semua instrument yang ada. Berikut adalah diagram blok prinsip kerja PLC yang digambarkan seperti pada Gambar 2.7 sebagai berikut:



**Gambar 2.7 Diagram Blok Prinsip Kerja PLC**

## 2.4.2 Perangkat keras PLC

### 2.4.2.1 Central Processing Unit (CPU)

*Central Processing Unit* berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori, mendekodenya dan kemudian mengeksekusi instruksi tersebut. Selama proses tersebut, CPU akan menghasilkan sinyal kontrol, memindahkan data ke I/O port atau sebaliknya, melakukan fungsi aritmatik dan logika juga mendeteksi sinyal dari luar CPU. CPU, pada umumnya terdiri atas 3 (tiga) unsur utama, yaitu *processor*, sistem memori dan catu daya. Arsitektur CPU dapat berbeda-beda untuk setiap merk, misalnya saja catu dayanya berada di luar CPU.

### 2.4.2.2 Unit Catu Daya

Catu daya listrik digunakan untuk memberikan pasokan catu daya ke seluruh bagian PLC (termasuk CPU, memori dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24V DC atau 220V AC. Ada beberapa PLC yang

memiliki catu daya terpisah, biasanya yang seperti itu dimiliki oleh jenis PLC yang besar, sedangkan yang jenis PLC medium atau yang kecil catu dayanya sudah menjadi satu.

Catu daya listrik ini tidak digunakan untuk memberikan daya langsung ke masukan atau keluaran, artinya masukan dan keluaran murni merupakan sebuah saklar. Operator harus menyediakan sendiri catu daya yang terpisah untuk masukan dan keluaran PLC, atau dengan memanfaatkan keluaran 24V DC dari PLC. Dengan cara demikian, maka lingkungan industri di tempat PLC digunakan tidak akan merusak PLC itu sendiri karena memiliki catu daya yang terpisah antara PLC dengan jalur-jalur masukan dan keluaran.

#### 2.4.2.3 Unit Pemrograman

Unit pemrograman digunakan untuk memasukkan program yang dibutuhkan ke dalam memori. Program ini merupakan *software* yang menghubungkan antara PLC dengan CPU. Dengan adanya unit pemrograman maka fungsi-fungsi yang akan dimasukkan (*download*) ataupun diunggah (*upload*) dapat dilakukan. Disinilah sistem kerja yang akan dilaksanakan oleh PLC dirancang dan diolah. Setiap jenis ataupun merek PLC memiliki *software* masing-masing yang berbeda dengan yang lain seperti misalnya program Syswin pada PLC Omron, Melseft GX pada PLC Mitsubishi dan Zeliosoft 2 pada PLC Schneider.

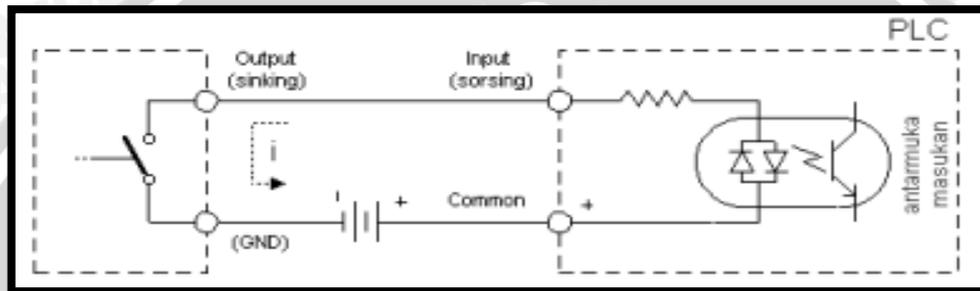
#### 2.4.2.4 Unit Memori

Memori pengguna dibagi menjadi beberapa blok yang memiliki fungsi khusus. beberapa bagian memori digunakan untuk menyimpan status masukan dan keluaran. Status yang sesungguhnya dari masukan maupun keluaran disimpan sebagai logika “0” dan “1” (dalam lokasi bit memori tertentu). Masing-masing masukan atau keluaran berkaitan dengan sebuah bit dalam memori.

Sedangkan bagian lain dari memori digunakan untuk menyimpan isi variabel-variabel dalam pemrograman yang dituliskan, misalnya *timer* (pewaktu) atau nilai *counter* (pencacah).

### 2.4.2.5 Unit Input

Kecerdasan sebuah sistem terotomasi sangat tergantung pada kemampuan sebuah PLC untuk membaca sinyal dari berbagai macam jenis sensor dan piranti-piranti masukan lainnya. Untuk bisa melakukan perubahan pada memori status masukan tersebut, dibutuhkan sumber tegangan untuk memicu masukan. Pada Gambar 2.8 ditunjukkan contoh menghubungkan sebuah sensor dengan tipe keluaran *sinking* (menyedot arus) dengan masukan PLC yang bersifat *sourcing* (memberikan arus).

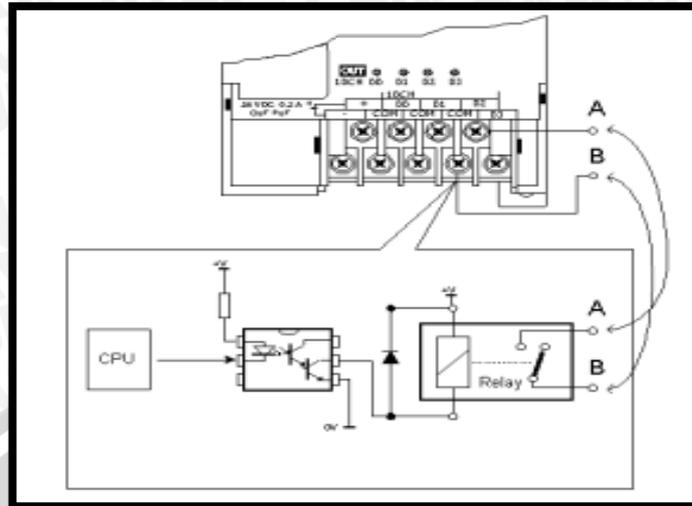


**Gambar 2.8 Contoh Menghubungkan Sensor Masukan**

Sumber: Zelio logic smart relay positioning user manual

### 2.4.2.6 Unit Output

Sistem terotomasi tidaklah akan lengkap jika tidak ada fasilitas keluaran, beberapa alat atau piranti yang banyak digunakan adalah motor, solenoida, relai, lampu indikator, dan sebagainya. Zelio SR3 B101BD keluaran schneider elektrik menggunakan keluaran berupa relai. Dengan adanya relai ini, menghubungkan dengan piranti eksternal menjadi lebih mudah. Pada Gambar 2.9 ditunjukkan gambar rangkaian internal rangkaian relai sebagai keluaran pada zelio SR3 B101BD keluaran schneider elektrik.



**Gambar 2.9 Relai Sebagai Keluaran**

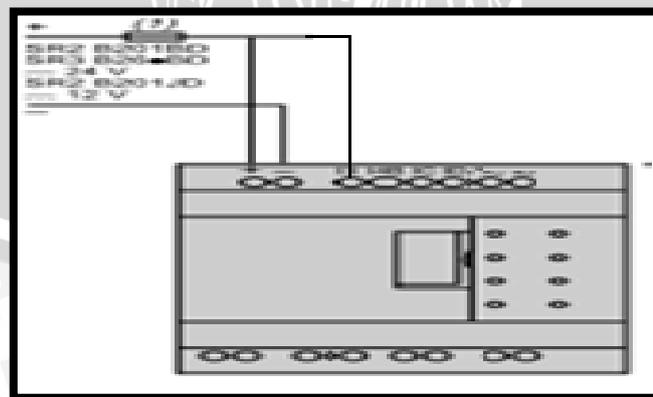
Sumber: Zelio logic smart relay positioning user manual

Pada gambar diatas tampak bahwa CPU PLC betul-betul terisolasi dari luar, pertama dengan menggunakan komponen optoisolator dan dari optoisolator ini digunakan untuk menggerakkan relai (terminal A dan B), serta sebuah dioda yang dipasang paralel dengan relai sebagai pengaman arus balik yang terjadi saat pensaklaran.

#### 2.4.2.7 Pengawatan PLC

- **Pengawatan Modul *Input* Analog PLC**

Pengawatan modul *input* analog PLC dapat dilihat dalam gambar 2.10 sebagai berikut:

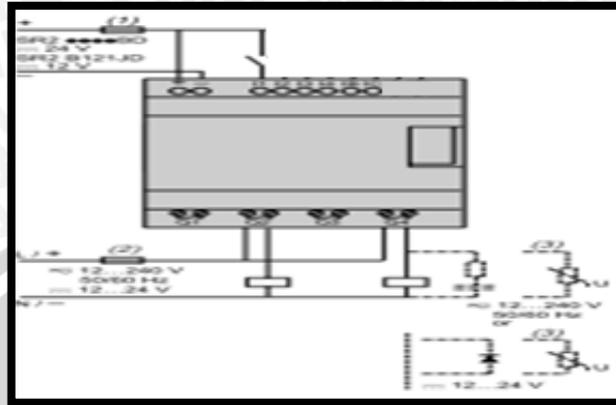


**Gambar 2.10 Diagram Pengawatan Pada PLC Schneider SR3 B101BD (*Input* DC)**

Sumber: Zelio logic smart relay positioning user manual

- **Pengawatan Modul *Output* Analog PLC**

Pengawatan modul *output* analog PLC dapat dilihat dalam gambar 2.11 sebagai berikut:



**Gambar 2.11 Diagram Pengawatan Pada PLC Schneider SR3 B101BD (*Output* DC)**

Sumber: Zelio logic smart relay positioning user manual

### 2.4.3 Pemrograman PLC

Pemrograman adalah penulisan serangkaian perintah yang memberikan instruksi pada PLC untuk melaksanakan tugas yang telah ditentukan. Piranti *console* PLC diperlihatkan oleh *display* LCD dan *keyboard* terdiri dari tombol menu dan tombol perintah. Untuk mengubah program pada PLC, perlu memasukkan program baru secara langsung dari *keyboard*. Selain itu, komputer dengan perangkat lunak dapat digunakan untuk melakukan pemrograman jauh dari lokasi fisik dari pengontrol. Apabila program selesai, program disimpan dan disimulasikan sehingga memberikan gambaran sebelum diujicobakan langsung ke alat.

Terdapat beberapa pilihan bahasa untuk membuat program dalam PLC. Masing-masing bahasa mempunyai keuntungan dan kerugian tergantung dari sudut pandang *user* atau pemrogram. Terdapat tiga bahasa pemrograman sederhana dari PLC, yaitu:

a) *Ladder Diagram*

Penulisan dengan *ladder diagram* ini paling banyak digunakan dalam sistem kontrol PLC karena merupakan pengembangan dari penulisan dan penggambaran rangkaian dalam sistem kontrol relai elektronik. Tujuan dari *ladder diagram* ini adalah untuk menampilkan urutan-urutan kerja dari sinyal

listrik. Melalui diagram ini dapat diperlihatkan hubungan antar peralatan aktif atau tidak aktif sesuai dengan urutan yang ditentukan.

b) *Statement List*

Pada *statement list* baris instruksi diberi nomor secara berurutan dan beraturan untuk setiap instruksinya. Umumnya penulisan berupa singkatan yang diambil dari huruf depan setiap instruksi tersebut. Penulisan *statement list* berbeda untuk tiap merek PLC.

c) *Function Block Diagram*

Diagram blok fungsi mempunyai instruksi yang terdiri atas operasional. Masing-masing blok mempunyai satu atau lebih masukan dan satu atau lebih keluaran. Di dalam blok, operasi tertentu berlangsung pada masukan untuk mengubah bentuk sinyal kedalam bentuk keluaran yang diinginkan. Blok fungsi meliputi operasi pengatur waktu atau pencacah, penghitung kendali yang menggunakan persamaan, manipulasi data, dan perpindahan data ke sistem berbasis komputer lainnya.

#### 2.4.3.1 Dasar-Dasar Pemrograman

Dasar-dasar dari pemrograman dari *Programmable Logic Controller* (PLC) dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan deskripsi kerja sistem yang akan dikontrol.
2. Menentukan peralatan *input / output* yang dipakai kedalam PLC I/O bit yaitu peralatan eksternal yang akan mengirim / menerima sinyal dari PLC.
3. Menentukan simbol-simbol *Function Block Diagram* untuk menggambarkan rangkaiannya.
4. Menggunakan program *zelirosoft 2 / programming console*, untuk mengubah *Function Blok Diagram* ke dalam kode *mnemonic* agar CPU PLC dapat mengerjakannya.
5. Memindahkan program yang telah ditulis / digambar ke dalam memori PLC.
6. Memperbaiki kesalahan pemrograman jika terjadi kesalahan pada program yang telah dibuat, sehingga menjadi benar.
7. Menjalankan program pada PLC dan mengetes kesalahan program *execution*.

#### 2.4.3.2 Konsep Pembuatan Program dengan *Function Block Diagram*

Hubungan kontak-kontak diagram tangga yang ada dalam CPU PLC terangkai secara elektronik, sehingga tidak memerlukan kawat penghubung seperti pada rangkaian kontrol secara konvensional.

Adapun ketentuan-ketentuan dalam penyusunan rangkaian ke *function block diagram* adalah sebagai berikut:

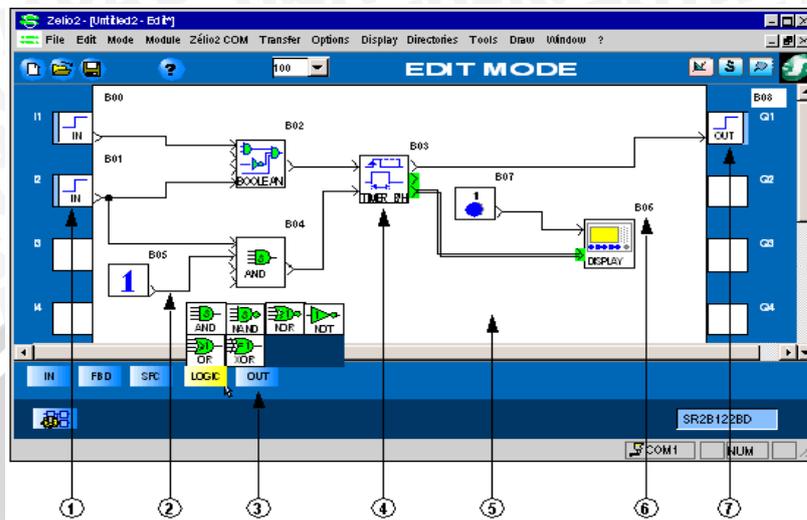
1. Membaca atau menerima data dari *field devices* melalui antarmuka input.
2. Mengeksekusi program yang tersimpan di sistem memorinya berdasarkan data yang diterima dari *field devices*.
3. Menulis atau memperbarui keadaan dari *output devices* melalui antarmuka *output*.
4. Sistem *input / output* membentuk sistem antarmuka sehingga *field devices* dapat terhubung dengan *controller*.
5. Tujuan utama dari antarmuka adalah untuk mengkondisikan sinyal yang berbeda-beda yang diterima atau dikirim ke *field devices* agar dapat berkomunikasi dengan baik dengan *controller*.
6. Sinyal-sinyal yang diterima dari sensor-sensor dihubungkan ke terminal yang terdapat pada antarmuka *input*.
7. Komponen-komponen yang ingin dikendalikan dihubungkan ke terminal yang terdapat pada antarmuka *output*.
8. *Power supply* menyediakan semua tegangan (*voltages*) yang dibutuhkan selama operasi berjalan.

#### 2.4.3.3 Menggambar *Function Block Diagram*

Untuk membedakan peralatan-peralatan yang akan dikontrol serta bagaimana hubungan peralatan satu dengan yang lainnya dan waktu pelaksanaan pengontrolan harus dilaksanakan untuk kemudian dituliskan atau digambarkan *Function Block Diagram* nya. Dalam *Function Block Diagram* terdapat fungsi-fungsi khusus seperti fungsi logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmetika dengan tujuan mengontrol mesin-mesin dan proses-proses yang akan dilakukan secara otomatis dan berulang-ulang.

#### 2.4.4 Penggunaan Program Zeliosoft 2

Pada Gambar 2.12 berikut merupakan tampilan dari program zeliosoft 2 dengan bahasa program FBD (*Function Block Diagram*)



**Gambar 2.12 Tampilan Program Zeliosoft 2 Dengan Bahasa Program FBD**

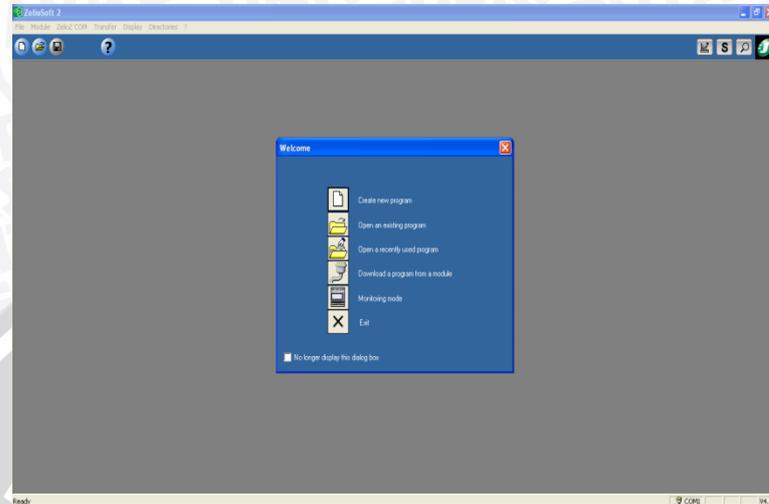
Sumber: Zeliosoft 2 user manual

Deskripsi gambar:

1. *Function block input zone*: Daerah fungsi blok *input* untuk memasukkan *input* yang diinginkan.
2. *Connection between two function block*: Untuk mengoneksikan antara dua blok fungsi.
3. *Function bar*: Untuk menampilkan fungsi Zeliosoft 2, informasi dari PLC yang terhubung.
4. *Function block*: Untuk menampilkan parameter dalam bahasa program FBD (*Function Block Diagram*)
5. *Wiring sheet*: Untuk membentuk pengkabelan dari program yang dimasukkan antara *input* dan *output*.
6. *Function block number*: Untuk menampilkan nomor pada blok parameter (*Function Block*).
7. *Output function block zone*: Daerah fungsi blok *output* untuk memasukkan *output* dari suatu sistem.

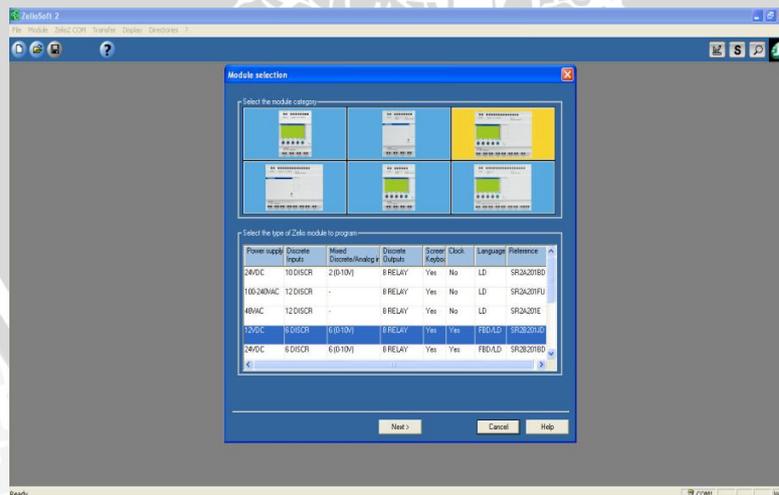
### 2.4.4.1 Instruksi dasar

Pilih **File** → **New** atau kotak **Create New Program** untuk memulai suatu pemrograman seperti dalam Gambar 2.13 sebagai berikut:



**Gambar 2.13 Tampilan Awal Dari Program Zeliosoft 2**  
 Sumber: Zeliosoft 2 user manual

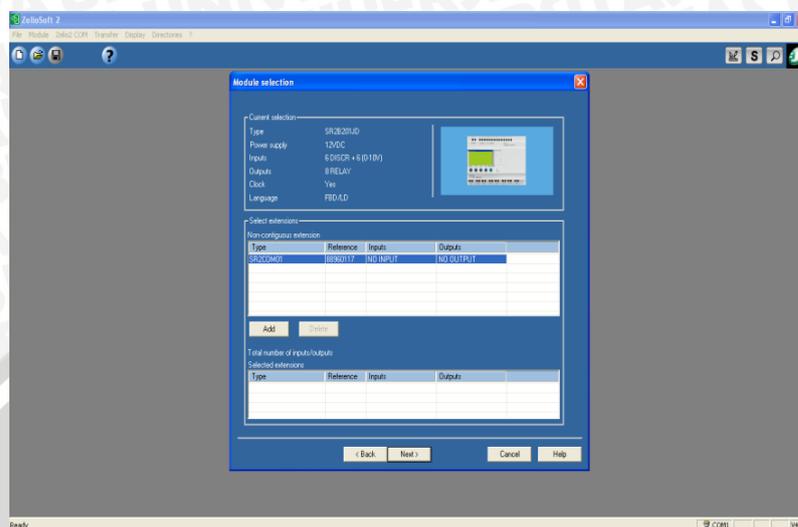
kemudian Pilih jenis PLC yang akan digunakan dengan modul yang dikelompokkan sesuai kategori dengan jumlah *input* dan *output* kemudian konfirmasi menggunakan tombol **Next>** seperti dalam Gambar 2.14 sebagai berikut:



**Gambar 2.14 Tampilan Untuk Pemilihan Jenis PLC**  
 Sumber: Zeliosoft 2 user manual



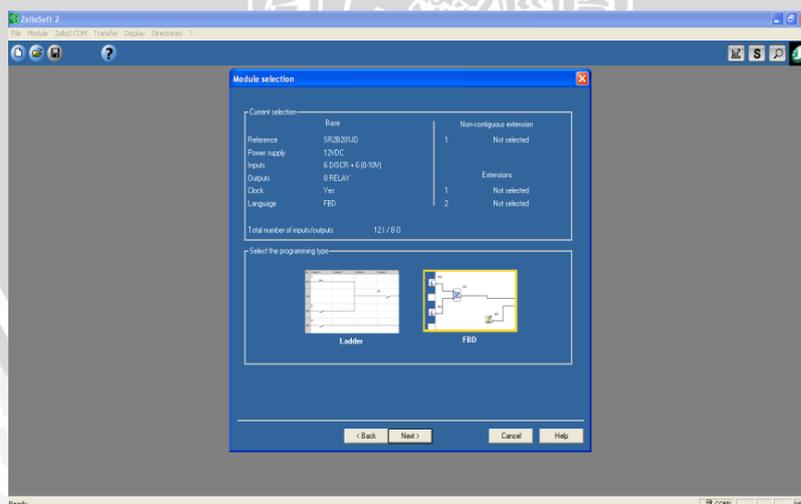
Setelah memilih dengan jenis PLC yang sesuai pada program zeliosoft 2 maka akan muncul tampilan seperti terlihat dalam Gambar 2.15 sebagai berikut:



**Gambar 2.15 Tampilan Dengan PLC Yang Telah Dipilih**

Sumber: Zeliosoft 2 user manual

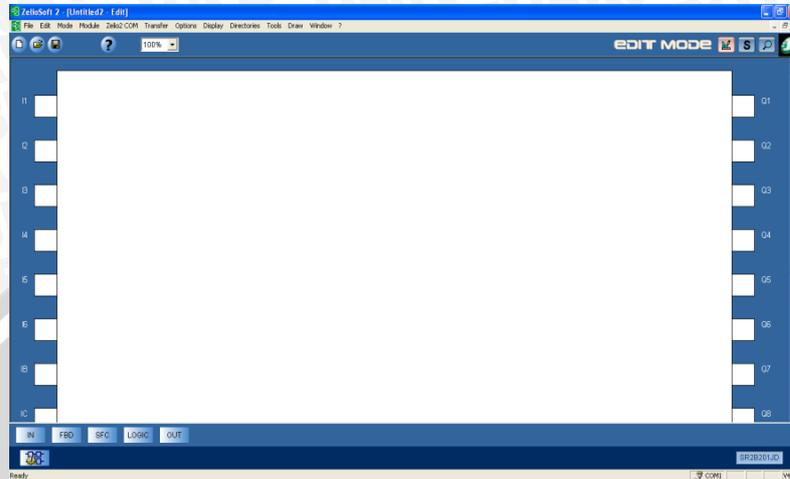
Kemudian akan muncul pada layar dan zeliosoft 2 dapat menggunakan 2 tipe bahasa, yaitu: bahasa LD (*Ladder Diagram*) dan FBD (*Function Block Diagram*). Pilih tipe bahasa FBD (*Function Block Diagram*) dan konfirmasi menggunakan tombol **Next>**, seperti dalam Gambar 2.16 sebagai berikut:



**Gambar 2.16 Tampilan Untuk Pemilihan Jenis Tipe Bahasa Pemrograman**

Sumber: Zeliosoft 2 user manual

Maka program dari Zeliosoft 2 dengan tipe bahasa FBD (*Function Block Diagram*) akan tampil dan dapat memasukkan jenis *input*, *function block*, dan *output* yang diinginkan seperti dalam Gambar 2.17 sebagai berikut:



**Gambar 2.17 Tampilan Wiring Sheet Dari FBD (*Function Block Diagram*)**

Sumber: Zeliosoft 2 user manual

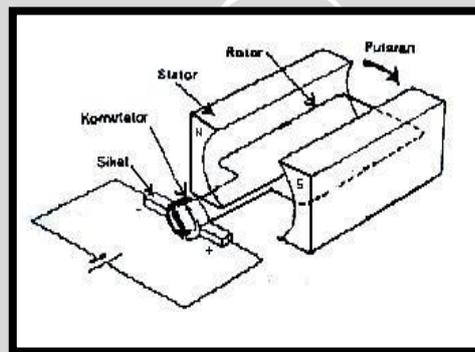
## 2.5 Motor DC

DC motor yang digunakan dalam penelitian adalah DC motor yang menggunakan permanen magnet. Alasan pemilihan DC motor tipe ini adalah kemudahan dalam pengontrolan dengan menggunakan pengaturan tegangan DC. Medan stator motor jenis ini dihasilkan oleh magnet permanen bukan elektromagnet. DC motor mempunyai kurva kecepatan torsi yang linier dalam jangka yang lebar. Penggunaan magnet permanen tidak membutuhkan daya listrik untuk menghasilkan medan stator, sehingga daya dan pendinginan yang diperlukan lebih rendah dibandingkan motor yang menggunakan elektromagnet. Perubahan kecepatan motor dapat diatur dengan cara mengubah-ubah besarnya tegangan DC yang diberikan.

DC motor memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

- Bentuknya kompak, ringan dan berdaya kerja tinggi
- Dapat bekerja pada daerah atau tempat yang mempunyai lingkungan ekstrim
- Biaya perawatan murah

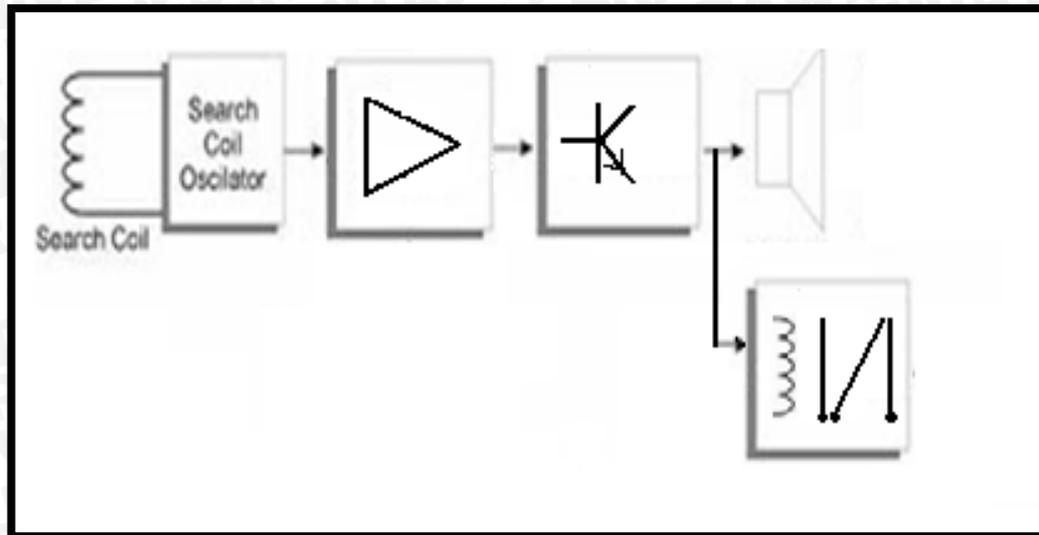
Motor DC hampir sama konstruksinya dengan motor AC, perbedaannya terletak pada sikat dan cincin belah (komutator). Saat siklus pertama, arus mengalir dari kutub positif ke negatif. Aliran arus yang melewati bagian kabel yang berada didekat kutub N magnet akan menimbulkan gaya Lorentz ke bawah. Sementara itu aliran arus yang melewati kabel yang berada di dekat kutub S magnet akan menyebabkan gaya Lorentz ke atas. Kedua perpaduan gaya Lorentz tersebut akan menyebabkan kawat berputar. Pada siklus berikutnya terjadi hal yang serupa seperti pada siklus sebelumnya. Apabila arus terus-menerus dialirkan, maka kawat akan berputar secara terus menerus pula. Pada aplikasi sesungguhnya, kawat adalah sebuah rotor yang akan dikopel dengan sebuah as dan akan memutar as tersebut terus menerus seiring perputaran motor. Motor DC ditunjukkan dalam Gambar 2.18 sebagai berikut:



**Gambar 2.18 Motor DC**  
Sumber: *Kismet F [1994:98]*

## 2.6 Sensor Logam (*Metal Detector*) Tipe MS-158C

Metode dari sensor logam (*metal detector*) ini, yaitu jika sensor berupa lilitan (*search coil*) berdekatan dengan logam maka karakteristik dari rangkaian osilator akan berubah. Perubahan karakteristik ini tentunya akan mengakibatkan perubahan frekuensi *output* dari rangkaian osilator tersebut.



**Gambar 2.19 Blok Diagram Sensor Logam (*Metal Detector*)**

Sumber: [www.meet-electronics.com/Product.html](http://www.meet-electronics.com/Product.html)

Ketika *search coil oscillator* pada sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk maka akan terjadi umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan sensor logam tersebut. Terjadinya umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan sensor logam akan menghasilkan sinyal *output* berupa sinyal resonansi yang dihasilkan dari sistem rangkaian L/C dan sinyal amplitudo yang dihasilkan dari *variable resistor*.

Kemudian *output* dari sinyal frekuensi tersebut dikuatkan oleh *input* basis transistor TDA0161 dan untuk mengaktifkan *buzzer* maka *output* dari transistor TDA0161 dikuatkan oleh transistor BC548. *Output* dari sistem pendeteksian disini berupa *buzzer* yang diparalel ke *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi menjadi sinyal analog sebagai *input* dari PLC, seperti yang terlihat dalam Gambar 2.19. Bentuk fisik dari sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C dengan rangkaian penguat frekuensi ditunjukkan dalam Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Sensor Logam (*Metal detector*)

Sumber: [www.meet-electronics.com/Product.html](http://www.meet-electronics.com/Product.html)

### 2.6.1 Cara Kerja Rangkaian Sensor Logam (*metal detector*)

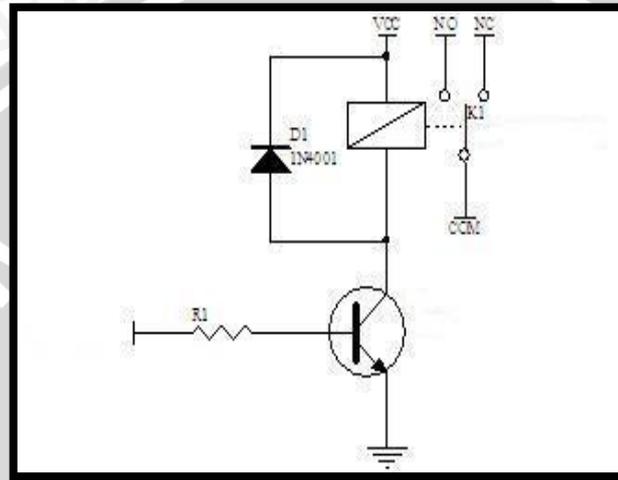
Pada Gambar 2.21 merupakan skematik untuk blok rangkaian sensor logam (*metal detector*) sebagai alat pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk. Sensor logam (*metal detector*) disini akan terjadi proses induksi elektromagnetik pada lilitan di dalam sensor logam tersebut. Jika sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam maka akan terjadi umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan lilitan sensor logam tersebut. Sensor logam tersebut mendapatkan suplai tegangan dari baterai 9 volt DC. Dikarenakan sifat magnetik dapat ditimbulkan dengan arus listrik, maka sebaliknya arus listrik dapat ditimbulkan dengan gaya magnet. Gaya yang bekerja antar arus listrik disebut gaya magnetik. Sebuah muatan yang bergerak tidak mengalami gaya magnetik apabila bergerak paralel dengan medan magnetnya. Gaya magnetik terhadap muatan yang bergerak itu maksimum apabila gerakannya tegak lurus terhadap medan magnetnya.



disini berupa *buzzer* yang diparalel ke *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi menjadi sinyal analog sebagai *input* dari PLC.

## 2.7 Driver Relay

*Driver Relay* adalah rangkaian yang digunakan untuk menggerakkan sistem kontak dengan kontrol arus listrik DC. Gambar rangkaian *driver relay* sederhana dapat terlihat dalam Gambar 2.22 sebagai berikut:



Gambar 2.22 Rangkaian *Driver Relay*

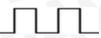
Sumber: <http://library.binus.ac.id>.

### 2.7.1 Prinsip kerja *Driver Relay*

Pada saat arus listrik atau tegangan masuk ke salah satu kaki spul dan kaki spul lainnya mendapat tegangan minus atau *ground*, maka inti besi yang dililiti lilitan tersebut berubah menjadi medan magnet. Tetapi inti besi tersebut tidak akan menjadi medan magnet sebelum transistor di *switch* (mendapat bias atau *trigger*). Setelah transistor tersebut mendapat *trigger*, inti besi tersebut berubah menjadi medan magnet dan menarik kaki C (*Common*), sehingga merubah kontak atau kaki NO (*Normally Open*) menjadi NC (*Normally Close*) dan merubah kontak NC (*Normally Close*) menjadi NO (*Normally Open*). Dalam pemakaiannya biasanya *driver relay* yang digerakkan dengan arus DC dipasang *dioda Germanium* dan LED. Tujuan dipasangnya *dioda germanium* pada kaki spul secara terbalik, yaitu *anoda* pada tegangan (-) dan *katoda* pada tegangan (+) adalah untuk melindungi komponen - komponen lainnya terutama transistor. Sedangkan tujuan dipasangnya LED pada *driver relay* adalah sebagai tanda apakah relai telah bekerja atau belum ketika diberi arus listrik atau tegangan.

Kontaktor dan *driver relay* prinsipnya sama saja, hanya kontaktor dayanya lebih besar dari pada *driver relay*.

### 2.7.2 Macam - macam Bias atau *Trigger* yang digunakan *Driver Relay*

- Data: 

Berasal dari IC Digital.

IC Digital dibagi menjadi dua, yaitu: IC CMOS dan IC TTL.

- Sinyal: 

Berasal dari *output CD, Amplifier*, dll.

- *Trigger*: 

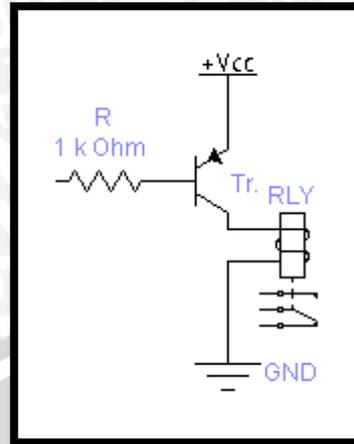
DC (*Direct Current*): maksimal 3V, jika lebih maka transistor akan tembus.

- Arus (*Ripple*): 

AC (*Alternating Current*): maksimal 3V, jika lebih maka transistor akan tembus.

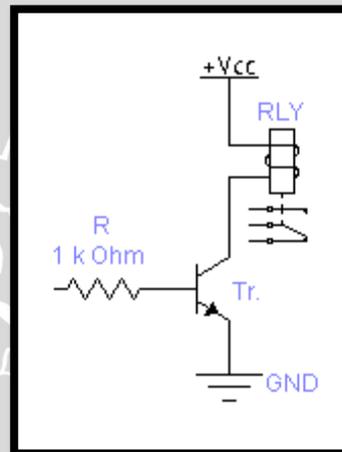
### 2.7.3 *Driver Relay* PNP dan NPN

Perbedaan *Driver Relay* PNP dengan *Driver Relay* NPN adalah letak *Vcc* dan *Ground*-nya. Pada *Driver Relay* PNP, *Vcc* diletakkan pada kaki *emitor* (pada Tr. PNP) dan kaki *Collector*-nya dihubungkan ke kaki spul relai, sedangkan *Ground* dileakkan pada kaki spul relai lainnya yang tidak terhubung atau terpisah dengan Transistor. Sedangkan *driver relay* NPN, *Vcc* diletakkan pada salah satu kaki spul relai, sedangkan *Ground* diletakkan pada kaki *emitor* (pada Tr. NPN) dan kaki *Collector*-nya diletakkan pada salah satu kaki spul relai yang tidak terhubung atau terpisah dengan *Vcc*, seperti yang terlihat dalam Gambar 2.23 dan Gambar 2.24 berikut:



**Gambar 2.23 Rangkaian Driver Relay PNP**

Sumber: <http://library.binus.ac.id>.



**Gambar 2.24 Rangkaian Driver Relay NPN**

Sumber: <http://library.binus.ac.id>.

Transistor adalah komponen yang bekerja berdasarkan ada atau tidaknya arus pemicuan pada kaki Basisnya. Pada aplikasi *driver relay*, transistor bekerja sebagai saklar yang pada saat tidak menerima arus pemicuan, maka transistor akan berada pada posisi *cut-off* dan tidak menghantarkan arus,  $I_c=0$ . Dan saat kaki basis menerima arus pemicuan, maka transistor akan berubah ke keadaan saturasi dan menghantarkan arus.

Komponen aktif rangkaian pada Gambar 2.24 adalah transistor jenis NPN. Transistor ini berfungsi sebagai saklar elektronik yang akan mengalirkan arus jika terdapat arus bias pada kaki basisnya, dan akan menyumbat arus jika tidak terdapat arus bias pada kaki basisnya. Relai yang dapat digunakan dengan rangkaian ini adalah relai dengan tegangan kerja koil antara 5V DC hingga 45V

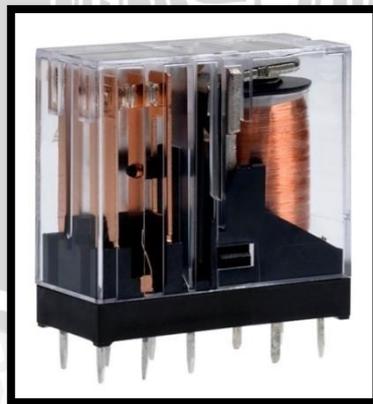
DC. Jika relai yang digunakan membutuhkan tegangan kerja diatas 45V DC, maka gantilah transistor dengan transistor yang memiliki tegangan kerja lebih besar seperti jenis BD139.

Untuk relai-relai kecil dengan tegangan kerja 5V – 24V, untuk lebih menghemat biaya, transistor TIP31C dapat diganti dengan C828 atau NPN sejenis. Untuk relai-relai besar, maka transistor TIP31C sudah lebih dari cukup untuk mengaktifkan relai dengan mantap.

## 2.8 Relai

Dalam dunia elektronika, relai dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 1970, relai merupakan otak dari rangkaian pengendali. Relai adalah komponen yang terdiri dari sebuah kumparan berinti besi yang akan menghasilkan elektromagnet ketika kumparannya dialiri oleh arus listrik. Elektromagnet ini kemudian menarik mekanisme kontak yang akan menghubungkan kontak NO (*Normally Open*) dan membuka kontak NC (*Normally Closed*). Sedikit menjelaskan, kata *Normally* disini berarti relai dalam keadaan non-aktif atau *non-energized* atau kumparan relai tidak dialiri arus.

Jadi kontak NO (*Normally Open*) adalah kontak yang pada saat normal tidak terhubung dan kontak NC (*Normally Closed*) adalah kontak yang pada saat normal terhubung. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi relai. Bentuk fisik dari relai seperti dalam Gambar 2.25 sebagai berikut:



**Gambar 2.25 Bentuk Fisik Dari Relai**

Sumber: <http://library.binus.ac.id>.

Relai yang paling sederhana ialah relai elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana, relai elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya atau energi listrik.

Secara umum, relai digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut:

- *Remote control*: dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- Penguatan daya: menguatkan arus atau tegangan  
Contoh: *starting relay* pada mesin mobil
- Pengatur logika kontrol suatu sistem

Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, relai juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem. Sehingga, relai mempunyai 2 (dua) macam simbol yang digunakan pada rangkaian listrik (*hardware*) dan program (*software*). Pemakaian relai dalam perangkat-perangkat elektronika mempunyai Keuntungan yaitu:

- Dapat mengontrol sendiri arus serta tegangan listrik yang diinginkan
- Dapat memaksimalkan besarnya tegangan listrik hingga mencapai batas maksimalnya
- Dapat menggunakan baik saklar maupun koil lebih dari satu, disesuaikan dengan kebutuhan

Relai terdiri dari 3 (tiga) bagian utama, yaitu:

1. Koil : lilitan dari relai
2. *Common* : bagian yang tersambung dengan NC (keadaan normal)
3. Kontak : terdiri dari NC dan NO

- NC (*Normally Close*): saklar terhubung dengan kontak ini saat relai tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.
- NO (*Normally Open*): saklar terhubung dengan kontak ini saat relai aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.

Membedakan antara NC (*Normally Close*) dengan NO (*Normally Open*):

- NC (*Normally Closed*): saklar dari relai yang dalam keadaan normal (relai tidak diberi tegangan) terhubung dengan *common*.
- NO (*Normally Open*): saklar dari relai yang dalam keadaan normal (relai tidak diberi tegangan) tidak terhubung dengan *common*.

Bagian-bagian relai dapat diketahui dengan 2 (dua) cara, yaitu:

1. dengan cara melihat isi dalam relay tersebut
2. dengan menggunakan multimeter (Ohm)

Cara mengetahui relai tersebut masih berfungsi atau tidak dapat dilakukan dengan cara memberikan tegangan yang sesuai dengan relai tersebut pada bagian koilnya.

Jika kontakannya masih bekerja NC (*Normally Closed*) ke NO (*Normally Open*) atau NO (*Normally Open*) ke NC (*Normally Closed*), maka dapat dikatakan bahwa relai tersebut masih dalam keadaan baik.

**NB:**

- Hubungkan *common* dan NO (*Normally Open*) jika menginginkan rangkaian ON ketika koil diberi tegangan.
- Hubungkan *common* dan NC (*Normally Closed*) jika menginginkan rangkaian ON ketika koil tidak diberi tegangan.

### 2.8.1 Jenis – jenis Relai

Seperti saklar, relai juga dibedakan berdasarkan *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Berikut adalah definisi *pole* dan *throw*, yaitu:

- *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh relai
- *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*

Berikut penggolongan relai berdasarkan jumlah *pole* dan *throw*, yaitu:

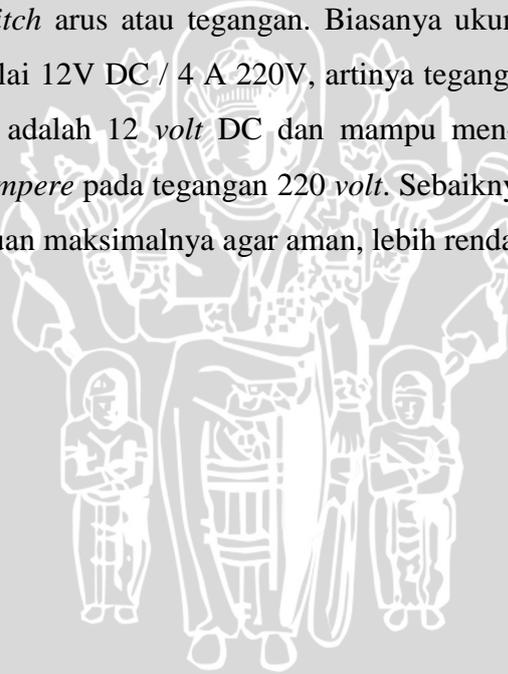
- SPST (*Single Pole Single Throw*)
- DPST (*Double Pole Single Throw*)
- SPDT (*Single Pole Double Throw*)
- DPDT (*Double Pole Double Throw*)

- 3PDT (*Three Pole Double Throw*)
- 4PDT (*Four Pole Double Throw*)

### 2.8.2 Karakteristik Relai

Karakteristik relai antara lain adalah tegangan kerja koil atau kumparan. Ada yang 5V DC, 12V DC, 24V DC, 36V DC, hingga 48V DC. Tegangan kerja adalah tegangan yang harus diberikan kepada koil agar relai dapat bekerja. Selain itu, ada karakteristik kemampuan kontak relai. Bisa 3 *ampere*, 5 *ampere*, 10 *ampere*, atau lebih. Maksudnya adalah arus maksimal yang mampu dialirkan oleh kontak relai adalah sesuai dengan karakteristiknya, jadi bisa 3 *ampere*, 5 *ampere*, atau 10 *ampere*.

Penggunaan relai perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relai men-*switch* arus atau tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relai. Misalnya relai 12V DC / 4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12 *volt* DC dan mampu men-*switch* arus listrik (maksimal) sebesar 4 *ampere* pada tegangan 220 *volt*. Sebaiknya relai difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan metode untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan Sistem
2. Spesifikasi alat
3. Perancangan dan realisasi pembuatan alat
4. Pengujian alat
5. Pengambilan kesimpulan

#### 3.1 Perencanaan Sistem

Perencanaan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya, hal ini dimaksudkan agar sistem pengidentifikasi dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan.

Perencanaan sistem yang dilakukan meliputi:

- Merancang blok diagram sistem kerja peralatan secara keseluruhan
- Menjelaskan sistem kerja pada setiap bloknya dari diagram blok tersebut
- Merancang *hardware* sistem peralatan yang akan diaplikasikan pada blok diagram secara keseluruhan
- Menentukan macam-macam peralatan yang akan digunakan pada setiap blok diagram tersebut.
- Menentukan jenis rangkaian dan *wiring* diagram yang akan diaplikasikan pada rangkaian sistem kerja secara keseluruhan.
- Merancang software zelirosoft 2 dari PLC Schneider SR3 B101BD dengan bahasa program FBD (*Function Block Diagram*)
- Memasukkan hasil perancangan software zelirosoft 2 dengan bahasa program FBD (*Function Block Diagram*) ke dalam unit PLC.

### 3.2 Spesifikasi Alat

Adapun spesifikasi alat yang akan direalisasikan adalah sebagai berikut:

1. Konveyor yang digunakan jenis *belt* konveyor.
2. Pergerakan konveyor menggunakan satu buah motor DC.
3. Motor yang digunakan adalah motor DC *gearbox* 24V DC.
4. Sensor yang digunakan adalah *metal detector* merek MEET tipe MS-158C berfungsi untuk mendeteksi adanya benda yang berbahan logam pada kemasan susu bubuk.
5. *Metal detector* yang dilengkapi *variable resistor* dan saklar ON/OFF. *Variable resistor* untuk mengatur *range* permukaan antara sensor logam dengan kemasan susu bubuk yang memiliki kemampuan deteksi dengan jarak 0 – 5 cm.
6. *Metal detector* juga diberi *buzzer* dan LED indikator.
7. Catu daya dari *metal detector* di suplai dengan baterai 9V DC.
8. Alat dilengkapi dengan *driver relay* 24V DC 5A
9. Pada rangkaian *metal detector* dilengkapi dengan transistor C945 sebagai penguat sinyal.
10. Perangkat PLC yang digunakan adalah produk PLC Schneider SR3 B101BD dengan tegangan 24V DC dan 10 I/O.
11. Sistem pneumatik yang digunakan adalah *solenoid valve 5/2 single coil* merek pamy dengan lubang 3/8” yang memiliki tegangan 24V DC dan silinder *double action* merek astex euro dengan lubang 1/8”.
12. *Power supply* yang digunakan untuk keseluruhan sistem adalah PSA *switching input* 90 - 240V AC dan *output* 24V DC 2,1 *ampere* merek hate Cina.
13. Konveyor dilengkapi dengan *regulator adjust* 0 - 24V DC untuk pengontrolan kecepatan konveyor.

### 3.3 Perancangan Dan Realisasi Pembuatan Alat

#### 3.3.1 Perancangan Perangkat Keras Dan Realisasi Tiap Blok

- a. Pembuatan diagram blok sistem secara lengkap.
- b. Penentuan komponen yang akan digunakan.
- c. Merakit perangkat keras (*Hardware*) untuk masing-masing blok.

### 3.3.2 Perancangan Komponen Yang Akan Digunakan

Setelah mengetahui seperti apa perangkat keras yang dirancang, maka dibutuhkan perangkat lunak untuk mengendalikan dan mengatur kerja dari alat ini. Desain dan parameter yang telah dirancang kemudian diterapkan dalam PLC dengan menggunakan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*) oleh *software* zeliosoft 2.

### 3.4 Pengujian Alat

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan sesuai yang direncanakan maka perlu dilakukan pengujian alat meliputi perangkat keras (*hardware*) yang dilakukan baik per blok maupun keseluruhan sistem.

#### 3.4.1 Pengujian Tiap Blok

Pengujian per blok dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan nilai masukan dan nilai keluaran tiap-tiap blok sesuai dengan perancangan yang dilakukan sebelumnya.

#### 3.4.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama.

### 3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan. Jika hasil yang didapatkan telah sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kendali tersebut telah berhasil memenuhi harapan dan tentunya memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk penyempurnaan.

## BAB IV

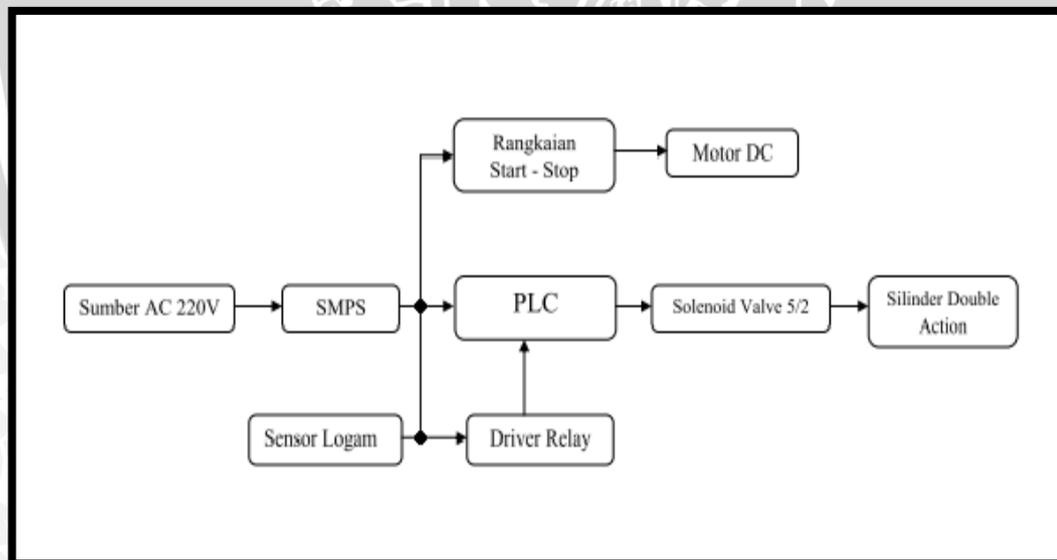
### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan dan pembuatan perangkat keras serta perancangan dan pembuatan perangkat lunak. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan secara bertahap untuk memudahkan analisis sistem. Beberapa aspek yang perlu dijelaskan dalam bab ini meliputi:

- Perancangan masing-masing blok rangkaian
- Penentuan spesifikasi alat
- Perancangan sistem rangkaian secara keseluruhan atau *wiring diagram*.
- Perancangan perangkat keras (*hardware*)
- Perancangan perangkat lunak (*software*)

#### 4.1 Perancangan Sistem

Secara garis besar, blok diagram perancangan sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem**

Sumber: Perancangan

Sistem yang digunakan dalam konveyor pendeteksian benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk menggunakan satu buah motor DC yang dihubungkan dengan rangkaian *start – stop* dari sumber tegangan AC melalui

MCB. Rangkaian *start – stop* disini juga dihubungkan dengan SMPS (*switch mode power supply*) untuk mensuplai dan mengubah tegangan AC ke tegangan DC pada motor. Motor DC disini untuk menggerakkan *belt conveyor* yang dihubungkan oleh kedua *roll conveyor*. Untuk pengontrolan kecepatan konveyor tersebut digunakan *regulator adjust 0 – 24V DC* dengan rangkaian *regulator transistor* tip 41. Dalam perancangan ini, SMPS sebagai *power supply* dengan *input 90 – 240V AC*, *output 24V DC*, dan *2,1 ampere*. Selain mensuplai motor yang dihubungkan rangkaian *start – stop*, SMPS juga mensuplai PLC (*programmable logic control*) dan *driver relay*. Sensor logam (*metal detector*) akan mendapatkan suplai dari baterai *9 volt* yang dihubungkan ke dalam *input* PLC melalui *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi ke sinyal analog. Sensor logam (*metal detector*) disini dilengkapi dengan *buzzer*, LED, dan *variable resistor*. *Buzzer* dan LED disini sebagai indikator agar *operator* dapat mengetahui produk pada kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam. Sedangkan, *variable resistor* digunakan untuk mengatur *range* permukaan antara sensor logam dengan kemasan susu bubuk yang terdapat benda logam. Pada rangkaian sensor logam (*metal detector*) juga dilengkapi dengan transistor C945 sebagai penguat sinyal. Sistem pendeteksian benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk ini menggunakan *software zeliisoft 2* dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*). PLC yang digunakan disini, yaitu PLC Zelio. Zelio adalah PLC *Smart Relay* yang dibuat oleh keluaran *Schneider Telemecanique* dengan tipe SR3 B101BD memiliki tegangan 24V DC dan 10 I/O. PLC disini untuk memerintahkan sistem pneumatik menutup jika pada kemasan susu bubuk terdeteksi oleh sensor logam terdapat benda berbahan logam, mengatur waktu (*timing*) untuk pintu kembali menutup, dan proses penghitungan (*counting*) kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam. Sistem tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4.1.

## 4.2 Spesifikasi Sistem

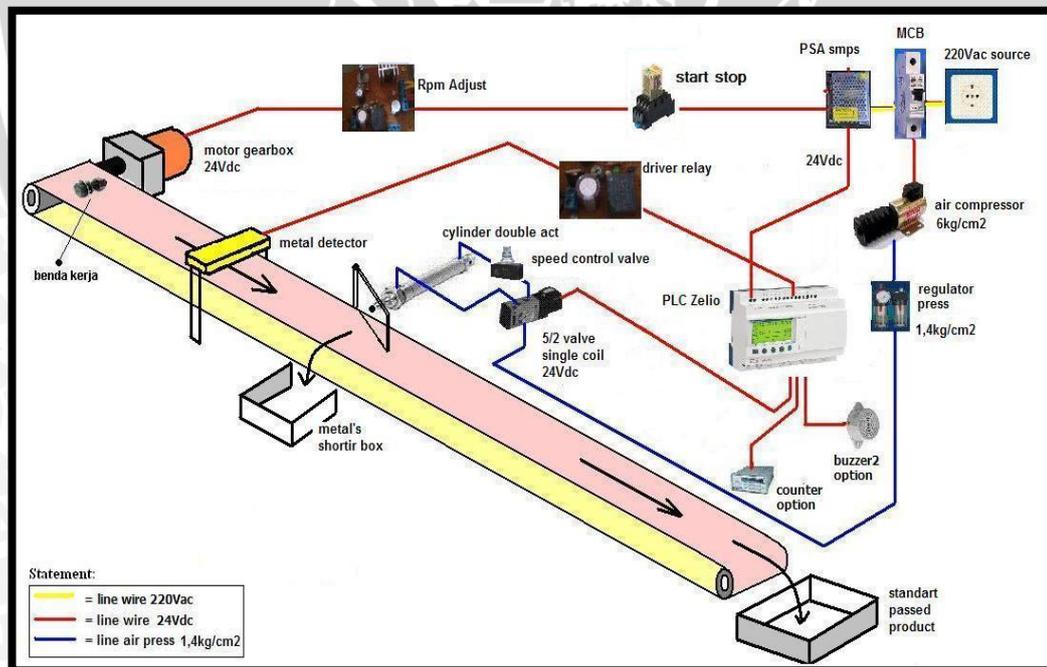
Spesifikasi sistem yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan konveyor dengan spesifikasi konveyor sebagai berikut:
  - Panjang = 55 cm
  - Lebar = 7 cm

- Tinggi = 10 cm
  - Bahan rangka = akrilik
2. Pergerakan konveyor menggunakan satu buah motor DC.
  3. Sensor yang digunakan untuk pendeteksian benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk adalah sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C.
  4. Sistem pneumatik yang digunakan adalah *solenoid valve 5/2 single coil* dan silinder *double action*.
  5. Menggunakan satu buah PLC Schneider tipe SR3 B101BD.
  6. Pemrograman menggunakan *software zeliosoft 2* dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*).

#### 4.3 Perancangan Sistem Rangkaian atau *Wiring Diagram*.

Setelah ditentukan spesifikasi alat yang akan digunakan, maka berikutnya adalah menentukan rancangan *wiring* diagram (sistem kendali rangkaian kelistrikan) secara keseluruhan dari unit peralatan yang digunakan, seperti yang terlihat dalam Gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2 Perancangan Sistem Rangkaian Secara Keseluruhan

Sumber: Perancangan

Berikut adalah prinsip kerja dari perancangan sistem rangkaian secara keseluruhan seperti yang terlihat pada Gambar 4.2, yaitu:

- Untuk menjalankan proses perancangan sistem konveyor secara keseluruhan diperlukan sumber tegangan AC 220 - 240V.
- Sistem *start-stop* atau *push button* disini untuk menjalankan sistem konveyor dengan memberikan sinyal listrik dari sumber tegangan AC 220-240V sehingga mesin konveyor bisa berjalan.
- Ketika *start-stop* atau *push button* ditekan maka *belt conveyor* akan berjalan untuk membawa kemasan susu bubuk yang akan di deteksi.
- Pada saat kemasan susu bubuk melewati area sensor logam atau *metal detector* maka sensor tersebut akan mendeteksi apakah ada benda yang berbahan logam di dalamnya melalui frekuensi yang dipancarkan pada alat rangkaian sensor logam atau *metal detector* tersebut.
- Sensor logam atau *metal detector* tersebut terhubung pada sisi *input* PLC dan *output* PLC terhubung dengan alat pneumatik *solenoid valve 5/2* yang memerintahkan *silinder double action pneumatic* untuk mendorong pintu menutup jika benda yang terdeteksi berupa logam.
- Jika sensor logam atau *metal detector* mendeteksi benda logam di dalam kemasan susu bubuk maka *buzzer* pada sensor tersebut akan “*on beep*” sebanyak 3 kali.
- Setelah *buzzer “on beep”* pada sensor logam atau *metal detector* maka *timer* pada PLC akan aktif dan *buzzer* pada PLC akan aktif selama *timer* pada PLC melakukan proses perhitungan (*timing*) kemudian alat pneumatik *solenoid valve 5/2* akan memerintahkan *silinder double action pneumatic* untuk membuka.
- Setelah kemasan susu bubuk terdeteksi terdapat benda yang berbahan logam jatuh ke tempat yang telah disediakan maka pintu akan menutup kembali.
- Jika pada produk selanjutnya terdeteksi oleh sensor logam terdapat benda berbahan logam maka *timer* pada PLC akan aktif secara otomatis dan pintu tidak akan membuka.

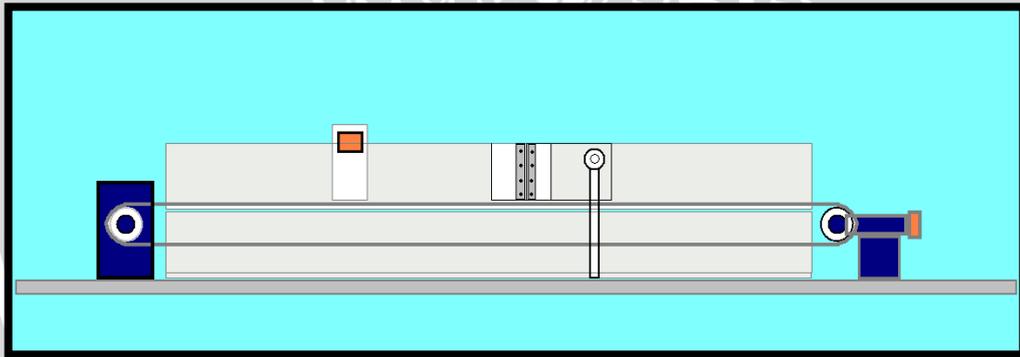
- Produk yang tidak terdapat benda berbahan logam maupun produk yang terdapat benda berbahan logam maka akan dihitung jumlahnya dengan menggunakan *counter* dan dijadikan sebagai produk yang dihasilkan.
- Sensor logam atau *metal detector*, alat pneumatik *solenoid valve 5/2*, *buzzer*, dan *timer* disini dikendalikan oleh sistem *wiring control PLC*.

#### 4.4 Perancangan Perangkat Keras

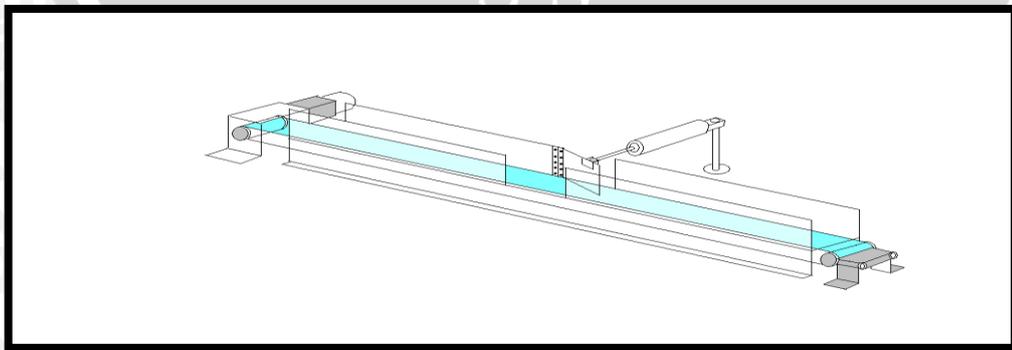
Perangkat keras terdiri dari mekanik konveyor, rangkaian *start – stop*, sistem pneumatik, sensor logam (*metal detector*), rangkaian SMPS (*switch mode power supply*), dan sistem pengontrolan rangkaian PLC (*programmable logic control*).

##### 4.4.1 Perancangan Mekanik Konveyor

Perancangan mekanik dilakukan untuk merancang pemodelan konveyor. Secara umum rancangan mekanik pemodelan konveyor ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



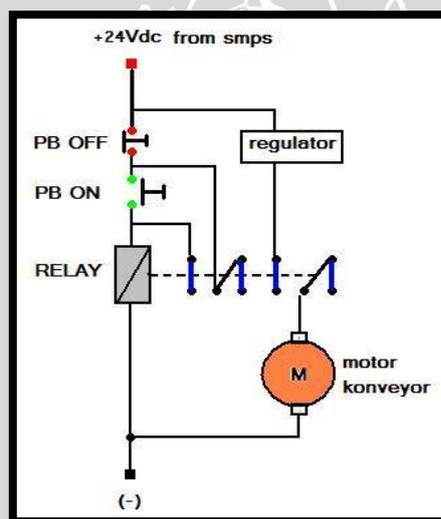
Gambar 4.3 Perancangan Mekanik Konveyor Tampak Samping  
Sumber: Perancangan



Gambar 4.4 Perancangan Mekanik Konveyor Tampak Atas  
Sumber: Perancangan

#### 4.4.2 Perancangan Rangkaian *Start – Stop*

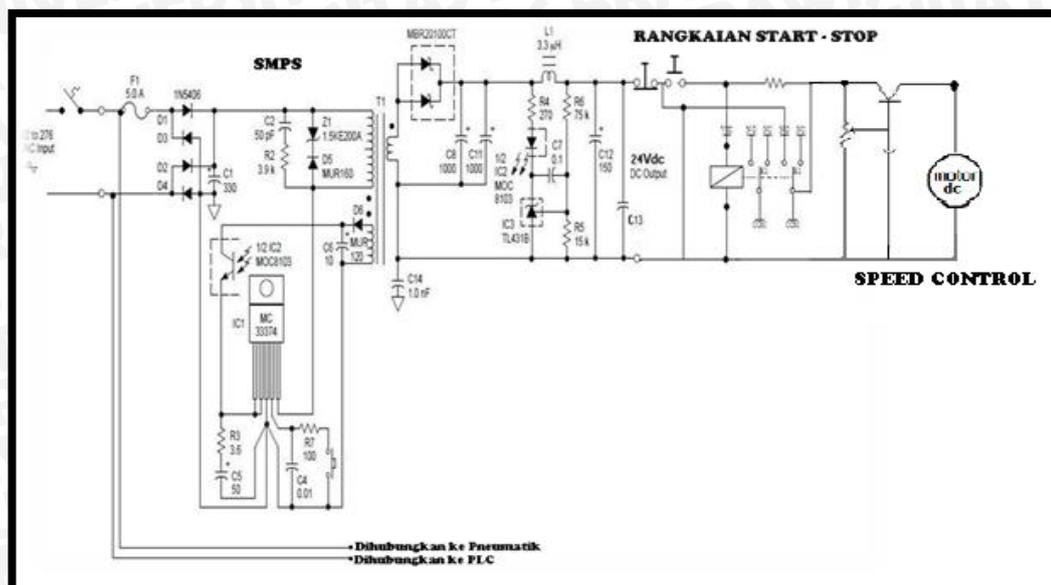
Rangkaian *start – stop* disini berfungsi untuk memutus atau menyambung aliran arus ke motor melalui anak kontak dari kontaktor utama. Kontaktor utama disini mendapatkan tegangan dari sumber tegangan AC 220 volt. Pada perancangan sistem ini, rangkaian *start – stop* ini dihubungkan dengan SMPS (*switch mode power supply*) yang akan mensuplai tegangan dan mengubah tegangan sumber AC 220 volt ke tegangan DC untuk pergerakan motor dengan tegangan 24V DC. Untuk pengontrolan kecepatan konveyor itu sendiri digunakan *regulator adjust 0 – 24V DC* dengan rangkaian *regulator transistor* tip 41. Motor DC ini sebagai penggerak *belt conveyor* yang dihubungkan oleh kedua *roll conveyor* dan sebagai penggerak konveyor. Rangkaian *start – stop* tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.5 sebagai berikut:



Gambar 4.5 Perancangan Rangkaian *Start - Stop*

Sumber: Perancangan

Pada Gambar 4.5 di atas adalah perancangan dari rangkaian *start – stop* yang dihubungkan dengan SMPS 24 volt DC sebagai penggerak motor. Perancangan rangkaian *start - stop* dimulai dari MCB sebagai kontaktor utama. Ketika MCB dalam kondisi *on*, maka lampu indikator merah akan menyala. Pada saat *push button on* ditekan maka lampu hijau akan menyala dan push button on dihubungkan dengan *relay* sebagai penggerak motor. Ketika *push button off* ditekan maka lampu merah akan menyala dan motor sebagai penggerak konveyor akan berhenti.



**Gambar 4.6 Perancangan Rangkaian *Start – Stop*, SMPS, dan Motor**  
Sumber: Perancangan

Pada Gambar 4.6 di atas adalah perancangan rangkaian *start – stop*, SMPS, dengan Motor. Dimana Rangkaian *start – stop* tersebut sebagai untuk memutus atau menyambung aliran arus ke motor melalui anak kontak dari kontaktor utama. *Start – stop* disini juga dihubungkan dengan SMPS (*switch mode power supply*) untuk mensuplai dan mengubah tegangan AC ke tegangan DC pada motor. Motor DC disini untuk menggerakkan *belt conveyor* yang dihubungkan oleh kedua *roll conveyor*. Untuk pengontrolan kecepatan konveyor tersebut digunakan *regulator adjust 0 – 24V DC* dengan rangkaian *regulator transistor* tip 41. Dalam perancangan ini, SMPS sebagai *power supply* dengan *input 90 – 240V AC*, *output 24V DC*, dan *2,1 ampere*. Maka dalam rangkaian tersebut saling berkaitan dalam sistem penggerak pada konveyor.

#### 4.4.3 Perancangan Sistem Pneumatik

Pada perancangan sistem pneumatik ini menggunakan sumber energi yang didapatkan dari udara, dalam penelitian ini nantinya udara didapatkan dari kompresor. Kompresor berfungsi untuk menampung udara yang ada sehingga udara tersebut nantinya dapat digunakan untuk sumber energi sistem pneumatik. Berikut adalah komponen – komponen yang digunakan dalam perancangan sistem pneumatik ini, antara lain:

## 1. Sumber energi (*energi supply*)

Pada sistem pneumatik sumber energi didapatkan dari udara, dalam penelitian ini nantinya didapatkan dari kompresor. Kompresor berfungsi untuk menampung udara yang ada sehingga udara tersebut nantinya dapat digunakan untuk sumber energi sistem pneumatik.

Prinsip kerja dari sumber energi pada sistem pneumatik adalah udara dimampatkan sehingga udara yang ada berkumpul dan mempunyai energi untuk menggerakkan sistem pneumatik. Energi inilah yang digunakan pada sistem pneumatik tersebut.

Komponen-komponen yang digunakan untuk mendapatkan udara mampat antara lain, kompresor (*air compressor*) sebagai penghasil udara mampat, tangki udara (*reservoir*) sebagai penyimpan udara, unit persiapan udara (*air service unit*) untuk mempersiapkan udara mampat, dan unit penyalur udara (*air distribution unit*) untuk menyalurkan udara mampat kepada komponen-komponen pneumatik.

## 2. Aktuator (*actuator*)

Aktuator merupakan salah satu output sistem, dalam hal ini adalah sistem pneumatik. Pada penelitian ini nantinya akan menggunakan beberapa komponen-komponen sistem pneumatik, seperti:

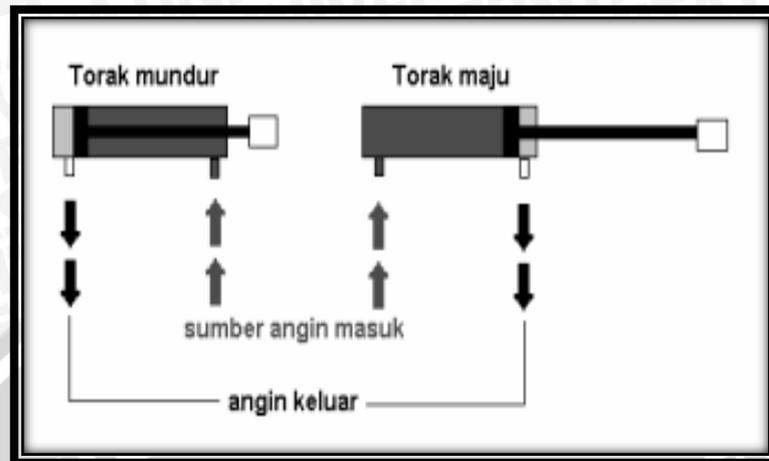
### a. Katup pneumatik (*Valves*)

Katup pneumatik adalah sebagai komponen pengatur secara mekanik dari pergerakan silinder baik kondisi torak maju maupun mundur.

### b. Silinder kerja ganda (*Double Acting Cylinder*)

Silinder kerja ganda (*double acting cylinder*) memiliki lubang untuk memasukan dan mengeluarkan angin pada kedua ujungnya. Bila sumber angin dimasukan melalui lubang dibagian belakang silinder maka torak akan bergerak maju dan angin akan keluar melalui lubang bagian depan silinder. Kondisi ini biasa dikatakan dengan kondisi *extend*. Demikian sebaliknya jika sumber angin dimasukan melalui lubang depan silinder maka torak akan bergerak mundur dan angin akan keluar melalui lubang bagian belakang silinder.

Kondisi ini biasa dikatakan dengan kondisi *retract* seperti terlihat dalam Gambar 4.7 sebagai berikut:



**Gambar 4.7 Cara Kerja Silinder Kerja Ganda**

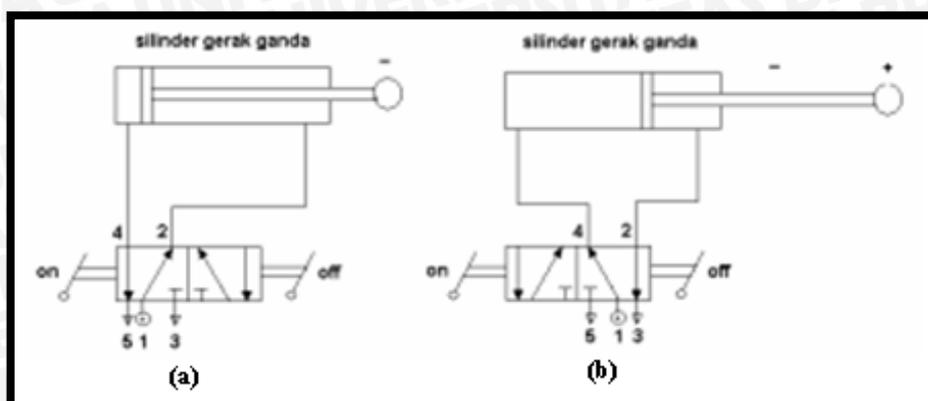
Sumber: <http://library.binus.ac.id>.

### 3. Elemen kontrol (*Control Elements*)

Elemen kontrol merupakan komponen pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan aliran udara yang masuk dan keluar, tekanan atau tingkat aliran (*flow rate*) dari udara mampat yang akan disalurkan kepada komponen-komponen pneumatik lain sebagai *input* atau pada aktuator.

Pada perancangan sistem pneumatik menggunakan elemen control (*control element*) katup kontrol aliran (*flow control valves*) dan katup kontrol tekanan (*pressure control valves*). Katup kontrol aliran (*flow control valves*) adalah komponen pneumatik yang berfungsi untuk mengatur besarnya volume udara mampat yang ingin dialirkan baik satu arah maupun dua arah, sehingga kecepatan (*speed*) silinder dapat diatur sesuai kebutuhan. Dilihat dari arah aliran katup pengontrol aliran dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *throttle valve* (2 arah) dan *one-way flow control* (1 arah). Sedangkan, katup kontrol tekanan (*pressure control valves*) merupakan komponen pneumatik yang berfungsi untuk memanipulasi tekanan udara mampat dan juga komponen ini dapat bekerja dengan udara mampat yang telah dimanipulasi. Katup kontrol tekanan (*pressure control valves*) disini menggunakan katup tipe 5/2. Katup tipe 5/2 ini merupakan katup yang memiliki 5 lubang dan 2 pergerakan secara mekanik yaitu gerakan

mekanik yang menentukan silinder dalam kondisi maju atau silinder dalam kondisi mundur.



Gambar 4.8 (a) Katup 5/2 Torak Mundur; (b) Katub 5/2 Torak Maju

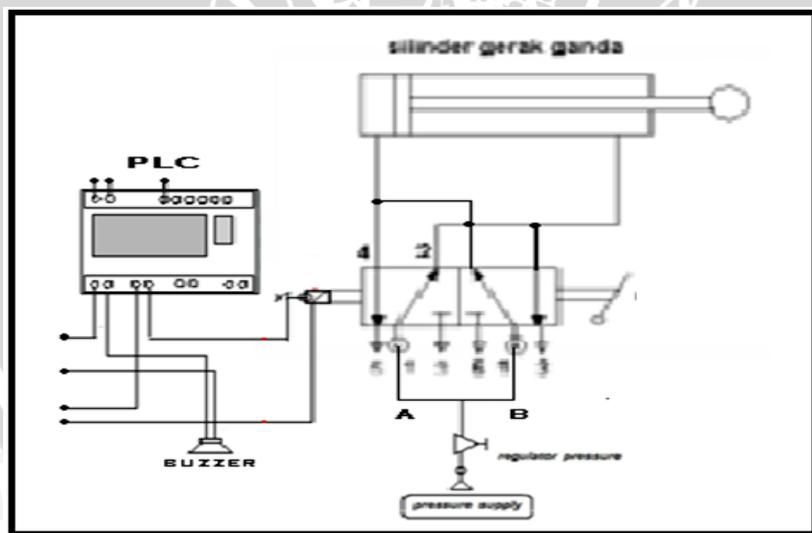
Sumber: <http://library.binus.ac.id>

Rincian kondisi pada Gambar 4.8 (a), yaitu lubang 1 sebagai sumber angin masuk dari kompresor menuju lubang 2 untuk kemudian dialirkan ke lubang silinder bagian depan yang menyebabkan silinder bergerak mundur yang mengakibatkan angin keluar melalui lubang silinder bagian belakang dan masuk ke lubang katup 4 kemudian dikeluarkan melalui lubang 5, dan lubang 3 dimampatkan. Rincian kondisi pada Gambar 4.8 (b), yaitu lubang 1 sebagai sumber angin masuk dari kompresor menuju lubang 4 untuk kemudian dialirkan ke lubang silinder bagian belakang yang menyebabkan silinder bergerak maju yang mengakibatkan angin keluar melalui lubang silinder bagian depan dan masuk ke lubang katup 2 kemudian dikeluarkan melalui lubang 3, dan lubang 5 dimampatkan.

#### 4. Elemen Masukan (*Input Elements*)

Elemen masukan dalam perancangan ini adalah PLC (*Programmable Logic Controller*). Sistem pneumatik akan bergerak jika mendapatkan *input* dari PLC dengan *software* zeliosoft 2 dengan bahasa program FBD (*Function Block Diagram*) yang mendeteksi adanya benda berbahan logam melalui sensor logam (*metal detector*). Jika sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam, maka sensor logam akan memberikan *input* pada PLC untuk menggerakkan sistem pneumatik. Namun, sensor logam ini dihubungkan dengan *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi ke sinyal analog pada *input* PLC dengan

tegangan 24V DC dengan ditambahkan transistor C945, kemudian sistem pneumatik akan bergerak dan *buzzer* akan aktif selama *timer* yang telah ditentukan dalam PLC dengan *software* zeliosoft 2 dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*). Pergerakan sistem pneumatik ini dengan silinder *double action*. Sumber energi untuk sistem pneumatik ini di dapatkan dari udara, yaitu kompresor. Jika silinder pada pneumatik bergerak mundur maka sumber angin akan masuk pada lubang A1 menuju A2 yang kemudian dialirkan ke silinder bagian depan kemudian silinder dapat bergerak mundur. Ketika silinder bergerak mundur maka angin akan keluar melalui silinder belakang dan masuk ke lubang A4 kemudian dikeluarkan ke lubang A5. Lubang A3 disini akan dimampatkan. Begitu juga dengan silinder yang akan bergerak maju, yaitu: Sumber energi atau angin akan masuk ke lubang B1 menuju B4 yang kemudian dialirkan ke silinder bagian belakang kemudian silinder dapat bergerak maju. Ketika silinder bergerak maju maka angin akan keluar melalui silinder depan dan masuk ke lubang B2 kemudian dikeluarkan melalui lubang B3. Lubang B6 disini akan dimampatkan. Dalam perancangan sistem pneumatik dengan PLC tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.9 sebagai berikut:



**Gambar 4.9 Perancangan Dari Sistem Pneumatik Dengan PLC**

Sumber: Perancangan

Dalam perancangan sistem pneumatik ini tidak lepas dari komponen – komponen pendukung selain komponen – komponen utama di atas. Komponen – komponen pendukung untuk sistem pneumatik ini memiliki fungsi masing –

masing. Tanpa menggunakan komponen – komponen pendukung ini sistem pneumatik tidak akan berjalan. Dalam perancangan sistem pneumatik ini menggunakan komponen – komponen pendukung, antara lain:

### 1. Selang

Jika sistem kontrol listrik menggunakan kabel sebagai media penghantar arus listrik maka pada perancangan sistem pneumatik ini digunakan selang dengan diameter 6 mm.

### 2. Sambungan / *Fitting*

*Fitting* adalah komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau sebagai sambungan antar selang. *Fitting* juga terdapat pengunci sehingga menjamin bahwa selang akan tetap berada pada sambungan apabila udara bertekanan melewatinya.

### 3. *Silincer*

*Silincer* adalah komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi untuk meredam suara bising saat ada tekanan udara keluaran yang dibuang ke terminal R atau S.

### 4. *Speed Control Valve*

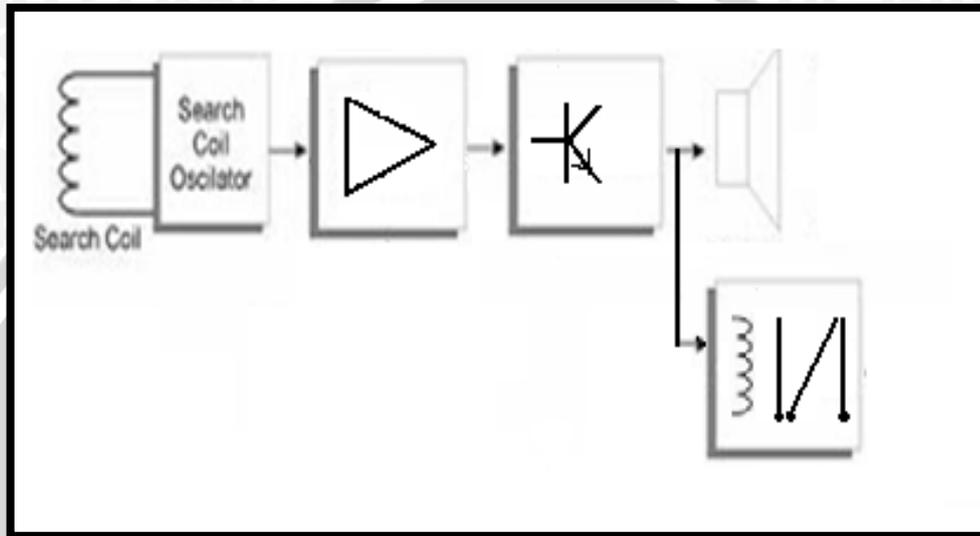
*Speed Control Valve* adalah katup untuk pengontrolan kecepatan pada sistem pneumatik. Agar kecepatan silinder pada sistem pneumatik dapat diatur kecepatannya, sehingga proses dari silinder pneumatik dapat menyesuaikan dengan kecepatan motor sebagai penggerak konveyor dan proses *timing* pada PLC saat sensor mendeteksi adanya benda berbahan logam.

#### 4.4.4 Perancangan Sensor Logam (*Metal Detector*) Tipe MS-158C

Pada perancangan sensor logam ini yang digunakan sebagai pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan bubuk menggunakan *metal detector* dilengkapi dengan *buzzer* dan LED indikator. Sensor logam (*metal detector*) disini menggunakan merek MEET tipe MS-158C dengan suplai 9 volt DC. Kemudian *metal detector* dihubungkan oleh PLC Schneider tipe SR3 B101BD melalui *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi dari sensor logam ke *input* PLC berupa sinyal analog menggunakan *software* zeliosoft 2 dengan bahasa

pemrograman FBD (*Function Block Diagram*) dengan ditambahkan transistor C945.

Metode dari sensor logam (*metal detector*) ini, yaitu jika sensor berupa lilitan (*search coil*) berdekatan dengan logam maka karakteristik dari rangkaian osilator akan berubah. Perubahan karakteristik ini tentunya akan mengakibatkan perubahan frekuensi *output* dari rangkaian osilator tersebut.



**Gambar 4.10 Blok Diagram Sensor Logam (*Metal Detector*)**

Sumber: [www.meet-electronics.com/Product.html](http://www.meet-electronics.com/Product.html)

Ketika *search coil oscillator* pada sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk maka akan terjadi umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan sensor logam tersebut. Terjadinya umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan sensor logam akan menghasilkan sinyal *output* berupa sinyal resonansi yang dihasilkan dari sistem rangkaian L/C dan sinyal amplitudo yang dihasilkan dari *variable resistor*.

Kemudian *output* dari sinyal frekuensi tersebut dikuatkan oleh *input* basis transistor TDA0161 dan untuk mengaktifkan *buzzer* maka *output* dari transistor TDA0161 dikuatkan oleh transistor BC548. *Output* dari sistem pendeteksian disini berupa *buzzer* yang diparalel ke *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi menjadi sinyal analog sebagai *input* dari PLC, seperti yang terlihat dalam Gambar 4.10. Bentuk fisik dari sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C dengan rangkaian penguat frekuensi ditunjukkan dalam Gambar 4.11.

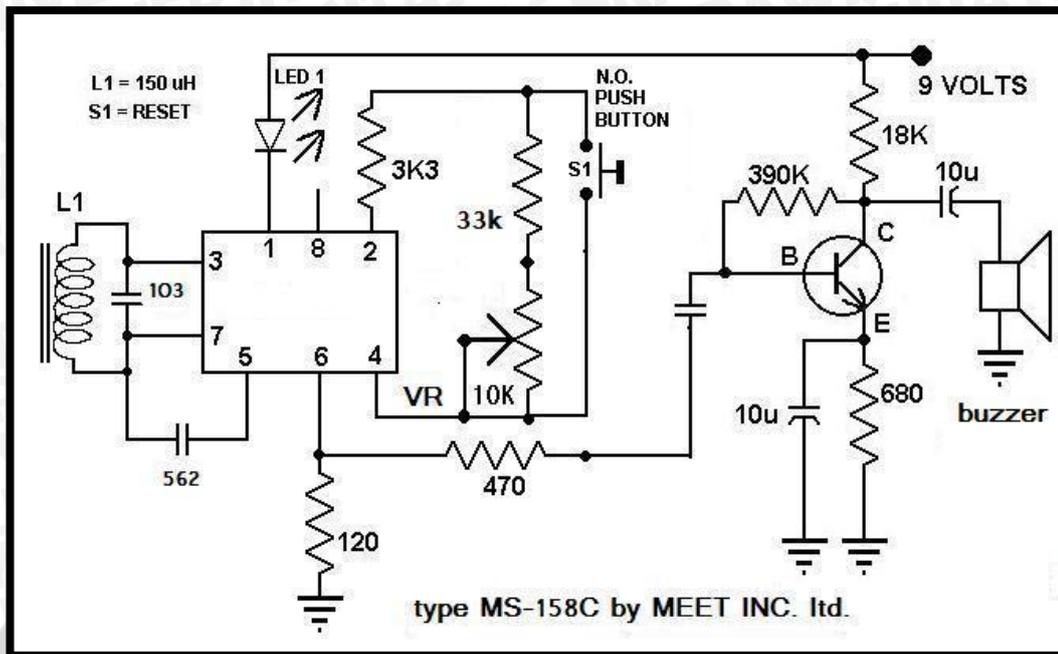


**Gambar 4.11 Sensor Logam (*Metal Detector*)**

Sumber: Perancangan

#### **4.4.4.1 Cara Kerja Rangkaian Sensor Logam (*metal detector*)**

Pada Gambar 4.12 merupakan skematik untuk blok rangkaian sensor logam (*metal detector*) sebagai alat pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk. Sensor logam (*metal detector*) disini akan terjadi proses induksi elektromagnetik pada lilitan di dalam sensor logam tersebut. Jika sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam maka akan terjadi umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan lilitan sensor logam tersebut. Sensor logam tersebut mendapatkan suplai tegangan dari baterai 9 volt DC. Dikarenakan sifat magnetik dapat ditimbulkan dengan arus listrik, maka sebaliknya arus listrik dapat ditimbulkan dengan gaya magnet. Gaya yang bekerja antar arus listrik disebut gaya magnetik. Sebuah muatan yang bergerak tidak mengalami gaya magnetik apabila bergerak paralel dengan medan magnetnya. Gaya magnetik terhadap muatan yang bergerak itu maksimum apabila gerakannya tegak lurus terhadap medan magnetnya.



Gambar 4.12 Blok Rangkaian Sensor Logam Tipe MS-158C

Sumber: [www.meet-electronics.com/Product.html](http://www.meet-electronics.com/Product.html)

Gaya magnetik dapat ditimbulkan oleh benda - benda yang bersifat magnetik dan juga arus listrik atau muatan listrik yang bergerak. Magnet mempunyai dua kutub, yaitu utara (U) dan selatan (S). Medan magnetik dapat digambarkan dengan garis - garis gaya magnetik yang disebut *spectrum* magnetik. Garis gaya magnetik didefinisikan sebagai garis khayal yang merupakan lintasan kutub utara magnet - magnet kecil apabila dapat bergerak dengan bebas.

Terjadinya umpan balik antara permukaan pada konveyor dengan sensor logam akan menghasilkan sinyal *output* berupa sinyal resonansi yang dihasilkan dari sistem rangkaian L/C dan sinyal amplitudo yang dihasilkan dari *variable resistor*. Nilai dari rangkaian L/C dapat dirubah sesuai jenisnya. Jika nilai L/C kecil maka frekuensi resonansi yang akan dihasilkan lebar dan dapat mendeteksi benda berbahan logam yang besar. Begitu juga dengan nilai L/C yang besar maka frekuensi resonansinya yang akan dihasilkan rapat dan hanya mendeteksi benda berbahan logam yang kecil.

Kemudian *output* dari sinyal frekuensi tersebut dikuatkan oleh *input* basis transistor TDA0161 dan untuk mengaktifkan *buzzer* maka *output* dari transistor TDA0161 dikuatkan oleh transistor BC548. *Output* dari sistem pendeteksian

disini berupa *buzzer* yang diparalel ke *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi menjadi sinyal analog sebagai *input* dari PLC.

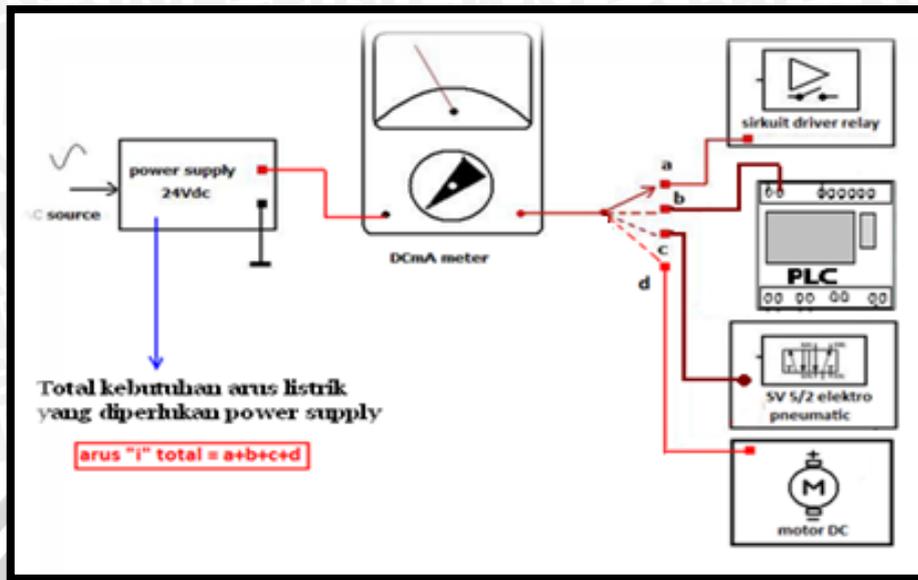
#### 4.4.5 Perancangan SMPS (*Switch Mode Power Supply*)

Pada perancangan SMPS (*switch mode power supply*) ini yaitu merancang untuk kebutuhan arus listrik yang dibutuhkan sesuai beban oleh suatu unit *power supply*. Hal ini agar *power supply* yang tersedia bagi kebutuhan sistem peralatan elektroniknya tidak terlalu besar dan tidak kecil kebutuhan arus listriknya. Sumber tegangan dari SMPS ini sendiri berasal dari sumber tegangan AC 220 *volt*. Sistem SMPS ini dihubungkan oleh rangkaian *start – stop* untuk mensuplai dan mengubah tegangan AC ke tegangan DC pada motor. Sistem SMPS ini juga mensuplai PLC (*programmable logic control*) dan *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi dari sensor logam ke input PLC berupa sinyal analog dengan ditambahkan transistor C945. Sistem SMPS yang digunakan dalam perancangan keseluruhan sistem ini dengan *input* 90 – 240V AC, *output* 24V DC, dan 2,1 *ampere*.

Langkah – langkah untuk menentukan kebutuhan arus listrik yang digunakan, antara lain:

- a. Menentukan (mengukur) arus listrik yang dibutuhkan oleh rangkaian *driver relay*
- b. Menentukan (mengukur) arus listrik yang dibutuhkan oleh sistem PLC Schneider tipe SR3 B101BD
- c. Menentukan (mengukur) arus listrik yang dibutuhkan oleh sistem pneumatik *solenoid valve* 5/2
- d. Menentukan (mengukur) arus listrik yang dibutuhkan oleh motor DC
- e. Menentukan (mengukur) arus listrik yang dibutuhkan oleh sensor logam (*metal detector*)

Hal tersebut dapat dilakukan percobaan sebagai berikut:



**Gambar 4.13 Sistem Keseluruhan Dari SMPS**

Sumber: Perancangan

Dari Gambar 4.13 di atas dapat dihitung total pemakaian arus listrik yaitu:

$$\text{Arus listrik total} = \text{Hasil ukur (a) + (b) + (c) + (d)}$$

Berdasarkan dari hasil pengukuran yang dilakukan, yaitu:

$$(0,1 \text{ A}) + (0,025 \text{ A}) + (0,175 \text{ A}) + (0,075 \text{ A}) = 0,375 \text{ A}$$

Maka total pemakaian arus listrik pada saat keseluruhan sistem bekerja, yaitu *0,375 ampere*.

Jika melakukan pengukuran “daya” dengan memakai rumus, sebagai berikut:

$$P = V \cdot I$$

Dimana:  $P = \text{Daya (watt)}$

$V = \text{Tegangan (volt); Output Power Supply 24V DC}$

$I = \text{Arus Listrik (ampere)}$

Sehingga:

$$P = 24 \text{ V} \times 0,375 \text{ A}$$

$$= 9 \text{ watt (pemakaian daya total keseluruhan sistem)}$$

Maka *power supply* yang digunakan minimal harus lebih dari total beban tersebut agar mencukupi saat keseluruhan sistem bekerja. Sedangkan, *power supply* yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah memiliki spesifikasi:

#### 24V DC dan 2,1 A

Jika mengukur “daya” total yang mampu disuplai oleh *power supply* tersebut adalah

$$P = V \cdot I$$

Sehingga:  $24V\ DC \times 2,1\ A = 50,4\ watt$

Jadi total pemakaian arus listrik pada saat keseluruhan sistem bekerja adalah 9 *watt*. Sedangkan, daya yang mampu disuplai oleh *power supply* adalah 50,4 *watt*. Maka, *power supply* mampu untuk mensuplai pada saat keseluruhan sistem bekerja.

#### 4.4.6 Perancangan Sistem Pengontrolan (*Electronic Control System*)

Untuk melakukan proses pengontrolan dari sistem konveyor secara keseluruhan digunakan PLC (*Programmable Logic Control*). PLC yang digunakan yaitu jenis Zelio dengan tipe SR3 B101BD yang memiliki 10 I/O dengan tegangan *input* 24V DC. Zelio adalah PLC *Smart Relay* yang dibuat oleh keluaran *Schneider Telemecanique*. *Smart relay* adalah suatu alat yang dapat diprogram oleh suatu bahasa tertentu yang biasa digunakan pada proses otomasi yang berfungsi sebagai pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi - instruksi dengan aturan tertentu dan dapat mengimplementasikan fungsi - fungsi khusus seperti fungsi logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmetika dengan tujuan mengontrol mesin – mesin dan proses - proses yang akan dilakukan secara otomatis dan berulang – ulang. Pemrograman yang digunakan pada *smart relay* ini adalah *software zeliisoft 2*. Cara kerja *smart relay* adalah memeriksa kondisi *input*, memasukkan ke dalam memori, mengeksekusi program, dan mengatur status pada perangkat keluaran.

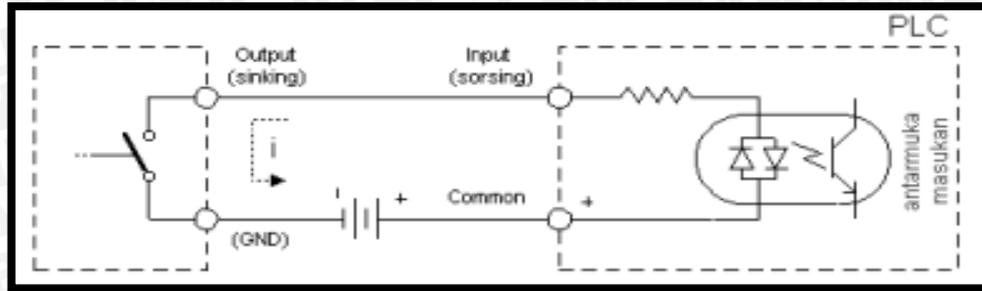
Cara kerja PLC adalah *scanning*, yaitu membaca atau menerima data dari *field devices* melalui antarmuka input, mengeksekusi program yang tersimpan di

sistem memorinya berdasarkan data yang diterima dari *field devices*, dan menulis atau memperbarui keadaan dari *output devices* melalui antarmuka *output*. Sistem *input* atau *output* membentuk sistem antarmuka sehingga *field devices* dapat terhubung dengan kontroler. Tujuan utama dari antarmuka adalah untuk mengkondisikan sinyal yang berbeda - beda yang diterima atau dikirim ke *field devices* agar dapat berkomunikasi dengan baik dengan kontroler. Sinyal - sinyal yang diterima dari sensor - sensor dihubungkan ke terminal yang terdapat pada antarmuka *input*. Sedangkan komponen - komponen yang ingin dikendalikan dihubungkan ke terminal yang terdapat pada antarmuka *output*. *Power supply* menyediakan semua tegangan (*voltages*) yang dibutuhkan selama operasi berjalan.

Sistem pengontrolan dari PLC ini adalah sensor logam yang di suplai oleh baterai 9V DC untuk dihubungkan pada PLC melalui *driver relay* yang akan mengubah sinyal frekuensi ke sinyal analog dengan ditambahkan transistor C945. Pada sistem pendeteksian benda berbahan logam pada kemasan bubuk menggunakan *metal detector* dilengkapi dengan *buzzer* dan LED indikator. Sensor logam (*metal detector*) disini menggunakan merek MEET tipe MS-158C. Sistem pendeteksian pada kemasan susu bubuk berbahan logam ini menggunakan *software zeliosoft 2* dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*).

#### 4.4.6.1 Unit Input

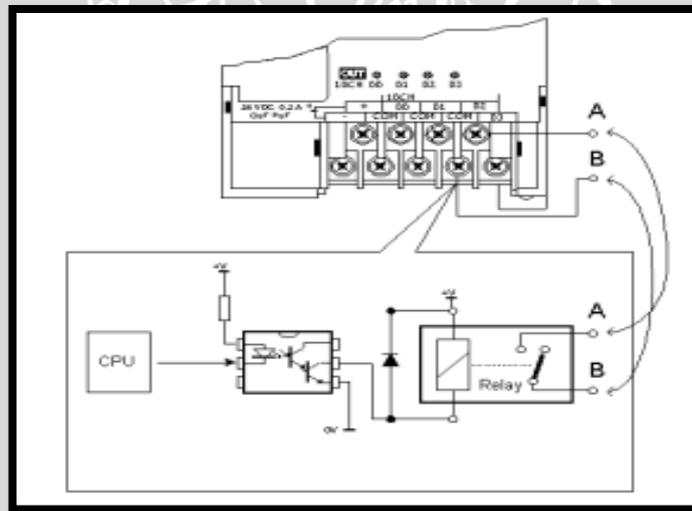
Kecerdasan sebuah sistem terotomasi sangat tergantung pada kemampuan sebuah PLC untuk membaca sinyal dari berbagai macam jenis sensor dan piranti-piranti masukan lainnya. Untuk bisa melakukan perubahan pada memori status masukan tersebut, dibutuhkan sumber tegangan untuk memicu masukan. Pada Gambar 4.14 ditunjukkan contoh menghubungkan sebuah sensor dengan tipe keluaran *sinking* (menyedot arus) dengan masukan PLC yang bersifat *sourcing* (memberikan arus).



**Gambar 4.14 Cara Menghubungkan Sensor Masukan**  
 Sumber: Zelio logic smart relay positioning user manual

#### 4.4.6.2 Unit Output

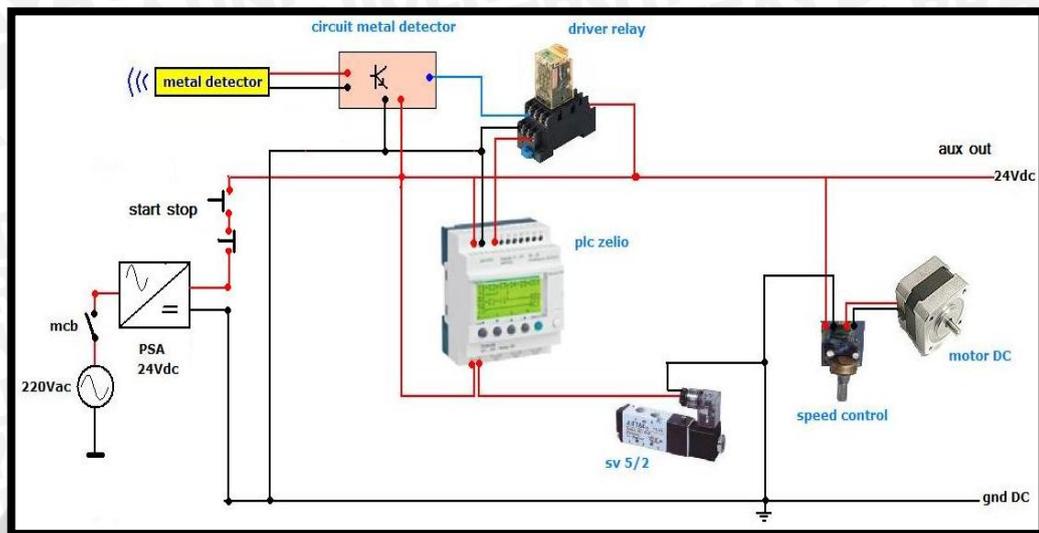
Sistem terotomasi tidaklah akan lengkap jika tidak ada fasilitas keluaran, beberapa alat atau piranti yang banyak digunakan adalah motor, solenoida, relai, lampu indikator, dan sebagainya. Zelio SR3 B101BD keluaran *schneider* elektrik menggunakan keluaran berupa relai. Dengan adanya relai ini, menghubungkan dengan piranti eksternal menjadi lebih mudah. Pada Gambar 4.16 ditunjukkan gambar rangkaian internal rangkaian relai sebagai keluaran pada zelio SR3 B101BD keluaran *schneider* elektrik.



**Gambar 4.15 Relai Sebagai Keluaran**  
 Sumber: Zelio logic smart relay positioning user manual

Pada Gambar 4.15 di atas tampak bahwa CPU PLC betul - betul terisolasi dari luar, pertama dengan menggunakan komponen optoisolator dan dari optoisolator ini digunakan untuk menggerakkan relai (terminal A dan B), serta sebuah dioda yang dipasang paralel dengan relai sebagai pengaman arus balik

yang terjadi saat pensaklaran. Seperti pada Gambar 4.16 adalah blok dari sistem pengendalian pada konveyor secara keseluruhan dengan menggunakan PLC.



**Gambar 4.16 Sistem Pengendalian Konveyor Dengan PLC**  
Sumber: Perancangan

#### 4.5 Perancangan Perangkat Lunak

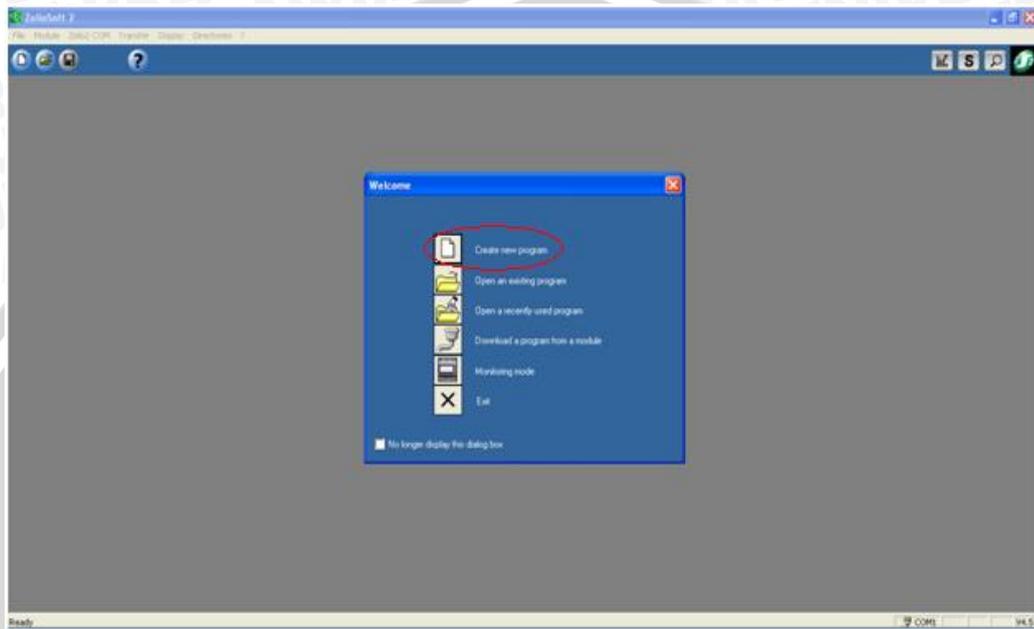
Perangkat lunak digunakan untuk memasukkan program yang akan digunakan sebagai sistem kerja pengontrol pada PLC. Selain itu perangkat lunak juga difungsikan untuk *monitoring* sistem yang sedang bekerja. *Software* yang digunakan dalam sistem memiliki beberapa aplikasi yang mempunyai fungsi sebagai pemrograman kontroler dan sebagai *monitoring*.

*Software* yang digunakan dalam PLC *smart relay* dengan tipe SR3 B101BD disini menggunakan *zeliisoft 2*. *Zelio software* ini digunakan untuk mengembangkan program kontrol untuk *Zelio smart relay*. Keuntungan memiliki *zeliisoft* karena *software* ini memiliki sistem simulator sehingga dapat langsung diuji-cobakan untuk mengetahui kinerja program kontrol yang akan di rancang. Oleh karena itu, bisa digunakan sebagai sarana belajar pemrograman dasar *ladder* maupun FBD (*Function Block Diagram*).

*Smart relay* yang digunakan pada perancangan ini adalah jenis *Zelio* dengan tipe SR3 B101BD yang memiliki 10 I/O dengan tegangan *input* 24V DC. *Zelio SR3 B101BD* ini juga merupakan sebuah *smart PLC* yang memiliki CPU, memori, dan relai yang terintegrasi di dalamnya. Untuk memprogramnya

menggunakan programming zelio soft 2 dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*).

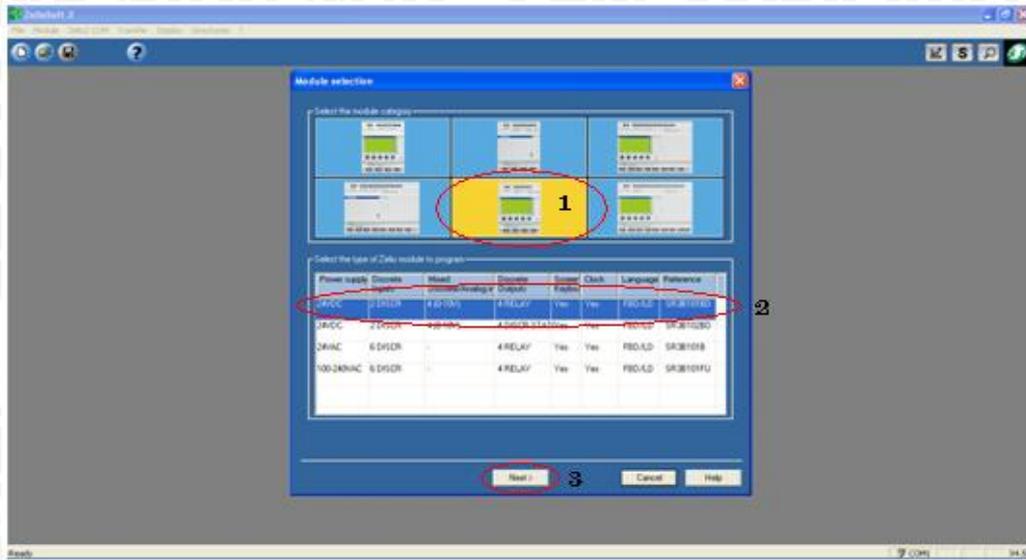
Pilih **File** → **New** atau kotak **Create New Program** untuk memulai suatu pemrograman menggunakan *software* zelio soft 2 seperti pada Gambar 4.17 sebagai berikut:



**Gambar 4.17 Sistem Pengontrolan Menggunakan Zelio soft 2**

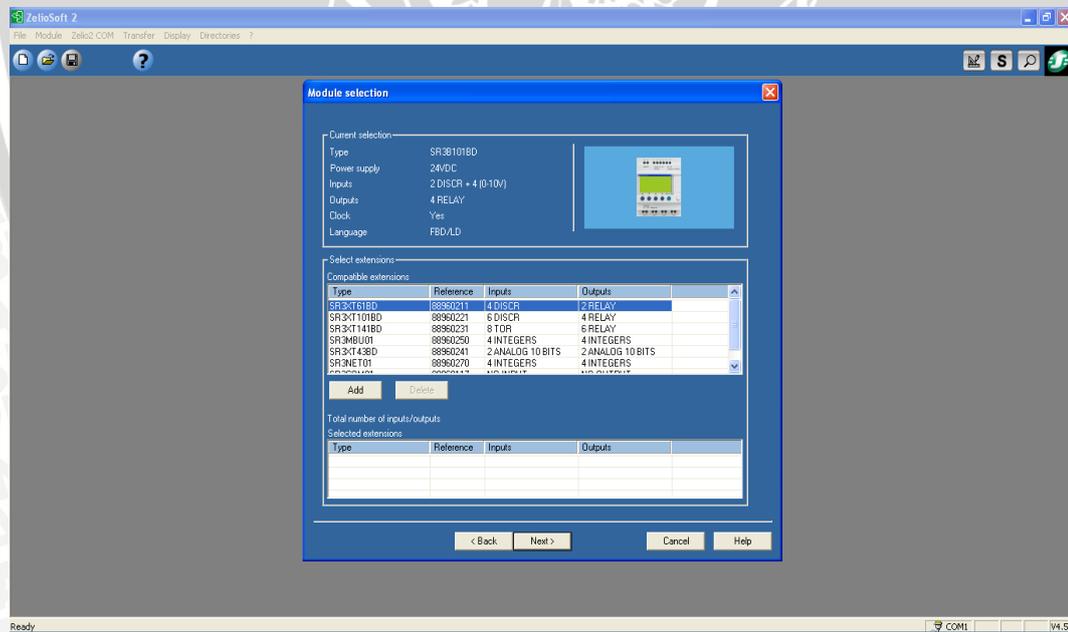
Sumber: Perancangan

Pilih jenis PLC yang akan digunakan seperti pada Gambar 4.18 no. 1 yaitu jenis PLC SR3 B101BD. Pada Gambar 4.18 no. 2 akan tampak penjelasan modul yang dikelompokkan sesuai kategori dengan jumlah *input* dan *output* dari jenis PLC yang telah dipilih. Kemudian pada Gambar 4.18 no. 3 konfirmasi dengan pilih → **Next**> untuk melanjutkan pemrograman berikutnya. Berikut tampilan seperti yang telah dijelaskan, yaitu:



**Gambar 4.18 Sistem Pengontrolan Menggunakan Zeliosoft 2**  
 Sumber: Perancangan

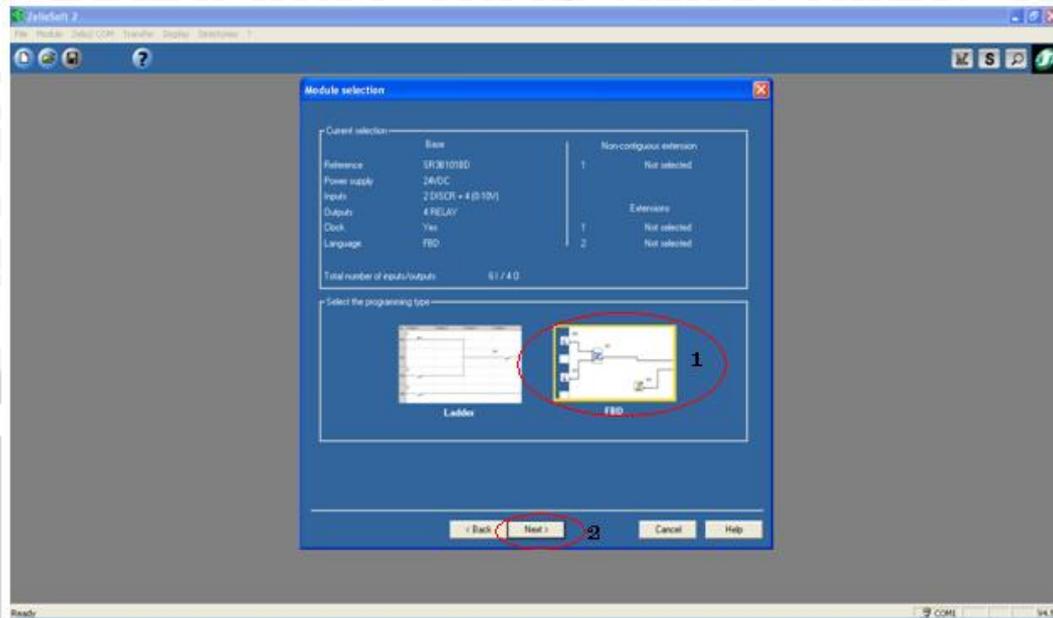
Setelah memilih dengan jenis PLC yang sesuai pada program zeliosoft 2 maka akan muncul tampilan keterangan dari jenis PLC yang telah dipilih dan kemudian mengklik pada baris yang sesuai untuk *input* dan *output* seperti yang terlihat dalam Gambar 4.19 sebagai berikut:



**Gambar 4.19 Sistem Pengontrolan Menggunakan Zeliosoft 2**  
 Sumber: Perancangan

Kemudian akan muncul pada layar dan zeliosoft 2 dapat menggunakan 2 tipe bahasa, yaitu: bahasa LD (*Ladder Diagram*) dan FBD (*Function Block*

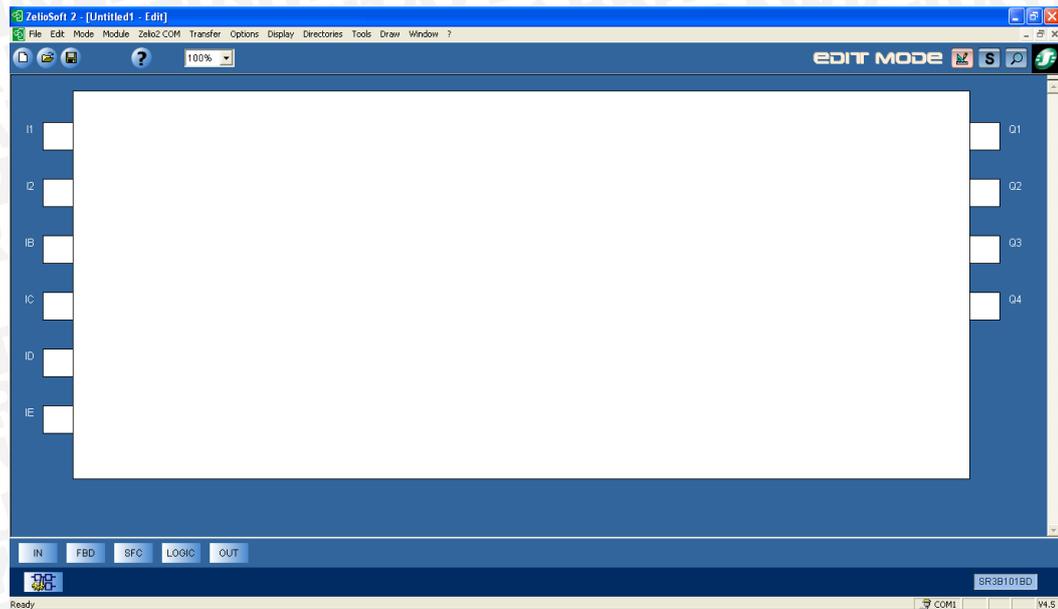
Diagram). Pilih tipe bahasa FBD (*Function Block Diagram*) seperti tampilan pada Gambar 4.20 no. 1 dan konfirmasi menggunakan tombol **Next**> seperti yang terlihat dalam Gambar 4.20 no. 2. Berikut tampilan seperti yang telah dijelaskan, yaitu:



**Gambar 4.20** Sistem Pengontrolan Menggunakan Zeliosoft 2

Sumber: Perancangan

Maka program dari Zeliosoft 2 dengan tipe bahasa FBD (*Function Block Diagram*) akan tampil dan dapat memasukkan jenis *input*, *function block*, dan *output* yang diinginkan seperti dalam Gambar 4.21 sebagai berikut:



**Gambar 4.21 Sistem Pengontrolan Menggunakan Zeliosoft 2**

Sumber: Perancangan

Pemrograman PLC pada umumnya menggunakan *ladder diagram*. Namun, pada pemrograman ini di dasari dari rangkaian kontak relai. Sehingga, bentuk pemrograman berupa symbol - simbol kontak NO (*Normally Open*), NC (*Normally Close*), *coil*, dan lain sebagainya. Hal ini bertujuan untuk memudahkan para pengguna (*user*) untuk mempelajari PLC. Namun saat ini telah ada sistem pemrograman yang mudah, cepat, tepat dan efisien untuk diaplikasikan dengan unit PLC-nya. Nama dari *software* tersebut adalah zeliosoft yang memiliki dua tipe bahasa pemrograman, yaitu: *Ladder Diagram* dan *FBD (Function Block Diagram)*.

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok rangkaian maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan "trouble shooting" letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Pengujian SMPS sebagai *power supply* pada sistem rangkaian *start – stop*
2. Pengujian SMPS sebagai *power supply* pada PLC (*Programmable Logic Control*)
3. Pengujian PLC (*Programmable Logic Control*) pada sistem pneumatik
4. Pengujian sensor logam (*metal detector*)
5. Pengujian PLC (*Programmable Logic Control*)
6. Pengujian sistem pneumatik
7. Pengujian kinerja pada keseluruhan sistem

#### 5.1 Pengujian SMPS Pada Sistem Rangkaian *Start - Stop*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan rangkaian *start – stop* sebagai pemutus atau penyambung aliran arus ke motor yang dihubungkan dengan SMPS. Untuk pengujian rangkaian *start – stop* dapat bekerja atau tidak digunakan avometer untuk melihat adanya tegangan atau tidak pada rangkaian *start – stop* tersebut maupun pada SMPS itu sendiri.

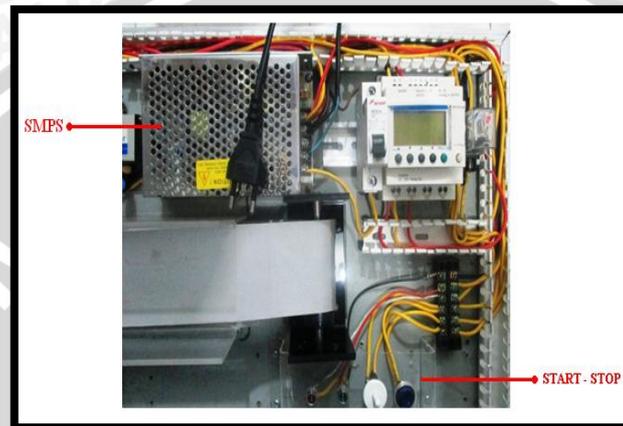
##### 5.1.1 Peralatan Pengujian

1. Avometer analog
2. *Module System* SMPS
3. Sistem rangkaian *start – stop*
4. Motor DC
5. Kabel penghubung
6. Terminal penghubung (2 x 6; 4 mm)

### 5.1.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

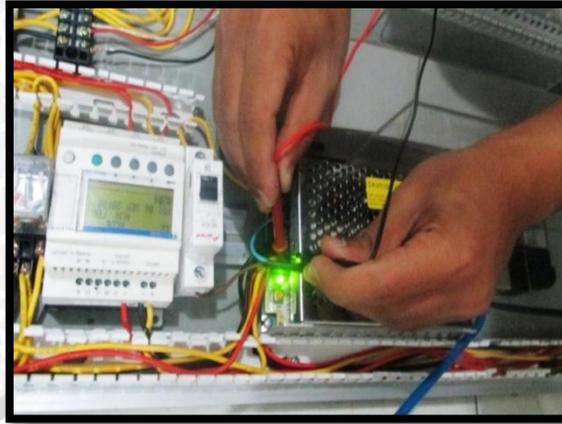
1. Menghubungkan *module system* SMPS ke tegangan jala – jala yang di saklar terlebih dahulu oleh MCB
2. *Module system* SMPS juga dihubungkan dengan rangkaian listrik *start – stop* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



**Gambar 5.1 Hubungan Rangkaian Antara SMPS Dengan Start - Stop**

Sumber: Perancangan

3. Untuk mengetahui *module system* SMPS dapat bekerja atau tidak maka dilakukan pengujian dengan mencolokkan *probe* avometer pada *input* tegangan *module system* SMPS dengan posisi MCB *on*
4. Pada *module system* SMPS dipastikan dapat bekerja kemudian melakukan pengujian pada *output* tegangan *module system* SMPS yang terhubung dengan rangkaian *start – stop*
5. Jika Avometer menunjukkan adanya tegangan suplai 24V DC dan lampu hijau hidup pada *module system* SMPS maka dapat dipastikan rangkaian *start – stop* dapat dioperasikan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.2.

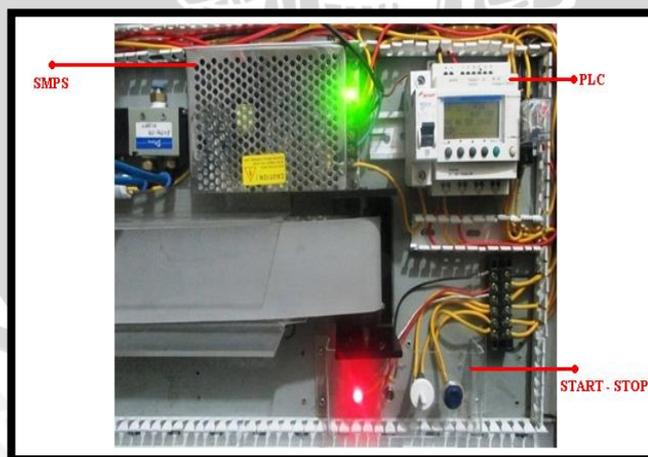


**Gambar 5.2 Pengujian Adanya Tegangan Output Pada SMPS**  
Sumber: Perancangan

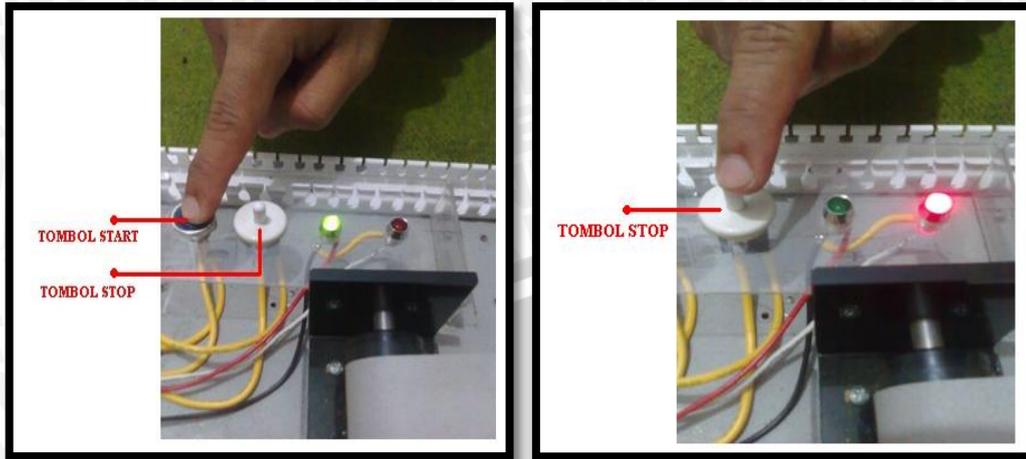
6. Saat rangkaian *start – stop* posisi *stand-by*, maka lampu indikator merah akan hidup. Jika tombol biru ditekan maka lampu indikator hijau akan hidup

### 5.1.3 Hasil pengujian

Pada Gambar 5.3 di atas hasil pengujian dari rangkaian *start – stop* sebagai pemutus atau penyambung aliran arus ke motor yang dihubungkan dengan SMPS. Jika pada avometer menunjukkan adanya tegangan maka SMPS dapat beroperasi dan mensuplai tegangan ke motor melalui rangkaian *start – stop*. Begitu juga, lampu LED pada SMPS berwarna hijau dan pada *start – stop* berwarna merah akan hidup.



**Gambar 5.3 Hasil Pengujian Rangkaian SMPS Dengan Start - Stop**  
Sumber: Perancangan



**Gambar 5.4 Hasil Pengujian Dari Rangkaian Start - Stop**  
 Sumber: Perancangan

Pada *start – stop* terdapat dua tombol, yaitu: tombol biru untuk tombol *start* dan tombol putih untuk tombol *stop*. Dimana tombol biru jika ditekan maka sistem konveyor akan beroperasi dan jika tombol putih ditekan maka sistem konveyor akan berhenti seperti dalam Gambar 5.4.

Setelah tombol *start* ditekan maka motor akan beroperasi dan tegangan suplai dari SMPS dapat mempengaruhi kecepatan motor. Hasil pengujian dari percobaan antara suplai SMPS dengan kecepatan motor seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.1 sebagai berikut:

**Tabel 5.1 Tabel Hubungan Antara Suplai SMPS Dengan Kecepatan Motor**

No.	Suplai Dari SMPS	Kecepatan (rpm) Pada Motor
1	24 volt	15 rpm
2	23 volt	14 rpm
3	22 volt	14 rpm
4	21 volt	12 rpm
5	20 volt	12 rpm
6	19 volt	8 rpm
7	17 volt	9 rpm
8	16 volt	8 rpm
9	15 volt	4 rpm
10	14 volt	2 rpm

## 5.2 Pengujian SMPS Pada PLC (*Programmable Logic Control*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari *Module System SMPS* yang memberikan suplai tegangan ke PLC. *Module System SMPS*

ini membutuhkan tegangan 90 – 240V AC dan menghasilkan tegangan *output* 24V DC. Sedangkan, input pada PLC membutuhkan input tegangan 24V DC. Maka, dengan melakukan pengujian ini dapat diketahui bahwa PLC yang digunakan dapat dioperasikan dengan baik, untuk menggerakkan sistem pneumatik dengan menggunakan *solenoid valve 5/2 single coil*. Sedangkan, *software* untuk PLC Schneider ini digunakan program *zeliisoft 2* tipe bahasa *FBD (Function Block Diagram)*.

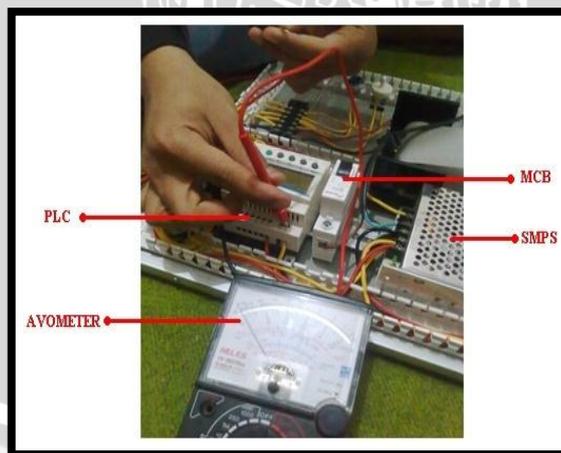
### 5.2.1 Peralatan Pengujian

1. Avometer analog
2. *Module System SMPS*
3. PLC Schneider tipe SR3 B101BD
4. Kabel penghubung

### 5.2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. *Probe* positif dan negatif pada avometer dicolokkan pada posisi suplai *input PLC (+/-)*
2. *Input PLC* tersebut mendapat suplai tegangan dari *Module System SMPS* 24V DC ditunjukkan Gambar 5.5.



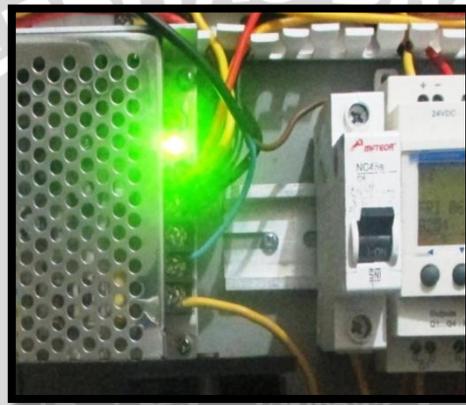
**Gambar 5.5** Prosedur Pengujian Dari SMPS Pada PLC Dengan Avometer  
Sumber: Perancangan

3. Kemudian MCB di *on* untuk memberikan tegangan pada *Module System SMPS*

4. Jika jarum pada avometer bergerak menunjukkan adanya tegangan maka PLC tersebut telah mendapat suplai dari *Module System* SMPS dan PLC dapat dioperasikan
5. Setelah PLC dapat dioperasikan maka PLC dapat menjalankan proses dari sistem pneumatik dengan cara menekan tombol **MENU** → pilih **RUN/STOP** pada lcd PLC

### 5.2.3 Hasil pengujian

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka pada hasil pengujian didapatkan seperti dalam Gambar 5.6 sebagai berikut:



**Gambar 5.6 Hasil Pengujian Sistem SMPS Dapat Beroperasi**

Sumber: Perancangan

Dari hasil pengujian SMPS pada PLC maka didapatkan hasil seperti pada Gambar 5.6 yang menunjukkan adanya tegangan pada SMPS untuk mensuplai tegangan pada PLC. Lampu LED hijau hidup menunjukkan bahwa SMPS dapat beroperasi untuk mensuplai tegangan pada PLC.



**Gambar 5.7 Sistem Pengontrolan Pada PLC**

Sumber: Perancangan

Dalam hasil pengujian ini pada layar lcd PLC akan tampak seperti pada Gambar 5.7. Kemudian untuk menjalankan pemrograman pada PLC dengan menekan tombol **MENU** → pilih **RUN/STOP**.

### 5.3 Pengujian PLC (*Programmable Logic Control*) Pada Sistem Pneumatik

Sistem Pneumatik dapat bekerja dikarenakan sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk melalui *driver relay* yang mengubah sinyal frekuensi menjadi sinyal analog pada input PLC. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan sistem pneumatik sebagai aktuator, yang akan menutup dan membuka pintu shortir jika sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk. *Solenoid Valve 5/2 single coil* dari sistem pneumatik ini akan bekerja, jika mendapat input tegangan dari PLC. Sedangkan, PLC disini di suplai tegangan dari SMPS dan PLC dioperasikan menggunakan *software* zeliosoft dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*)

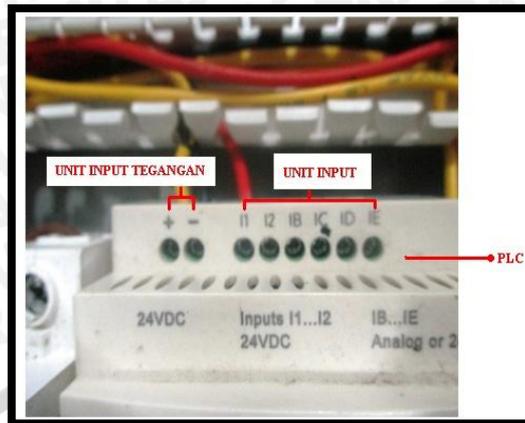
#### 5.3.1 Peralatan Pengujian

1. PLC Schneider SR3 B101BD
2. *Solenoid Valve 5/2 single coil*
3. Silinder *double action*
4. Kabel penghubung

#### 5.3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

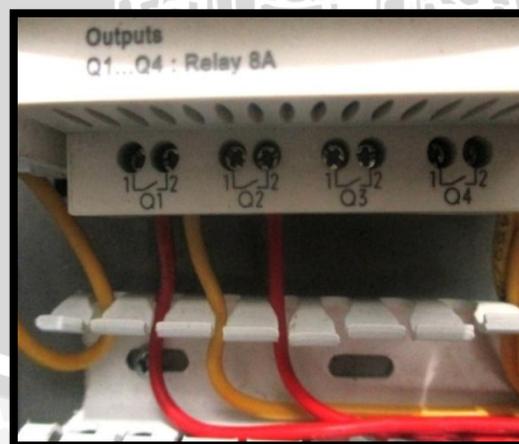
1. Menghubungkan kabel antara *output* pada rangkaian sensor logam (*metal detector*) dengan *driver relay* kemudian *driver relay* dihubungkan ke *input* PLC (I1)
2. Menghubungkan kabel antara *output* SMPS dengan unit *input* tegangan pada PLC seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.8 sebagai berikut:



**Gambar 5.8 Unit *Input* Tegangan Dan Unit *Input* Pada PLC**

Sumber: Perancangan

3. *Output* (Q1) pin 1 dihubungkan ke sistem SMPS untuk mendapat suplai tegangan
4. *Output* (Q1) pin 2 dihubungkan ke *solenoid valve 5/2 single coil* untuk menggerakkan silinder *double action*
5. *Output* (Q2) pin 1 dihubungkan paralel dengan (Q1) pin 1 untuk mendapat suplai tegangan
6. *Output* (Q2) pin 2 dihubungkan ke *buzzer* sebagai indikator bahwa sistem pneumatik sedang beroperasi untuk menutup pintu dan menshortir kemasan susu yang terdapat benda berbahan logam seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.9 sebagai berikut:



**Gambar 5.9 Unit *Output* Pada PLC**

Sumber: Perancangan

Untuk mengoperasikan sistem pemrograman pada PLC maka akan tampak seperti pada Gambar 5.10 dengan *software* zeliosoft 2 tipe bahasa FBD (*Function Block Diagram*)



**Gambar 5.10 Pemrograman Pada PLC**

Sumber: Perancangan

Setelah melakukan pemrograman pada PLC maka hasil pengujian dari hubungan sensor logam, suplai tegangan, kecepatan motor, dan *timing* pada PLC seperti dalam Tabel 5.2 sebagai berikut:

**Tabel 5.2 Tabel Hubungan Sensor Logam, Kecepatan Motor, Dan *Timing* PLC**

No.	Percobaan	Suplai Tegangan Pada Motor	Kecepatan ( <i>rpm</i> ) Motor	<i>Timing</i> Pada PLC
1	Ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	18 detik
2	Ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	36 detik
3	Tidak ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	Pintu terbuka
4	Ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	18 detik
5	Tidak ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	Pintu terbuka
6	Tidak ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	Pintu terbuka
7	Ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	18 detik
8	Ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	36 detik
9	Tidak ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	Pintu terbuka
10	Ada logam	24 volt	15 <i>rpm</i>	18 detik

#### 5.4 Pengujian Rangkaian Sensor Logam (*Metal Detector*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari sistem pendeteksian pada kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam dengan sensor logam. *Output* dari sensor logam akan memberikan input pada sistem PLC yang dihubungkan melalui *driver relay*. Fungsi dari *driver relay* disini

digunakan untuk mengubah sinyal frekuensi yang terjadi induksi pada lilitan badan sensor jika mendeteksi adanya benda berbahan logam ke dalam sinyal analog pada input PLC. Sensor logam (*metal detector*) disini dilengkapi dengan *buzzer*, LED, dan *variable resistor*. *Buzzer* dan LED disini sebagai indikator agar *operator* dapat mengetahui produk pada kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam. Sedangkan, *variable resistor* digunakan untuk mengatur *range* permukaan antara sensor logam dengan kemasan susu bubuk yang terdapat benda logam.

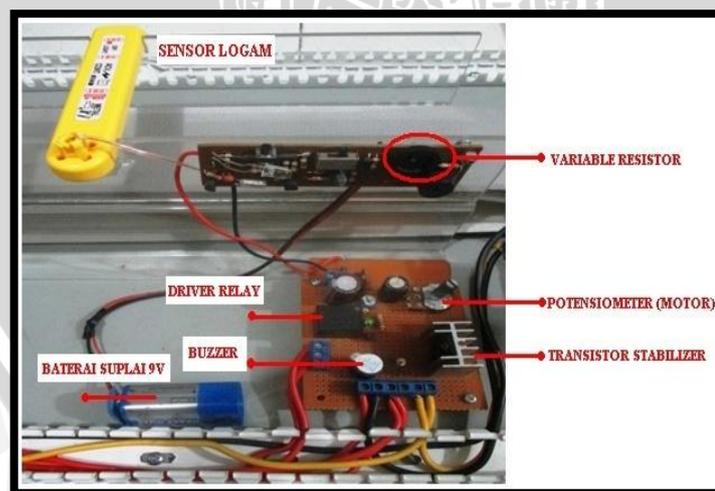
#### 5.4.1 Peralatan Pengujian

1. Sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C
2. Rangkaian sensor logam (*metal detector*)
3. Baterai 9V DC
4. Kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam

#### 5.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Tambahkan suplai 9V DC berupa baterai sebagai catu daya pada sensor logam seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.11 sebagai berikut:

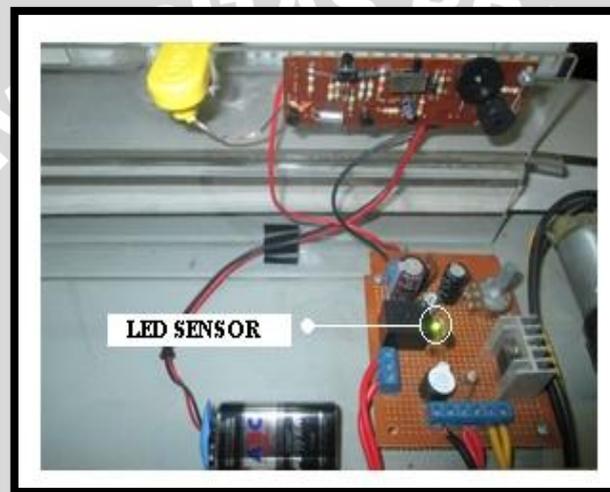


Gambar 5.11 Komponen Secara Keseluruhan Dari Sensor Logam

Sumber: Perancangan

2. Tombol *on/off* digeser *on* dan jika lampu led hijau hidup maka sensor logam dapat beroperasi

3. Tekan tombol biru pada rangkaian *start – stop* untuk menjalankan motor sebagai penggerak konveyor
4. Atur potensiometer sebagai pengatur kecepatan motor untuk menggerakkan *belt conveyor*
5. Masukkan kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam. Jika pada kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam maka LED hijau akan hidup pada rangkaian sensor logam dan *buzzer* akan bunyi seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.12 sebagai berikut:



**Gambar 5.12 Sistem Pendeteksian Pada Sensor Logam**

Sumber: Perancangan

Dari proses pengujian didapatkan hasil pengambilan data pada sensor logam yang ditunjukkan dalam Tabel 5.3 sebagai berikut:

Tabel 5.3 Tabel Pengambilan Data Pada Sensor Logam

No.	Kemasan Percobaan	Jenis Logam	Posisi Variable Resistor	Keadaan Buzzer
1	Kemasan 1	Tidak ada logam	0 %	Tidak bunyi
2	Kemasan 2	Steples	25 %	Tidak bunyi
3	Kemasan 3	Steples	50 %	Tidak bunyi
4	Kemasan 4	Uang logam	75 %	Bunyi
5	Kemasan 5	Uang logam	100%	Bunyi
6	Kemasan 6	Peniti	0 %	Tidak bunyi
7	Kemasan 7	Mur	25 %	Tidak bunyi
8	Kemasan 8	Peniti	50 %	Bunyi
9	Kemasan 9	Peniti	75 %	Bunyi
10	Kemasan 10	Tidak ada logam	100 %	Tidak bunyi
11	Kemasan 11	Mur	0 %	Tidak bunyi
12	Kemasan 12	Uang logam	25 %	Tidak bunyi
13	Kemasan 13	Uang logam	50 %	Tidak bunyi
14	Kemasan 14	Mur	75 %	Bunyi
15	Kemasan 15	Steples	100%	Bunyi
16	Kemasan 16	Mur	0 %	Tidak bunyi
17	Kemasan 17	Peniti	25 %	Tidak bunyi
18	Kemasan 18	Mur	50 %	Bunyi
19	Kemasan 19	Steples	75 %	Bunyi
20	Kemasan 20	Tidak ada logam	100 %	Tidak bunyi

### 5.5 Pengujian PLC (*Programmable Logic Control*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari proses pengontrolan sistem konveyor secara keseluruhan. PLC yang digunakan yaitu jenis Zelio dengan tipe SR3 B101BD yang memiliki 10 I/O dengan tegangan *input* 24V DC. Zelio adalah PLC *Smart Relay* yang dibuat oleh keluaran *Schneider Telemecanique*. PLC mendapatkan input tegangan dari *Module System SMPS* dan pemrograman yang digunakan pada *smart relay* ini adalah *software zeliisoft 2*.

#### 5.5.1 Peralatan Pengujian

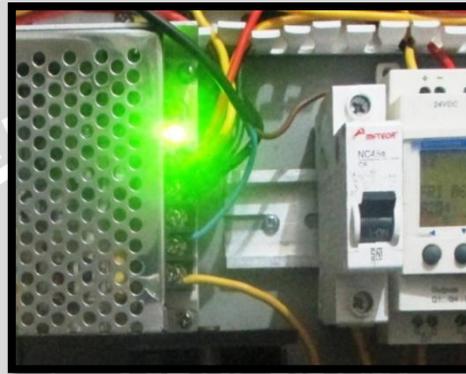
1. PLC Schneider SR3 B101BD
2. *Module System SMPS*

3. Software zelirosoft 2
4. Kabel penghubung

### 5.5.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menghubungkan *Module System SMPS* dengan input PLC karena PLC mendapat *input* tegangan dari *Module System SMPS* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.13 sebagai berikut:



Gambar 5.13 Hasil Pengujian Dari Hubungan Rangkaian SMPS Dengan PLC

Sumber: Perancangan

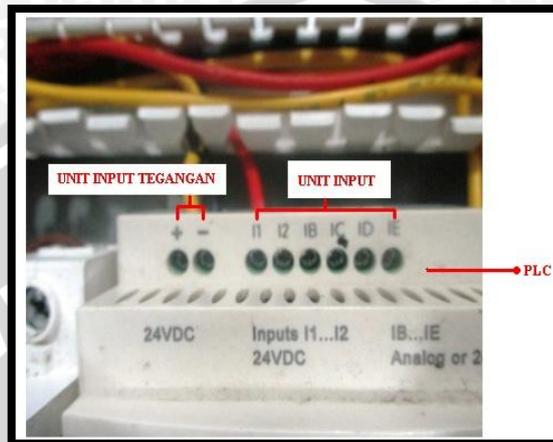
2. Setelah PLC dapat dioperasikan maka PLC dapat menjalankan proses dari sistem pneumatik dengan cara menekan tombol **MENU** → pilih **RUN/STOP** pada lcd PLC seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.14 sebagai berikut:



Gambar 5.14 Hasil Pengujian Dari Pemrograman PLC

Sumber: Perancangan

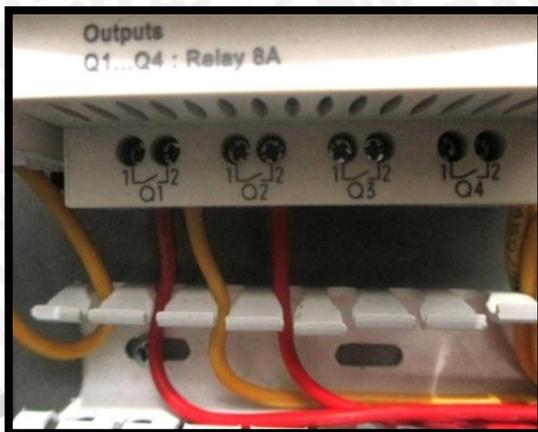
3. Menghubungkan kabel antara *output* pada rangkaian sensor logam (*metal detector*) dengan *driver relay* kemudian *driver relay* dihubungkan ke *input* PLC (I1)
4. Menghubungkan kabel antara *output* SMPS dengan unit *input* tegangan pada PLC seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.15 sebagai berikut:



**Gambar 5.15 Unit *Input* Tegangan dan Unit *Input* Pada PLC**

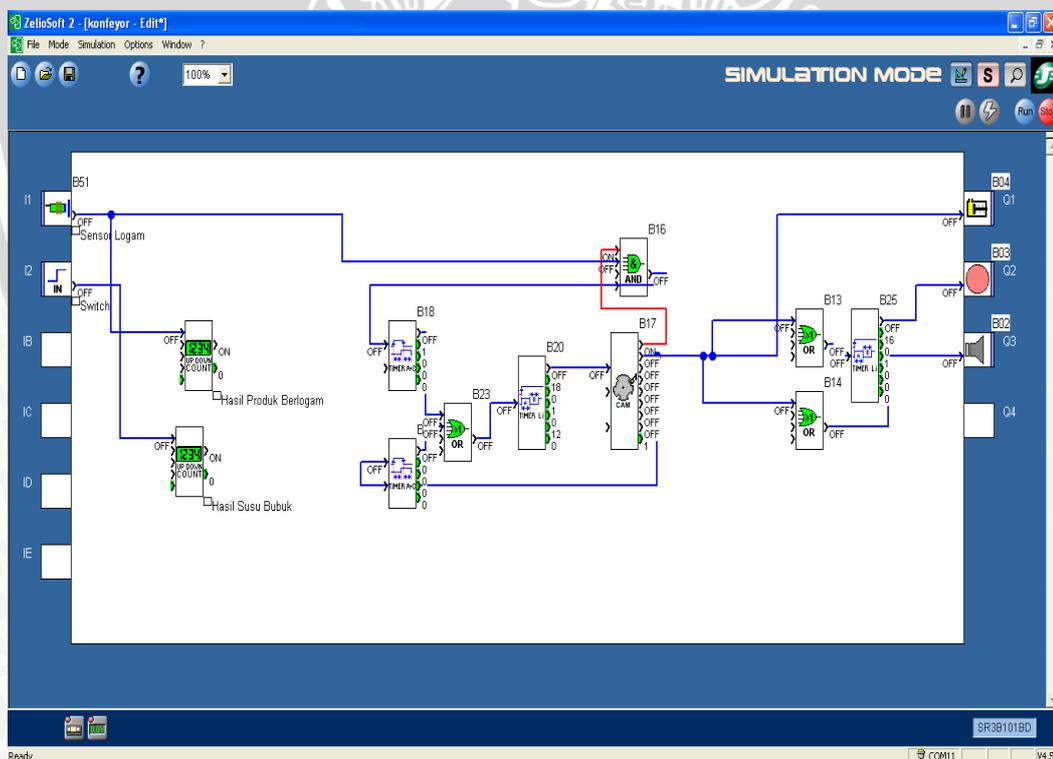
Sumber: Perancangan

5. *Output* (Q1) pin 1 dihubungkan ke sistem SMPS untuk mendapat suplai tegangan
6. *Output* (Q1) pin 2 dihubungkan ke *solenoid valve 5/2 single coil* untuk menggerakkan silinder *double action*
7. *Output* (Q2) pin 1 dihubungkan paralel dengan (Q1) pin 1 untuk mendapat suplai tegangan
8. *Output* (Q2) pin 2 dihubungkan ke *buzzer* sebagai indikator bahwa sistem pneumatik sedang beroperasi untuk menutup pintu dan menshortir kemasan susu yang terdapat benda berbahan logam seperti ditunjukkan Gambar 5.16.



**Gambar 5.16 Unit Output Pada PLC**  
 Sumber: Perancangan

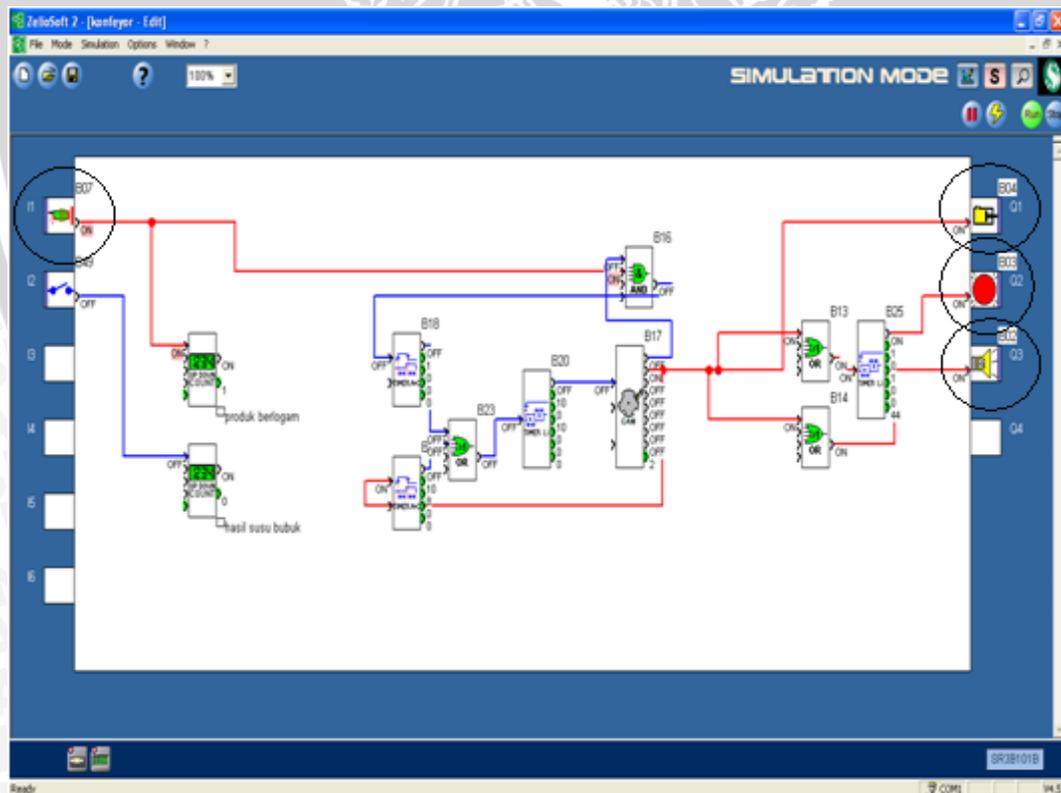
Sistem dari PLC tersebut menggunakan *software* zeliosoft 2 dengan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*). Dimana operator dapat mengetahui jika ada kesalahan dari keseluruhan sistem dan dapat dikontrol dari *software* ini. Berikut adalah pemrograman dari keseluruhan sistem pendeteksian benda berbahan logam dengan *software* zeliosoft 2.



**Gambar 5.17 Hasil Perancangan Dari PLC Dengan Software Zeliosoft 2**  
 Sumber: Perancangan

Pada Gambar 5.17 di atas menunjukkan hasil dari pengujian pemrograman dengan *software* zeliosoft 2, yaitu:

1. Pada *input* (I1) diberikan *input proximity sensor* sebagai pendeteksi benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk
2. *Input* (I2) adalah *contact*, dimana fungsi dari *contact* ini adalah sebagai *switch* yang akan menghitung atau sebagai *counting* dari kemasan susu bubuk jika terdapat benda berbahan logam
3. *Output* (Q1) adalah sebagai keluaran dari sistem pneumatik, yaitu silinder *double action*
4. *Output* (Q2) adalah LED indikator, yaitu sebagai indikator bahwa pada kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam
5. *Output* (Q3), yaitu *buzzer*. Dimana *buzzer* ini berfungsi jika pada kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam akan bunyi dan untuk memudahkan operator bahwa kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam.

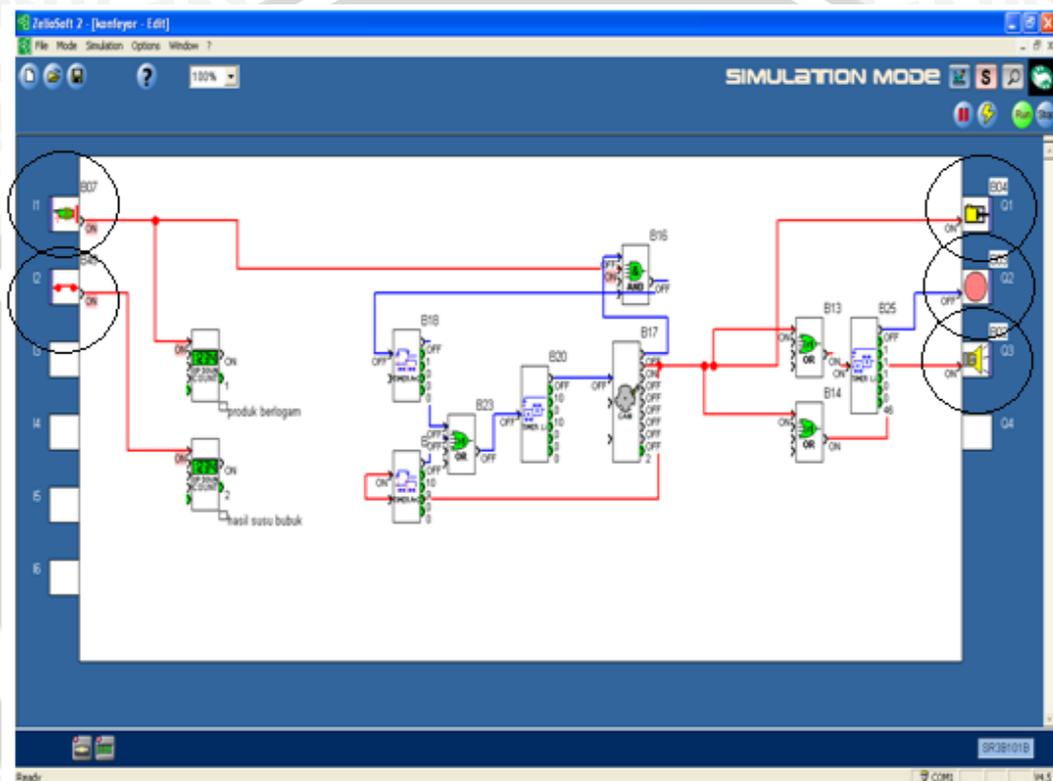


Gambar 5.18 Hasil Perancangan Dari PLC Dengan *Software* Zeliosoft 2

Sumber: Perancangan

Jika pada *input* (I1) aktif maka *output* (Q1) pneumatik, (Q2) LED indikator, dan (Q3) *buzzer* dari pemrograman tersebut akan aktif. Penghitungan atau *counting* dari produk berlogam akan aktif ketika pada kemasan susu bubuk terdapat benda berbahan logam seperti ditunjukkan pada Gambar 5.18.

Pada Gambar 5.19 adalah *input* dari (I2) akan aktif jika pada kemasan susu bubuk tidak terdapat benda berbahan logam dan *switch* tersebut akan melakukan penghitungan (*counting*).



**Gambar 5.19 Hasil Perancangan Dari PLC Dengan Software ZelioSoft 2**  
Sumber: Perancangan

## 5.6 Pengujian Sistem Pneumatik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari sistem pneumatik sebagai alat untuk menshortir benda yang terdapat berbahan logam pada kemasan susu bubuk secara otomatis. Sistem pneumatik disini sebagai aktuator dari sistem konveyor secara keseluruhan. Sistem pneumatik disini juga terdapat *speed control valve* sebagai pengatur kecepatan angin dari kompresor dan dapat disesuaikan *timing* dari PLC. Kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam yang telah di shortir dapat dilakukan penghitungan (*counting*) secara otomatis dengan pemrograman *software zelioSoft 2*.

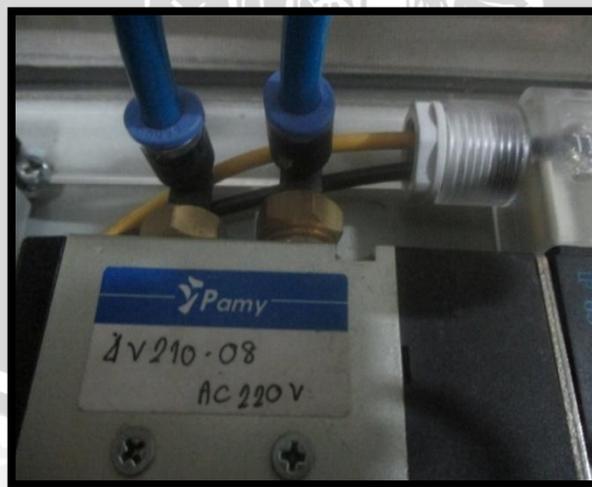
### 5.6.1 Peralatan Pengujian

1. *Solenoid Valve 5/2 single coil*
2. Silinder *double action*
3. PLC Schneider SR3 B101BD
4. *Module System SMPS*
5. Sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C
6. Rangkaian sensor logam (*metal detector*)
7. Kompresor
8. Kabel penghubung
9. Kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam

### 5.6.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menghubungkan kabel antara rangkaian sensor logam (*metal detector*) dengan PLC melalui *driver relay*
2. Menghubungkan kabel antara *Module System SMPS* dengan *input* pada PLC
3. Menghubungkan kabel antara PLC dengan *solenoid valve 5/2 single coil* seperti ditunjukkan Gambar 5.20.

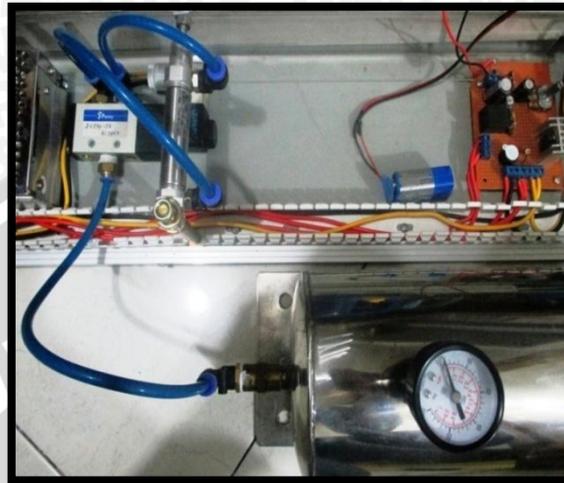


**Gambar 5.20 Hubungan Rangkaian Pada *Input* Sistem Pneumatik**

Sumber: Perancangan

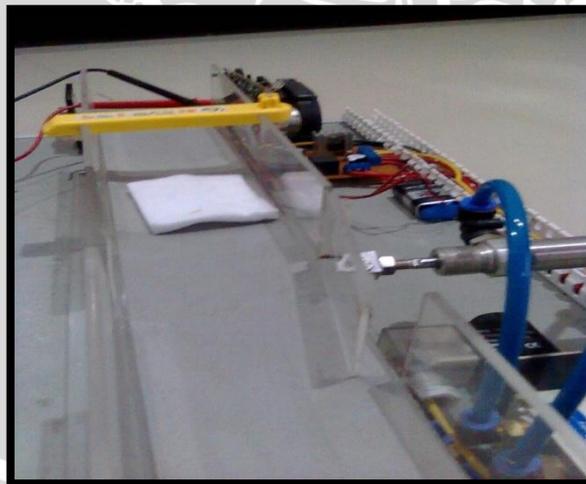
4. Hidupkan rangkaian *start – stop* sebagai penggerak motor pada saat MCB *on*

5. Operasikan PLC dengan menggunakan *software* zeliosoft 2 tipe bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*)
6. Hubungkan kompresor ke lubang silinder *double action* sebagai sumber energi pada pneumatik seperti ditunjukkan Gambar 5.21.



**Gambar 5.21 Hubungan Sistem Pneumatik Dengan Kompresor**  
Sumber: Perancangan

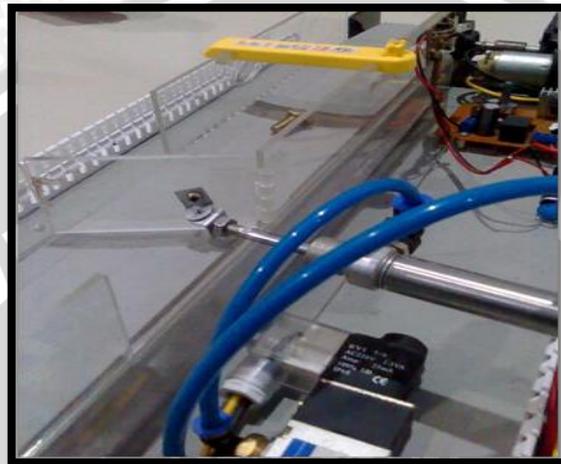
7. Masukkan kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam seperti ditunjukkan Gambar 5.22.



**Gambar 5.22 Sistem Pendeteksian Kemasan Susu Bubuk**  
Sumber: Perancangan

Jika sensor logam mendeteksi adanya benda berbahan logam pada kemasan susu bubuk maka sensor logam (*metal detector*) akan memerintahkan sistem pneumatik beroperasi melalui PLC dengan diprogram menggunakan *software* zeliosoft 2 tipe bahasa FBD (*Function Block Diagram*). Namun, antara

sensor logam dengan PLC juga dihubungkan melalui *driver relay* untuk mengubah sinyal frekuensi ke sinyal analog. Ketika PLC memberikan *input* pada *solenoid valve 5/2* maka silinder *double action* akan bergerak untuk menutup pintu pada konveyor dengan sumber energi berupa kompresor agar kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam dapat dishortir seperti ditunjukkan pada Gambar 5.23.



**Gambar 5.23 Hasil Pengujian Pada Saat Sistem Pneumatik Beroperasi**

Sumber: Perancangan

## **5.7 Pengujian Kinerja Pada Keseluruhan Sistem**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari sistem kinerja secara keseluruhan. Sistem kinerja secara keseluruhan disini untuk mendeteksi kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam. Jika pada kemasan susu bubuk tersebut terdapat benda berbahan logam maka sistem pendeteksian atau sensor logam akan memerintahkan PLC beroperasi melalui *driver relay*. Setelah PLC beroperasi maka sistem pneumatik akan bergerak menutup pintu untuk menshortir kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam. Jika pada kemasan susu bubuk tidak terdapat benda berbahan logam maka kemasan susu bubuk akan dijadikan sebagai produk yang dihasilkan.

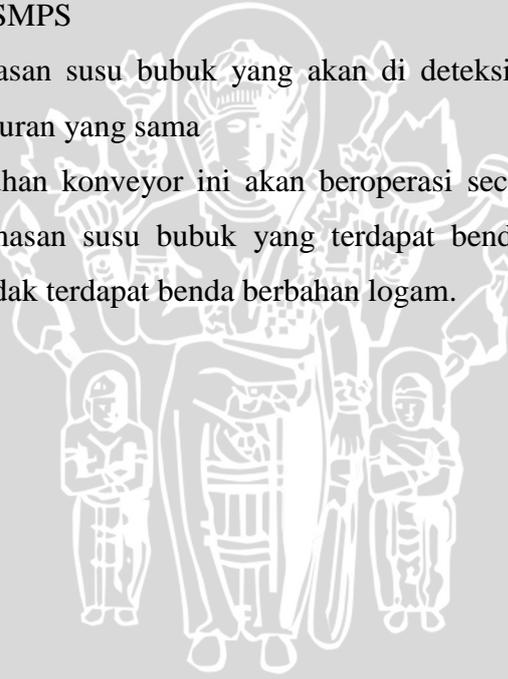
### **5.7.1 Peralatan Pengujian**

1. Avometer analog
2. Sensor logam (*metal detector*) tipe MS-158C
3. Rangkaian sensor logam (*metal detector*)
4. PLC Schneider SR3 B101BD

5. Solenoid Valve 5/2 single coil
6. Silinder *double action*
7. Kompresor
8. Baterai 9V DC
9. Kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam

### 5.7.2 Prosedur Pengujian

1. Hidupkan sistem konveyor secara keseluruhan melalui rangkaian *start – stop* yang dihubungkan oleh MCB dari sumber tegangan jala - jala
2. Mencolokkan *probe* avometer pada motor sebagai penggerak konveyor yang mendapat suplai dari SMPS untuk mengetahui besar tegangan yang diberikan pada SMPS
3. Masukkan kemasan susu bubuk yang akan di deteksi dengan satu jenis kemasan dan ukuran yang sama
4. Sistem keseluruhan konveyor ini akan beroperasi secara otomatis untuk mendeteksi kemasan susu bubuk yang terdapat benda berbahan logam maupun yang tidak terdapat benda berbahan logam.



## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pada perancangan sistem konveyor pendeteksi benda berbahan logam menggunakan PLC Schneider SR3 B101BD dapat mempermudah dalam melakukan pengontrolan sistem konveyor secara keseluruhan
2. Pemrograman FBD (*Function Block Diagram*) pada *software* zeliosoft 2 dapat berfungsi dengan baik untuk memonitoring dan mengatur *timer* pada sistem pneumatik. Sehingga PLC yang digunakan dapat memberikan *output* tegangan yang disuplai ke *solenoid valve 5/2* sebagai pengontrol katup pada silinder *double action*
3. Pada sistem pendeteksian secara keseluruhan dilakukan perancangan *wiring diagram* (*wiring kontrol* dan *wiring utama*) yang biasa digunakan dalam perusahaan sebagai *standart quality control* dapat memberikan parameter yang sesuai (suplai tegangan pada motor sebesar 24 volt dengan kecepatan motor yang dihasilkan 15 rpm, posisi *variable resistor* 75%, dan 18 detik pada *timing* PLC). Pada PLC menggunakan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*) untuk mengontrol sistem pneumatik.

#### 6.2 Saran

Beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah

1. Bahan pembuatan *belt conveyor* harus berbahan kuat dan elastis karena kerenggangan dari *belt conveyor* itu sendiri dapat mempengaruhi kinerja sistem pendeteksian kemasan susu bubuk pada konveyor.
2. *Setting regulation* untuk mensuplai tegangan pada motor harus dilakukan dengan teliti dan cermat agar sinkronisasi kinerjanya tepat antara pintu untuk menshortir kemasan susu bubuk dengan waktu yang dibutuhkan pada PLC (*Programmable Logic Control*).



## DAFTAR PUSTAKA

Gunterus, F. 1977. *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*. PT Gramedia, Jakarta.

Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Erlangga. Jakarta.

Bishop, O., 2002, *Dasar-Dasar Elektronika*, Erlangga, Jakarta

Budianto, Wijaya, 2003, *Pengenalan Dasar-Dasar PLC*, Gava Media, Yogyakarta

Setiawan, I., 2006, *PLC dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, ANDI, Yogyakarta

Said, Hanif, 2012, *Aplikasi PLC dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*, ANDI, Yogyakarta

Petruzella, F. D., 1996, *Elektronik Industri*, ANDI, Yogyakarta

Zelio Logic Smart Relay Hardware User Manual English.pdf

Zelio Logic Smart Relay Positioning Module English.pdf

Zelio Logic User Manual English.pdf