

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERFIKIR

2.1. Kajian Teori

2.1.1. Alat Pengepakan Kol

Alat pengepakan kol adalah alat yang digunakan untuk mengemas kol. Seperti yang diketahui bahwa proses pengepakan tidak lepas dari proses penghitungan barang yang akan dikemas dalam satu wadah atau *box*. Alat ini juga dapat menghitung jumlah kol yang akan di kemas dalam 1 *box*.

2.1.2. Kol

Kol atau kobis bulat adalah nama yang diberikan untuk tumbuhan sayuran daun yang populer. Tumbuhan dengan nama ilmiah *Brassica oleracea* L.



Gambar 2.1. Sayuran Kubis atau Kol
Sumber: Internet¹

Kelompok *Capitata* ini dimanfaatkan daunnya untuk dimakan. Daun ini tersusun sangat rapat membentuk bulatan atau bulatan pipih,

¹Gunawan, Kubis Sayuran Yang Memiliki Banyak Manfaat, (<http://www.aura-ilmu.com/2013/01/Kubis-Sayuran-Yang-Memiliki-Banyak-Manfaat-Untuk-Kesehatan.html>), diakses pada tanggal 4 Mei 2015 pukul. 10.43 WIB.

yang disebut *krop, kop* atau *kepala (capitata* berarti "berkepala"). Kubis berasal dari Eropa Selatan dan Eropa Barat dan, walaupun tidak ada bukti tertulis atau peninggalan arkeologi yang kuat, dianggap sebagai hasil pemuliaan terhadap kubis liar *B. oleracea* var. *sylvestris*².

Tanaman kubis mempunyai jenis cukup banyak. Lima jenis diantaranya sudah umum dibudidayakan di dunia, yaitu :

- 1) Kubis-krop atau kol, engkol, kubis telur (*B. Oleraceae* L var. *capitata* L.). Jenis kubis ini memiliki ciri-ciri daun-daunnya dapat saling menutup satu sama lain membentuk krip (telur).



Gambar 2.2. Kubis Krop
Sumber: Buku Bertanam Kubis³

- 2) Kubis-daun atau kubis stek (*B. Oleraceae* L var. *acephala* L.). Jenis kubis ini ditandai dengan daun-daunnya tidak dapat membentuk krip, sehingga dikenal dengan nama kubis Kale.



Gambar 2.3. Kubis Daun
Sumber : Buku Bertanam Kubis

² Wikipedia, Kubis, (<http://id.wikipedia.org/wiki/Kubis>) diakses pada tanggal 4 Mei 2015 pukul 10.23 WIB.

³ Ir. Rahmat Rukmana, *Bertanam Kubis*, (Yogyakarta: Kanisius, 2011) hlm. 18.

- 3) Kubis-umbi (*B. Oleraceae* L var. *gongylodes* L.) atau populer disebut “Kohlrabi”. Jenis kubis ini memiliki ciri pada pangkal batangnya dapat membentuk umbi yang bentuknya bulat sampai bundar. Umbi dan daun-daunnya enak dijadikan lalap atau disayur.



Gambar 2.4. Kubis Umbi
Sumber: Buku Bertanam Kubis

- 4) Kubis-tunas atau kubis-babat (*B. Oleraceae* L var. *gemmifera* L.) atau populer disebut “Brussels Sprout”. Ciri-ciri jenis kubis ini adalah tunas samping kiri dan kanan sampai ke bagian atas (pucuk) dapat membentuk krip kecil berdiameter antara 2,5 – 5,0 cm; sehingga dalam 1 batang (pohon) terdiri atau puluhan krop kecil



Gambar 2.5. Kubis Tunas
Sumber: Buku Bertanam Kubis

- 5) Kubis-bunga (*B. Oleraceae* L var. *botrytis* L.) dan Broccoli (*B. Oleraceae* L var. *botrytis* sub var. *cymosa* L.). Kubis-bunga

mempunyai ciri-ciri dapat membentuk massa bunga (*curd*) yang berwarna putih atau putih-kekuningan; sedangkan massa bunga broccoli berwarna hijau atau hijau-kebiruan.



Gambar 2.6. Kubis Bunga
Sumber: Buku Bertanam Kubis

Diantara 5 jenis kubis tersebut di atas, hanya kubis-krop dan kubis-bunga saja yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Berat rata-rata kubis-krop pada umumnya berkisar 1,8 kg sampai 2 kg dan diameternya berkisar 20 cm sampai 24 cm. Dalam penelitian ini kol atau kubis yang digunakan adalah kubis-krop.

2.1.3. Konveyor

Konveyor seperti pada gambar 2.2 adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak digunakan di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibandingkan transportasi berat seperti truk, mobil pengangkut. Dengan menggunakan konveyor penanganan produk akan lebih mudah dan efektif.



Gambar 2.7. Konveyor (*Belt Berjalan*)
Sumber: Internet⁴

Konveyor di suatu pabrik ukurannya besar dan berfungsi memindahkan hasil produksi baik berupa barang jadi maupun barang setengah jadi. Dalam penelitian ini, akan menggunakan 2 buah konveyor yaitu konveyor untuk kol dengan ukuran 60 cm x 15 cm dengan penggerak menggunakan motor *DC gearbox 12 VDC* dan konveyor *box* dengan ukuran 120 cm x 20 cm dengan penggerak menggunakan motor *AC 1 fasa*.

2.1.4. PLC (*Programmable Logic Controller*)

2.1.4.1. Pengertian PLC (*Programmable Logic Controller*)

PLC (*Programmable Logic Controller*) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin secara otomatis⁵. Definisi PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi

⁴UTKU Konveyor, (http://www.ostimkonveyor.com/pvc_bantli_konveyor.asp) diakses pada tanggal 27 April 2015 pukul 23.54 WIB.

⁵Iwan Setiawan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, (Yogyakarta: ANDI, 2006), hlm. 1.

aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog⁶.

Dari kedua definisi diatas, penulis menyimpulkan bahwa pengertian PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah suatu sistem elektronik atau komputer yang beroperasi secara digital dan dirancang khusus untuk mengontrol suatu proses di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat deprogram sesuai kebutuhan. Untuk lebih jelas mengenai bentuk fisik dari PLC dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Bentuk Fisik PLC
Sumber: www.belajarplc.com

2.1.4.2 Prinsip Kerja PLC (*Programmable Logic Controller*)

PLC (*Programmable Logic Controller*) menerima sinyal masukan dari peralatan dikrit (on/off) atau analog (sensor). Modul masukan mengidentifikasi serta mengubah sinyal tersebut ke dalam bentuk tegangan yang sesuai dan mengirimnya ke CPU (*Central Processing Unit*).

Selanjutnya sinyal masukan diolah dan dikirim ke modul keluaran berdasarkan program yang telah disimpan dalam memori dan bentuk

⁶ Arya Kusuma, *Pengertian PLC dan Jenis PLC*, (<http://kusuma-w-arya.blogspot.com/2013/05/pengertian-plc-dan-jenis-jenis-plc.html>), diakses pada tanggal 9 Februari 2015 Pukul 21.15

sinyal keluaran diubah menjadi sinyal yang sesuai dan digunakan untuk menjalankan peralatan keluaran (*actuator*).

Adapun peralatan diskrit atau analog di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

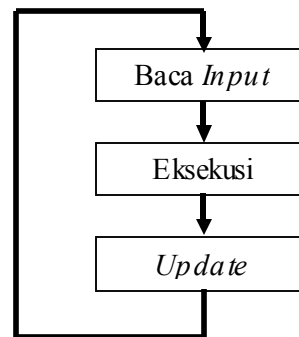
1. Modul masukan mendeteksi sinyal diskrit disetiap terminal masukan, sinyal tersebut diubah ke level yang dapat diterima oleh rangkaian antarmuka dan akan menghasilkan sebuah keluaran yang akan dibaca oleh CPU (*Central Processing Unit*). Modul keluaran melakukan fungsi yang sebaliknya dari modul masukan. Modul ini mengambil sinyal dari CPU dan mentranslasikannya ,menjadi bentuk yang sesuai untuk menghasilkan aksi kendali pada divais luar seperti lampu, motor stater, dan lain-lain.

2. Masukan / Keluaran Analog

Tegangan masukan yang di berikan akan dikonversikan ke sinyal diskrit yang dapat diterima CPU. Dengan menggunakan konverter A/D ini, tegangan-tegangan dan arus- arus dapat dideteksi dan dikonversikan ke word digital yang ekivalen untuk pengujian sebagai bagian dari program kendali. Modul keluaran analog mengkonversikan sinyal digital ke nilai analognya.

Lebih lanjut lagi proses kerja PLC secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Men-scan semua input dan menyimpannya pada memori RAM (*Random Access Memory*). Bagian memori ini disebut *input image table*.
2. Menjelaskan program pemakai. Program PLC terdiri dari sederetan pernyataan kondisional. Kebanyakan pernyataan-pernyataan tersebut akan mengubah outputnya dan outputnya tergantung pada *input image table*. Status output disimpan pada RAM yang disebut *image output table*.
3. Mengeluarkan data dari *image table output* ke modul *output*. Step ini dikerjakan setelah *user* program selesai diproses. Dengan demikian akan terjadi perubahan status pada bagian *output* sesuai dengan hasil pemrosesan *user* program. Diagram alir proses kerja sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Diagram Alir Proses Kerja PLC
Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.1.5. Komponen PLC (*Programmable Logic Controller*)

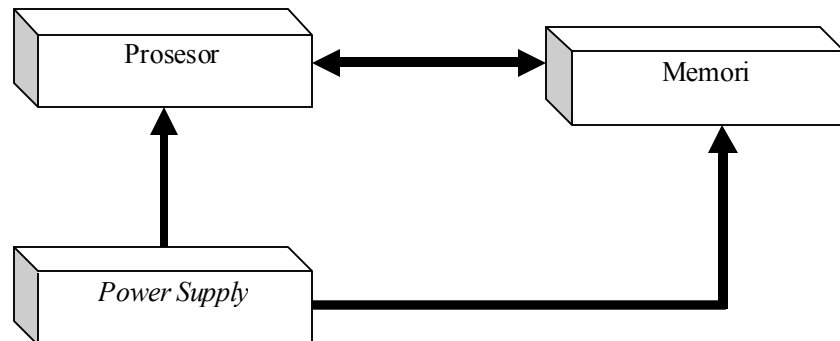
2.1.5.1 Sistem Komponen dari PLC

PLC sederhana mempunyai komponen utama berupa CPU (*Central Processing Unit*), unit I/O, *programming console*, *rack* atau *mounting assembly* dan catu daya.⁷

1. CPU (*Central Processing Unit*)

Central Processing Unit merupakan unit pusat pengolahan data yang digunakan untuk melakukan proses pengolahan data dalam PLC. *Central Processing Unit* ini merupakan sebuah mikroprosesor.

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Ada tiga komponen penyusun PLC ini, yaitu Prosesor, Memori, *Power Supply*⁸. Diagram blok CPU pada PLC dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Blok Diagram CPU pada PLC⁹
 Sumber: Buku *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*

⁷ Festo Didactic, *Programmable Logic Controllers*, (Jakarta: Festo, 2002), hlm. 2

⁸ Iwan Setiawan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, (Yogyakarta: ANDI, 2006), hlm. 5

⁹ Ibid, hlm. 6.

2. Memori

Program yang dijalankan mendapat perhatian khusus selama proses operasi dan karenanya perlu suatu komponen yang disebut memori yang dapat dibaca oleh prosesor. Pemilihan memori program harus didasarkan pertimbangan-pertimbangan berikut ini:

- a. Harus cukup sederhana dan mudah untuk memodifikasi atau membuat program baru.
- b. Keamanannya terjamin, dalam hal program tidak akan berubah terhadap interferensi listrik atau bila listrik mati.
- c. Harus cukup atau tidak ada delay untuk operasi dengan prosesor.

3. Modul *Input* dan Modul *Output*

Fungsi dari sebuah modul *input* adalah untuk mengubah sinyal masukan dari sensor ke PLC untuk diproses dibagian CCU. Sedangkan modul *output* adalah kebalikannya, mengubah sinyal PLC ke dalam sinyal yang sesuai untuk menggerakkan aktuator.

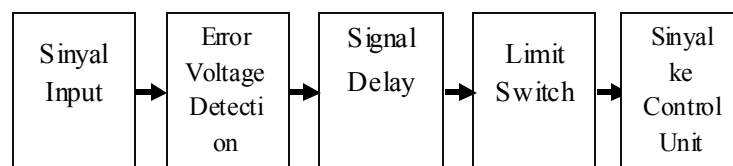
Dari modul *input* dan *output* kita dapat menentukan jenis suatu PLC dari hubungan antara CCU dengan modul *input* dan *output* yaitu *compact* PLC dan modular PLC. Compact PLC adalah bila *input* modul, CCU dan *output* modul

dikemas dalam suatu wadah. Modular PLC bisa modul *input*, modul *output* dan CCU dikemas secara tersendiri.¹⁰

a. Modul Input

Adalah modul tempat menghubungkan sensor-sensor dengan modul itu sendiri. Sinyal sensor tersebut selanjutnya akan diteruskan ke CCU. Diagram blok modul *input* dapat dilihat pada gambar 2.6. Fungsi terpenting dari sebuah modul *input* adalah sebagai berikut:

1. Mendeteksi sinyal masukan
2. Mengatur tegangan kontrol untuk batas tegangan logika masukan yang diijinkan.
3. Melindungi peralatan elektronik yang sensitive terhadap tegangan luar.
4. Menampilkan sinyal masukan tersebut.



Gambar 2.11. Blok Diagram Modul Input
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Deteksi tegangan *error* meyakinkan bahwa tegangan masuk masih dalam batas yang diijinkan atau tidak. Bila tegangannya terlalu tinggi akan diturunkan melalui *diode breakdown*.

¹⁰ Festo Didactic, *Programmable Logic Controllers*, hlm. 10

Delay sinyal meyakinkan apabila tegangan yang diterima sudah merupakan input yang sebenarnya atau bukan. Rangkaian ini mempertahankan tegangan input sesaat (1 s.d. 20 ms) untuk membedakannya dengan sinyal-sinyal lain seperti tegangan interfensi.

Photodiode mengirimkan informasi sensor berupa cahaya dan menciptakan isolasi elektronik antara kontrol dan rangkaian logika.

b. Modul *Output*

Modul *output* mengeluarkan sinyal dari CCU ke kontrol elemen yang diperlukan untuk menggerakkan aktuator sesuai dengan tugas yang telah diberikan. Fungsi terpenting dari modul output adalah sebagai berikut:

1. Mengatur tegangan kontrol untuk batas tegangan logika yang diijinkan.
2. Melindungi peralatan elektronik yang sensitif terhadap tegangan luar.
3. Memberikan penguatan sinyal *output* sebelum dikeluarkan sehingga cukup kuat untuk menggerakkan aktuator.
4. Memberikan perlindungan terhadap arus hubung singkat (*short-circuit*) dan pembebanan lebih (*over load*).

2.1.5.2 Komponen dari Sistem Kontrol yang Menggunakan PLC

PLC tak lebih dari sebuah komputer yang dirancang secara khusus untuk mengerjakan tugas-tugas tertentu. Komponen dari sistem kontrol yang menggunakan PLC adalah sebagai berikut:¹¹

1. *Hardware*

Adalah semua komponen elektronik dan mekanik dari suatu sistem komputer. Yang termasuk *hardware* adalah *peripheral device*, CCU dan memori. Sedangkan modul masukan dan keluaran adalah untuk menghubungkan antara CCU dan aktuator/sensor.

2. *Software*

Dengan *software* kita bisa menentukan program untuk kondisi tertentu pada peralatan yang telah kita pasang. Dalam bahasa pemrograman hal tersebut adalah berarti menggambarkan kumpulan dari hubungan-hubungan rangkaian logika. Masing-masing program menjalankan secara terpisah proses kontrol untuk sistem dan sebelum dieksekusi, program ditransfer terlebih dahulu ke dalam memori khusus dalam CCU (program memori). Jika diperlukan kita dapat memodifikasi program tersebut.

3. Aktuator

Aktuator dapat berupa motor listrik, silinder pneumatik, dan sebagainya. Aktuator merupakan output dari PLC ke *device* dari sistem yang di kontrol.

¹¹ Ibid., hlm. 12-13

4. Program

Program yang telah ditulis *programmer* diterjemahkan ke dalam bahasa mesin CCU, kemudian bahasa mesin tersebut ditransfer ke dalam program memori untuk selanjutnya dieksekusi. Dewasa ini *programmer* adalah berupa komputer PLC yang berisi sistem pemrograman atau peralatan khusus semacam itu yang lebih kecil ukurannya (*hand hold programming*).

2.1.6. Konsep PLC (*Programmable Logic Controller*)

Konsep dari PLC adalah sesuai dengan namanya adalah sebagai berikut¹²:

1. *Programmable*

Menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai dengan program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.

2. *Logic*

Menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi.

3. *Controller*

Menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

¹² Festo Didactic, *Programmable Logic Controllers*, hlm. 2

2.1.7. Fungsi PLC (*Programmable Logic Controller*)

Fungsi dan kegunaan dari PLC dapat dikatakan hampir tidak terbatas. Tapi dalam prakteknya dapat dibagi secara umum dan khusus.

Secara umum fungsi dari PLC adalah sebagai berikut:

1. Kontrol Sekuensi

PLC memproses input sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC menjaga agar semua langkah dalam proses berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. *Monitoring Plant*

PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem (keberadaan benda dan konveyor) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalkan jumlah kol yang sudah melebihi batas yang diinginkan) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan *input* ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Beberapa PLC dapat memberikan input ke CNC untuk kepentingan pemrosesan lebih lanjut. CNC bila dibandingkan dengan PLC mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. CNC biasanya digunakan untuk proses finishing, membentuk benda kerja, moulding, dan lain-lain.¹³

¹³ Ibid., hlm. 2-3

2.1.8. Perbandingan Antara PLC dengan Kontrol Konvensional

Kontrol konvensional yang menggunakan relay atau kontaktor mempunyai keuntungan dan kerugian jika digunakan sebagai rangkaian kontrol dan bila dibandingkan dengan menggunakan PLC.

Relay sendiri merupakan kontak elektronik, karena terdapat koil/kumparan yang akan menggerakkan kontak membuka atau menutup bila kumparan diberi aliran arus listrik. Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian menggunakan relay/kontaktor.

Keuntungan dari menggunakan relay adalah sebagai berikut:

1. Mudah diadaptasikan untuk tegangan yang berbeda.
2. Tidak banyak dipengaruhi oleh temperature sekitarnya.
3. Tahan yang relatif tinggi antara kontak kerja pada saat terbuka.
4. Beberapa rangkaian terpisah dapat dihubungkan.
5. Rangkaian yang mengontrol relay dan rangkaian yang membawa arus yang terhubung secara fisik terpisah satu sama lain.

Kerugian menggunakan relay adalah sebagai berikut:

1. Kontak dibatasi pada keausan dari bunga api atau dari oksidasi.
2. Menghabiskan banyak tempat dibandingkan dengan transistor.
3. Menimbulkan bunyi selama proses kontak.
4. Kecepatan kontak terbatas 3 ms sampai 17 ms.
5. Kontaminasi (debu) dapat mempengaruhi umur kontak.

Persamaan dan perbedaan PLC dengan kontrol konvensional (menggunakan relay) dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbedaan PLC dengan Kontrol Konvensional

Konvensional	PLC (Programmable Logic Controller)
Hard-wired Program	Ladder Diagram
Tugas tertentu	Aplikasi universal karena fungsi ditentukan oleh program.

Persamaan PLC dengan kontrol konvensional (menggunakan relay) adalah sebagai berikut:

1. Mengontrol sekuensial.
2. Memproses sinyal input dan mengubahnya menjadi sinyal output.

Keuntungan PLC atas kontrol konvensional :

1. Aplikasi universal.
2. Produksi yang besar.
3. Harga semakin murah.
4. Bidang aplikasi baru.
5. Pemrograman yang ampuh.
6. Mudah diubah.
7. *Commissioning* mudah.
8. Teks dan grafik.

2.1.9. Instruksi-Instruksi dalam Pemrograman PLC

Instruksi-instruksi dalam pemrograman PLC adalah sebagai berikut¹⁴:

2.1.9.1. Instruksi-instruksi dasar

Instruksi dasar merupakan instruksi yang digunakan untuk membuat rangkaian logika dan diagram tangga. Fungsi dan instruksi-instruksi dasar adalah sebagai berikut:

a. Instruksi LD

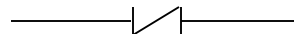
LD atau singkatan dari *load* seperti pada gambar 2.12, merupakan instruksi untuk memulai program. Garis atau blok pada rangkaian logika yg dimulai dengan kontak NO (*Normally Open*).



Gambar 2.12. Instruksi LD
Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

b. Instruksi NOT

Instruksi *NOT* seperti pada gambar 2.13 berfungsi untuk membantu suatu kontak NC (*Normally Close*).

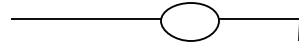


Gambar 2.13. Instruksi NOT
Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

¹⁴ Syufrizal, ST., MT, PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC, (Jakarta: Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta, 2012), hlm. 35

c. Instruksi *OUT*

Instruksi *OUT* seperti pada gambar 2.14 merupakan instruksi untuk memasukan program koil *output*. Kontak-kontak dari masing-masing koil dapat digunakan beberapa kali sesuai dengan kebutuhan.

Gambar 2.14. Instruksi *OUT*

Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

d. Instruksi *AND*

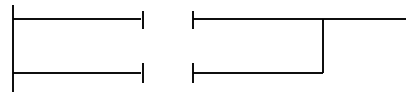
Instruksi *AND* seperti pada gambar 2.15 digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih kontak-kontak *input* atau *output* secara seri

Gambar 2.15. Instruksi *AND*

Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

e. Instruksi *OR*

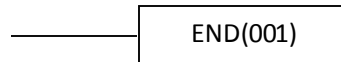
Instruksi *OR* seperti pada gambar 2.16 digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih kontak-kontak *input* atau *output* secara paralel.

Gambar 2.16. Instruksi *OR*

Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

f. Instruksi *END*

Instruksi *END* seperti pada gambar 2.17 digunakan untuk menyatakan rangkaian kontrol yang dibuat telah berakhir.



Gambar 2.17. Instruksi *END*

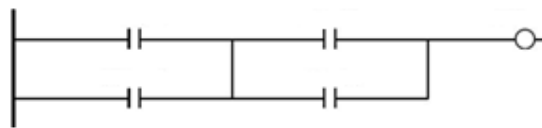
Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

2.1.9.2. Instruksi Gabungan

Instruksi gabungan merupakan suatu instruksi yang menggunakan dua buah instruksi dasar atau lebih untuk menggabungkan dua blok rangkaian dalam program. Instruksi gabungan tersebut adalah sebagai berikut¹⁵:

a. *AND LD*

Instruksi *AND LD* seperti pada gambar 2.18 merupakan gabungan dari instruksi *AND* dan *LD* yang digunakan untuk menggabungkan dua blok rangkaian dalam secara seri



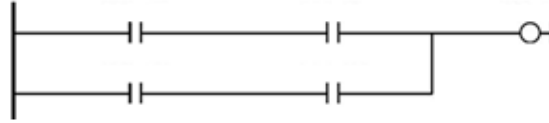
Gambar 2.18. Instruksi *AND LD*

Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

b. *OR LD*

Instruksi *OR LD* seperti pada gambar 2.19 digunakan untuk menggabungkan dua blok dalam rangkaian secara paralel.

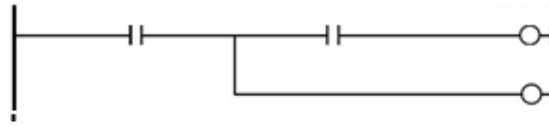
¹⁵ Idem., hlm. 37



Gambar 2.19. Instruksi OR LD
Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

c. Instruksi Garis Bercabang (*Temporary Relay*)

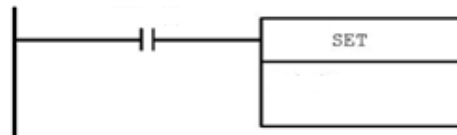
Instruksi garis bercabang seperti pada gambar 2.20 merupakan suatu instruksi yang mempunyai sebuah garis yang terdiri dari dua instruksi atau lebih dan letaknya setelah *input*. Instruksi garis bercabang tersebut terdapat pada *temporary relay* (TR).



Gambar 2.20. Instruksi Garis Bercabang
Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

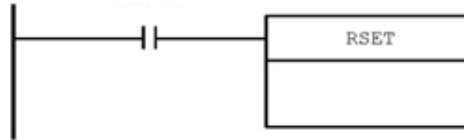
d. Instruksi *SET* dan *RESET*

Instruksi *SET* seperti pada gambar 2.21 digunakan untuk memaksa hasil keluaran menjadi *ON*.



Gambar 2.21. Instruksi *SET*
Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

Sedangkan instruksi *RESET* seperti pada gambar 2.22 digunakan untuk memaksa hasil keluaran menjadi *OFF*.



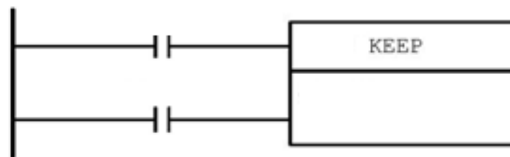
Gambar 2.22. Instruksi *RESET*

Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

Hasil keluaran yang telah di *SET* tidak akan berubah sampai diberi instruksi *RESET*.

e. Instruksi *KEEP*

Instruksi *KEEP* seperti pada gambar 2.23 digunakan untuk memaksa hasil keluaran menjadi *ON*. Pada PLC Omron instruksi *KEEP* ini sama fungsinya dengan instruksi *SET/RESET*. Bedanya pada penulisan programnya, instruksi *KEEP* sinyal *input* untuk *SET* dan *RESET* digabung menjadi satu blok. Bagian atas adalah *SET* dan bagian bawah adalah *RESET*.



Gambar 2.23. Instruksi *KEEP*

Sumber: Buku PLC: Konsep, Aplikasi dan Komunikasi Jaringan PLC

2.1.9.3. Instruksi-instruksi pemrograman lanjut

a. Instruksi *Timer*

Instruksi *Timer* berfungsi untuk mengaktifkan suatu keluaran dengan interval waktu yang dapat diatur. Instruksi *Timer* (TIM) mempunyai waktu 0.1 detik dalam setiap 1 nilai waktu.

b. Instruksi *Counter*

Instruksi *Counter* penggunaannya berfungsi secara bersama-sama dengan *Timer*. Cara kerja *Counter* dan *Timer* perbedaannya *timer* mencacah pulsa internal.

2.1.10. Motor Listrik

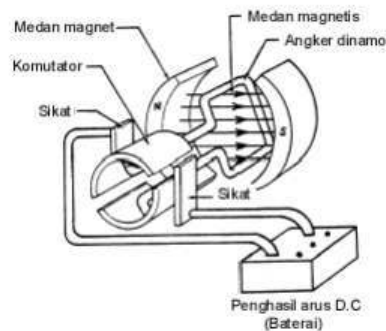
2.1.10.1. Motor DC

Motor DC seperti pada gambar 2.24 adalah mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik. Motor DC digunakan pada aplikasi tertentu dimana dibutuhkan penyalan torsi yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Torsi adalah putaran dari suatu gaya terhadap suatu poros.



Gambar 2.24. Motor DC
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Sebuah motor listrik disebut sebagai motor DC jika membutuhkan suplai tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medannya untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi energi listrik yang diubah menjadi energi mekanik berlangsung melalui media medan magnet. Konstruksi motor DC sederhana dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25. Struktur Motor DC Sederhana¹⁶

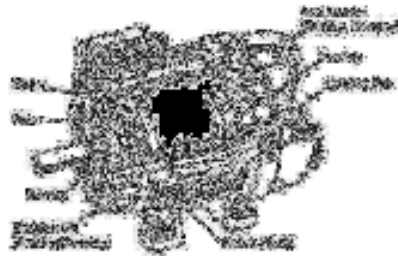
Sumber: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27878/4/Chapter%20II.pdf>

2.1.10.2. Motor AC

Motor arus bolak-balik seperti pada gambar 2.26 adalah motor yang banyak dipergunakan untuk bermacam-macam keperluan. Motor induksi khususnya, adalah jenis motor arus bolak-balik yang populer di lingkungan industri maupun rumah tangga. Motor arus bolak-balik (motor AC) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik AC menjadi tenaga gerak atau mekanik. Motor listrik AC adalah jenis motor yang mendapat arus bolak-balik.

¹⁶ *Sensor: Pengertian Umum Sensor*, (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27878/4/Chapter%20II.pdf>), diakses pada tanggal 8 Februari 2015 Pukul 14.05

Umumnya motor listrik AC dibuat untuk memutarakan sesuatu alat yang berat dan memerlukan kecepatan putaran yang tinggi¹⁷. Pengertian lain mengenai motor AC adalah motor atau mesin yang baik pada lilitan stator maupun lilitan rotornya terdapat arus bolak-balik¹⁸.



Gambar 2.26. Motor AC 1 Fasa
Sumber: Internet

Motor AC induksi merupakan motor listrik yang menerima tegangan dan arus pada rotor dilakukan dengan jalan induksi yaitu rotor tidak langsung menerima tegangan atau arus dari luar, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relative antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan oleh stator.

2.1.10.3. Gearbox

Gearbox seperti pada gambar 2.27 merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar. *Gearbox* juga dapat diartikan

¹⁷ John B Robertson, *Keterampilan Teknik Listrik Praktis*, (Bandung: Yrama Widya, 1995), hlm. 173.

¹⁸ Ir. Djoko Achyanto, M.Sc. EE, *Mesin-Mesin Listrik*, (Jakarta: Erlangga, 1992), hlm. 134

sebagai alat pengubah daya motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar.

Gearbox merupakan salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, *gearbox* berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindle mesin maupun melakukan gerakan *feeding*. *Gearbox* juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur.



Gambar 2.27. Gear
Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.1.11. Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (*vacum*). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa).

Pneumatik berasal dari perkataan Yunani *pneuma* yang berarti nafas atau udara, pneumatik dapat diartikan terisi udara atau digerakan

oleh udara mampat¹⁹. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem otomasi pada dunia industri, mulai dari penyusunan, pencengkaman, pencetakan, pengaturan arah benda kerja, pemindahan/transfèr, penyortiran sampai pengepakan barang²⁰.

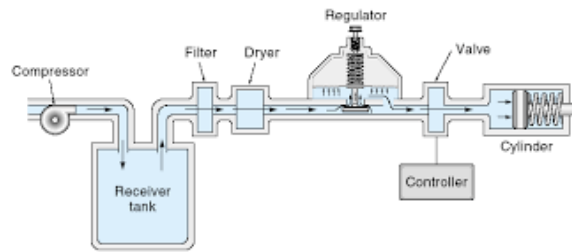
Sedangkan elektropneumatik adalah perpaduan teknologi elektrik/elektro dengan pneumatik²¹. Pada sistem elektropneumatik, hanya komponen daya saja yang menggunakan pneumatik murni, sedangkan komponen kontrolnya menggunakan sistem kontrol listrik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatic dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnet dan akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik.

Perangkat pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan (*compressed air*). Dalam hal ini, udara yang dimampatkan akan didistribusikan kepada sistem yang ada sehingga kapasitas sistem terpenuhi. Untuk memenuhi kebutuhan udara yang dimampatkan, kita memerlukan *Compressor* (pembangkit udara bertekanan). Untuk lebih jelas mengenai sistem kontrol pneumatik dapat dilihat pada gambar 2.28.

¹⁹ Rosidin, *Trainer Multiproses: Mpf-1 Z80. Antar Muka Komputer Ppi 8255 Dan Mikrokontroler Avr Atmega 8535 Untuk Mengendalikan Aktuasi Pneumatik*, (Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2010) hlm.28

²⁰ Said Hanif, *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Pneumatik Manufaktur Industri*, (Yogyakarta: ANDI, 2012), hlm.33

²¹ *Ibid.*, hlm.37



Gambar 2.28. Sistem Kontrol Pneumatik Sederhana²²
Sumber: Internet

Satuan energi kompresi sistem pneumatik ada beberapa yang dikenal dalam sistem pneumatik, seperti Kgf/Cm^2 , Psi, dan Bar. Kgf/Cm^2 merupakan satuan internasional, 1 Kgf/Cm^2 atau satu kilogram *force per centiare* berarti ada tekanan/tenaga (*force*) seberat 1 Kg pada area seluas 1 Cm^2 .

Adapun 1 Psi atau *Pound per Square Inch* berarti ada tekanan/tenaga (*force*) seberat 1 pon pada area seluas 1 inch^2 . Sedangkan Bar merupakan satuan energi kompresi lain yang juga banyak digunakan. 1 Bar sama dengan 1,02 Kgf/Cm^2 (hampir sama) 14,5 Psi.

2.1.11.1. Komponen Utama Sistem Pneumatik

Komponen utama dari sistem pneumatik adalah sebagai berikut:

a. Kompresor

Kompresor adalah suatu alat mekanikal yang bertujuan untuk menaikkan tekanan suatu gas dengan cara menurunkan volumenya. Komponen inilah yang mensupply udara bertekanan

²² Maxchristian, *Electrical Engineering's Realm: Pneumatic Control System*, (<https://maxchristian.wordpress.com/2010/06/08/pneumatic-control-system/>), diakses pada tanggal 2 September 2015

untuk sistem pneumatik, serta menjaga tekanan sistem agar tetap berada pada tekanan kerjanya.

b. *Regulator & Gauge*

Kedua alat tersebut menjadi komponen wajib di setiap sistem pneumatik. *Regulator* adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur suplai udara terkompresi masuk ke sistem pneumatik. Sedangkan *gauge* berfungsi sebagai penunjuk besar tekanan udara di dalam sistem. Keduanya dapat berupa sistem mekanis maupun elektrik. Untuk bentuk fisik *regulator* dan *gauge* dapat dilihat pada gambar 2.29.



Gambar 2.29. Regulator dan Gauge
Sumber: Internet

c. *Check Valve*

Check Valve adalah *valve* atau katup yang berfungsi untuk mencegah adanya aliran balik dari fluida kerja, dalam hal ini udara terkompresi. Terutama adalah apabila pada sebuah sistem pneumatik tersebut dipergunakan tanki akumulator udara, sehingga *Check Valve* tersebut mencegah adanya udara dari akumulator untuk kembali menuju kompresor namun tetap mengalirkan udara bertekanan dari kompresor untuk masuk ke dalam akumulator.

d. Saluran Pipa

Pipa-pipa digunakan untuk mendistribusikan udara terkompresi dari kompresor atau tanki akumulator ke berbagai sistem aktuator. Diameter pipa yang digunakan pun bermacam-macam tergantung dari desain dan tujuan penggunaan sistem pneumatik tersebut. Pada sebuah sistem pneumatik besar (menggunakan lebih dari dua aktuator), untuk area sistem suplai (area kompresor dan tanki) digunakan pipa berdiameter lebih besar daripada yang digunakan pada area aktuator. Namun jika sistem pneumatik yang ada kecil, misal hanya untuk menggerakkan satu saja aktuator, maka diameter pipa yang digunakan pun akan seragam di semua bagian.

e. Aktuator

Pneumatik aktuator adalah alat yang melakukan kerja pada sistem pneumatik. Ada berbagai macam jenis pneumatik aktuator sesuai dengan penggunaannya. Antara lain adalah silinder pneumatik, diafragma aktuator, serta pneumatik motor.

2.1.11.2. Katup (Valve) Pneumatik






Katup pneumatik merupakan perlengkapan kontrol ataupun pengatur, baik untuk memulai (*start*), berhenti (*stop*), mengarah aliran atau mengatur tekanan udara dari catu daya ke beban/elemen kerja. Ada beberapa tipe katup pneumatik dilihat dari fungsi dan cara kerjanya, sebagai berikut:

1) Katup Kontrol Arah (Directional Valve)

Katup kontrol arah adalah komponen kontrol pneumatik berupa katup yang terdiri dari beberapa lubang saluran udara yang berfungsi untuk melewatkan, memblokir dan atau mengarahkan aliran udara bertekanan.

Katup kontrol arah digunakan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi. Untuk lebih jelas mengenai cara membaca simbol katup kontrol dapat dilihat pada tabel 2.2.

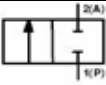
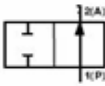
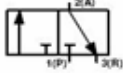

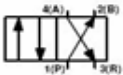
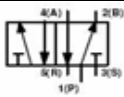
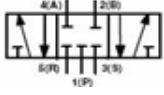
Tabel 2.2. Cara Membaca Simbol Katup Arah

	Kotak menunjukkan posisi pensakelaran katup
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensakelaran katup. Contoh: -jumlah kotak 2 menunjukkan hanya 2 kemungkinan pensakelaran, misal: posisi ON dan Posisi OFF. - Jumlah kotak 3 menunjukkan 3 kemungkinan pensakelaran, misal: posisi 1-0-2.
	Garis menunjukkan lintas aliran, panah menunjukkan arah aliran.
	Garis blok menunjukkan aliran tertutup (terblokir).
	Garis luar kotak menunjukkan saluran dan keluaran, gambar diposisi awal

Ada beberapa jenis katup kontrol arah dilihat dari jumlah lubang saluran udara dan posisi kerjanya. Jenis tersebut dibedakan menggunakan penandaan angka, missal katup 2/2 way, 3/2 way, dan 5/3 way. Angka pertama menunjukkan jumlah lubang aliran udara pada katup, sedangkan angka kedua merupakan jumlah

posisi kerja katup. Jadi katup 3/2 way berarti katup dengan 3 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja. Penjelasan mengenai simbol dan cara kerja beberapa jenis katup kontrol arah yang sering digunakan dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Simbol Jenis Katup Kontrol Arah

Simbol	Nama Katup
	KKA 2/2, N/C
	KKA 2/2, N/O
	KKA 3/2, N/C
	KKA 3/2, N/O
	KKA 4/2
	KKA 5/2
	KKA 5/3, posisi tengah tertutup

a. Katup 2/2 way

Katup 2/2 way mempunyai 2 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja. Pada posisi awal, udara bertekanan dari catu daya tidak akan mengalir dari P ke A (diblokir). Jika

katup mendapat sinyal kontrol disisi kiri maka posisi kerjanya akan berubah ke kontak sebelah kiri dan udara bertekanan akan mengalir dari P ke A.

b. Katup 3/2 way

Katup 3/2 way mempunyai 3 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja. Pada posisi awal, udara bertekanan dari beban akan dibuang dari A ke R sedangkan udara bertekanan dari catu daya *stand by* diposisi P. Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kiri maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke A.

c. Katup 5/2 way

Katup 5/2 way mempunyai 5 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja. Pada posisi awal, udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke B, sedangkan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari A ke R. Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kiri maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke A, sedangkan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari B ke S.

d. Katup 5/3 way

Katup 5/3 way mempunyai 5 lubang aliran udara dan 3 perubahan posisi kerja. Pada posisi awal, udara bertekanan dari catu daya tidak akan mengalir dari P ke A atau B

(diblokir). Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kiri maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari B ke S. Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kanan maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kanan dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke A, sedangkan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari A ke R.

Untuk menjamin bahwa katup dipasang dengan tepat, maka setiap lubang saluran udara diberi tanda huruf besar atau angka sesuai dengan Standar Internasional. Tanda-tanda itu digunakan untuk memudahkan dan menghindari kekeliruan pada saat instalasi atau memasang sistem pneumatik. Untuk lebih jelas mengenai penandaan saluran udara dapat dilihat pada tabel 2.4.













Tabel 2.4. Penandaan Saluran Udara

Jenis Saluran	Sistem Huruf	Sistem Angka
Lubang Tekanan (masukan)	P	1
Lubang Keluaran	A, B, C	2, 4, 6
Lubang Pembuangan	R (katup 3/2)	3 (katup 3/2)
Lubang Pembuangan	R, S (katup 5/2)	5, 3 (katup 5/2)
Sinyal Kontrol	X, Y, Z	12, 14, 16

2) Penggerak Katup Kontrol Arah

Perubahan posisi kerja pada katup kontrol arah dikontrol oleh sebuah penggerak. Ada beberapa tipe penggerak yang umum digunakan seperti penggerak manual, mekanik, dan elektrik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Penggerak Katup Kontrol Arah

Jenis Pengaktifan	Keterangan
Mekanik :	
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol, satu arah
Pneumatis	
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)
Listrik	
	Operasi dengan solenoid tunggal
	Operasi dengan solenoid ganda
Kombinasi	
	Solenoid ganda dan operasi pilot (pemandu) dengan tambahan manual

Pada sistem elektropneumatik, dipakai penggerak katup kontrol arah tipe *solenoid* sehingga sistem katup ini dinamakan *solenoid valve*. Penggerak tipe *solenoid* bekerja dengan metode elektromagnetik. Jika *solenoid* diberi tegangan kerja maka solenoid akan mengubah posisi kerja katup arah dan tegangannya adalah 24 volt DC. Untuk menghindari kegagalan pada sistem otomasi yang memakai solenoid biasanya diberi tambahan pilot kontrol pada katup penggerak. Ada sebuah tombol kecil yang berwarna jingga ketika ditekan dengan menggunakan obeng kecil akan aktif.

2.1.11.3. Aktuator dan *Output*

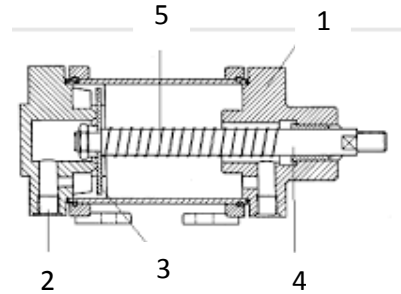
Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai angin menjadi energi kerja yang dimampatkan. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol dan aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir²³. Pada pneumatik, jenis aktuator ada beberapa macam, diantaranya:

2.1.11.3.1. Silinder Kerja Tunggal (*Single Acting Cylinder*)

Silinder kerja tunggal hanya bisa mendapatkan suplai udara pada satu sisi saja dimana hanya mempunyai satu saluran masuk, sehingga silinder kerja tunggal hanya bisa diberikan gaya pada satu arah saja, dan untuk gerak baliknya digunakan tenaga yang didapat dari suatu pegas yang telah terpasang didalam silinder tersebut. Sehingga besar kecepatannya

²³ Basuki, Budiardi, *PLC dan Electropneumatic*, (Jakarta: SMKN 29, 2010), hlm. 5.

tergantung dari pegas yang dipakai. Ukuran elemen ini biasanya dilihat dari besarnya diameter dan panjang langkahnya. Panjang langkah dari silinder kerja tunggal ini terbatas pada panjang pegas yang dipakai. Untuk lebih jelas mengenai bentuk fisik dari silinder kerja tunggal dapat dilihat pada gambar 2.30.



Gambar 2.30. Silinder Kerja Tunggal (*Single Acting Cylinder*).

Sumber: Internet²⁴

Keterangan Gambar:

1. Rumah Silinder
2. Lubang masuk udara bertekanan
3. Piston
4. Batang piston
5. Pegas Pengembali

Prinsip kerja silinder kerja tunggal dalam memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston, sisi yang lain terbuka ke atmosfer. Silinder ini hanya bisa memberikan gaya kerja satu arah. Gerakan piston kembali masuk diberikan oleh

²⁴ <https://maswie2000.wordpress.com/2007/11/03/silinder-pneumatik/> diakses pada tanggal 16 September 2015 pkl. 15.01 WIB.

gaya pegas yang ada didalam silinder direncanakan hanya untuk mengembalikan silinder ke posisi awal.

Menurut konstruksinya, silinder kerja tunggal dapat melaksanakan berbagai fungsi gerakan, seperti: menjepit benda kerja, pemotongan, pengepressan, pengangkatan benda.

Macam-macam silinder kerja tunggal adalah sebagai berikut:

b. Silinder Diafragma

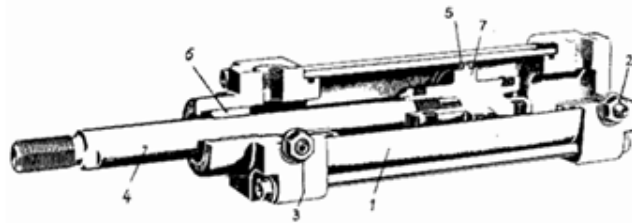
Konstruksi silinder diafragma adalah tidak adanya gerakan geser dan pergeseran sepanjang gerakannya sangat kecil sekali. Silinder ini banyak dipakai untuk gerakan langkah yang pendek seperti untuk penjepit, penstemplan, dan pengangkatan.

c. Silinder Rol Diafragma

Konstruksi silinder rol diafragma adalah serupa dengan selinder diafragma. Jika udara bertekanan dimasukkan ke dalam, maka akan diterima oleh diafragma dan akan membuka gulungan sepanjang dinding bagian dalam silinder. Seterusnya akan menggerakkan batang torak kedepan. Jenis silinder diafragma ini memungkinkan langkah batang torak menjadi jauh lebih panjang (bisa mencapai 50mm sampai dengan 80mm).

2.1.11.3.2. Silinder Kerja Ganda (*Double Acting Cylinder*)

Cara kerja silinder kerja ganda mendapatkan suplai udara pada kedua sisi. Secara konstruksi, hampir sama dengan silinder kerja tunggal yang membedakannya adalah silinder kerja ganda tidak memiliki pegas untuk mengembalikan batang torak kembali ke posisi awal. Gerakan silinder ganda maju atau mundur diberikan oleh gaya tekanan udara pada salah satu sisi dari dua saluran yang ada. Bentuk fisik silinder kerja ganda dapat dilihat pada gambar 2.31.



Gambar 2.31. Silinder Kerja Ganda (*Double Acting Cylinder*).

Sumber: Internet

Keterangan Gambar :

1. Batang /Rumah Silinder
2. Saluran Masuk
3. Saluran Keluar
4. Batang Piston
5. *Seal*
6. *Bearing*
7. Piston

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston (maju) sedangkan arah yang lain (mundur) terbuka ke atmosfer, maka gaya diberikan pada sisi permukaan tersebut sehingga batang piston akan terdorong keluar sampai batas maksimum dan berhenti.

Keuntungan silinder kerja ganda adalah dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Ini memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel. Adapun macam-macam silinder kerja ganda adalah sebagai berikut:

- a. Silinder berbantalan pelindung (*double acting cylinder with end positioning cushioning*).

Yang dimaksud dengan silinder berbantalan pelindung adalah silinder pneumatic kerja ganda dengan bantalan di kedua ujung (akhir) langkah. Hal ini dimaksudkan sebagai pencegah kerusakan piston akibat tenaga yang cukup besar. Sebelum torak mencapai langkah maksimum bantalan piston secara langsung akan menghambat keluarnya udara, sehingga gerakan piston sudah akan diperlambat akibatnya tahanan udara di sisi yang lain.

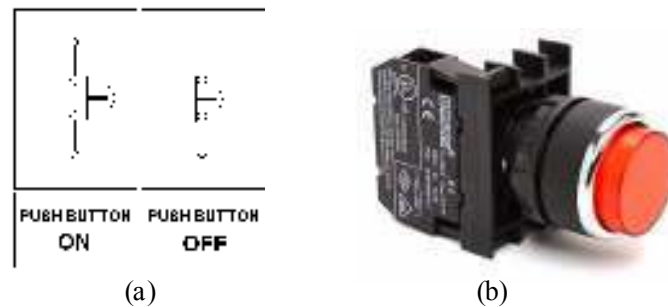
- b. Silinder tandem atau saling bergandengan

Konstruksi ini mencakup dua silinder kerja ganda yang dirakit menjadi satu. Melalui penataan seperti ini dan dengan masuknya piston secara bersamaan, gaya pada

batang piston menjadi berlipat ganda. Silinder jenis ini dipasang disetiap tempat yang memerlukan gaya yang besar, tetapi diameter silinder turut menentukan.

2.1.12. Tombol Tekan (*Push Button*)

Tombol tekan merupakan salah satu dari elemen masukan listrik sebagai sakelar yang dirangkai pada sirkuit untuk membuka atau menutup aliran arus untuk konsumsi komponen-komponen listrik. Tombol tekan hanya membuka dan menutup arus rangkaian untuk waktu yang pendek. Pemilihan posisi sakelar hanya akan aktif ketika tombol ditekan. Simbol dan bentuk fisik tombol tekan dapat dilihat pada gambar 2.32.



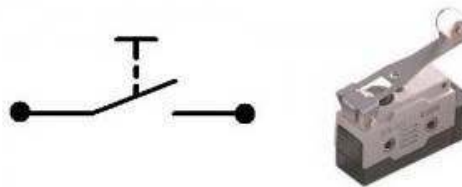
Gambar 2.32. (a) Simbol Tombol Tekan (*Push Button*) (b) Bentuk Fisik Tombol Tekan (*Push Button*).

Sumber: <http://electric-mechanic.blogspot.com>

2.1.13. *Limit Switch*

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti sakelar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam

kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Untuk lebih jelas mengenai bentuk fisik dan simbol *limit switch* dapat dilihat pada gambar 2.33.



Gambar 2.33. *Limit Switch*
Sumber: Internet²⁵

2.1.14. Relay

Relay adalah sakelar elektromagnetis yang dapat dihidup-matikan oleh arus listrik. *Relay* adalah suatu *switch* yang digerakkan secara elektrik²⁶. Umumnya terdiri dari sebuah kumparan yang dililitkan pada sebuah besi lunak atau inti dan kontak-kontak *relay*. Gambar *relay* dapat dilihat pada gambar 2.34.



Gambar 2.34. *Relay*
Sumber: Internet²⁷

²⁵ <http://informasicuy.blogspot.co.id/2013/07/prinsip-kerja-limit-switch.html>

16 sep 2015 jam: 15.01.

²⁶ Daryanto, *Keretampilan Kujuruan: Teknik Elektronika*, (Bandung: Satu Nusa, 2011), hlm. 31.

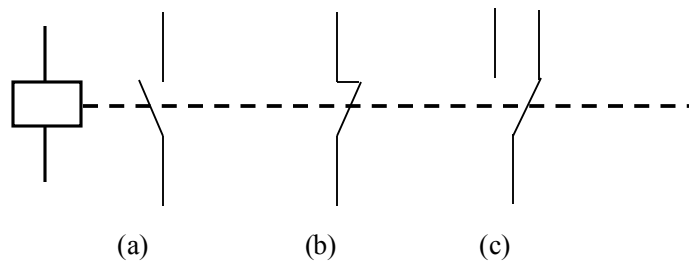
²⁷ ARM mbed, *Drivers, Relays, and Solid State Relays*,

(https://developer.mbed.org/users/4180_1/notebook/relays1/) dilihat pada tanggal 17 Mei 2015 Pukul 21.52 WIB.

Relay menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. Cara kerja *relay* dimulai pada saat mengalirnya arus listrik melalui koil, lalu membuat medan magnet disekitarnya dan merubah posisi sake lar atau menutup kontak NO (*Normally Open*) dan membuka kontak NC (*Normally Close*).

Kontak NO akan membuka ketika tidak ada arus yang mengalir pada komponen, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan mengalir arus listrik atau diberi tenaga. Kontak NC akan tertutup apabila kumparan tidak diberi arus listrik dan membuka ketika kumparan diberi arus listrik.

Relay elektromagnetis mempunyai pasangan kontak-kontak kerja yang dapat mengalirkan arus listrik. Kedudukan kontak-kontaknya berlaku bila tidak ada arus listrik. Kontak-kontak *relay* dapat dilihat pada gambar 2.35.



Gambar 2.35. Kontak-Kontak Relay
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 2.35 (a) adalah kontak NO (*Normally Open*) yaitu kontak terbuka pada *relay* ketika kumparan tidak dialiri arus listrik. Bila kumparan *relay* dialiri arus listrik, maka kontak *relay* akan tertutup.

Gambar 2.35 (b) adalah kontak NC (*Normally Close*) yaitu kontak tertutup pada *relay* ketika kumparan *relay* tidak dialiri arus listrik. Bila kumparan *relay* dialiri arus listrik, maka kontak *relay* akan terbuka.

Gambar 2.35 (c) adalah kontak tukar yaitu kombinasi antara kontak NO (*Normally Open*) dengan NC (*Normally Close*). Bila kumparan *relay* dialiri arus listrik, maka kontak *relay* akan berubah dari kontak NO menjadi kontak NC dan sebaliknya dari kontak NC menjadi kontak NO. pada *relay* dengan kontak tukar, terdapat dua kontak sekaligus.

2.1.15. *Pilot Lamp*

Pilot lamp adalah sinyal indikator berupa lampu/cahaya dengan warna tertentu pada sebuah sistem kontrol. Misalnya suatu sistem sudah running, sinyal bahaya, dan lain-lain. Indikator yang berfungsi untuk memberitahukan/menandakan bahwa suatu sistem itu bekerja atau terjadi gangguan. Lampu tanda/indikator mempunyai beberapa warna dan warna pada lampu indikator itu mempunyai makna dan maksud tertentu yaitu lampu tanda warna merah menandakan bahwa sistem/komponen dalam keadaan terjadi gangguan/berhenti. Lampu tanda warna hijau menandakan bahwa sistem dalam keadaan siap kerja atau sedang bekerja. Gambar *pilot lamp* dapat dilihat pada gambar 2.36.

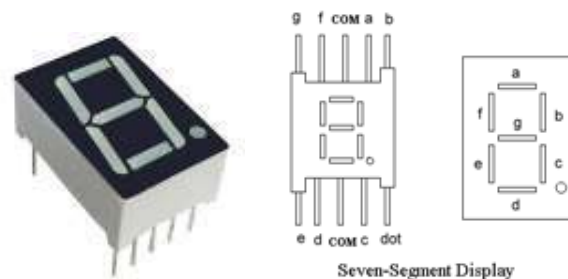


Gambar 2.36. *Pilot Lamp*
Sumber : Dokumen Pribadi

2.1.16. Display

2.1.16.1 Seven Segment

Seven segmen seperti pada gambar 2.37 merupakan adalah salah satu perangkat layar untuk menampilkan sistem angka desimal yang merupakan alternatif dari layar *dot-matrix*²⁸. Layar tujuh segmen ini seringkali digunakan pada jam digital, meteran elektronik, dan perangkat elektronik lainnya yang menampilkan informasi numerik.



Gambar 2.37. *Seven Segment*

Sumber: www.ilmubawang.blogspot.com

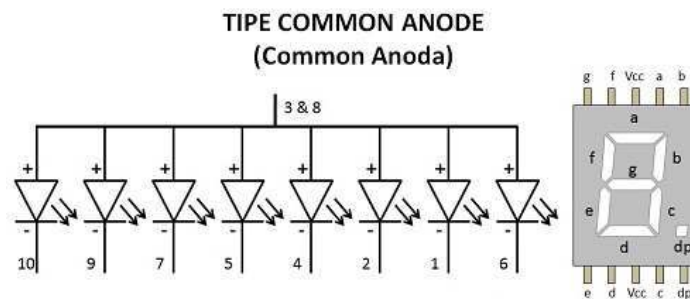
Seven segmen juga dapat diartikan sebagai piranti elektronika yang terdiri dari 7 LED yang dibangun sedemikian rupa sehingga menyerupai digit untuk menampilkan atau sebagai display rangkaian digital. *Seven segmen* dibuat guna menampilkan angka 0 sampai 9 serta sejumlah karakter alphabet juga bisa ditampilkan menggunakan tampilan tujuh segmen.

²⁸ Wikipedia: Ensiklopedi Bebas, *Layar Tujuh Segmen*, http://id.wikipedia.org/wiki/Layar_tujuh_segmen diakses pada tanggal 20 April 2015 pukul. 11.13 WIB.

Seven segmen ada dua macam:²⁹

1. *Common Anode (Anoda)*

Pada LED 7 Segmen jenis *Common Anode* (Anoda), Kaki Anoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 Pin, sedangkan kaki Katoda akan menjadi *Input* untuk masing-masing Segmen LED. Kaki Anoda yang terhubung menjadi 1 Pin ini akan diberikan Tegangan Positif (+) dan Sinyal Kendali (*control signal*) akan diberikan kepada masing-masing kaki Katoda Segmen LED. Berikut gambar *seven segmen* jenis *common anoda* pada gambar 2.38.



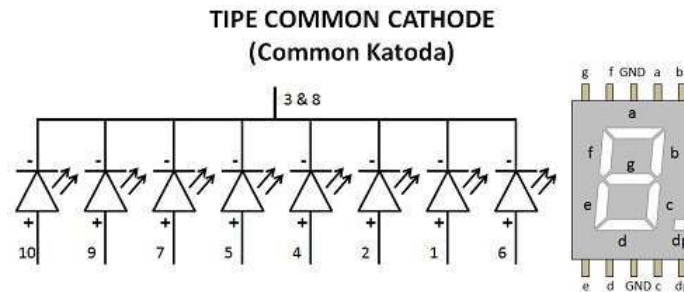
Gambar 2.38. Skema *Seven Segmen* Jenis *Common Anoda*
Sumber: <http://teknikelektronika.com>

2. *Common Cathode (Katoda)*

Pada LED 7 Segmen jenis *Common Cathode* (Katoda), Kaki Katoda pada semua segmen LED adalah terhubung menjadi 1 Pin, sedangkan Kaki Anoda akan menjadi Input untuk masing-masing Segmen LED. Kaki Katoda yang terhubung menjadi 1 Pin ini merupakan Terminal Negatif (-) atau *Ground* sedangkan Sinyal

²⁹ Teknik Elektronika, *Pengertian Seven Segment Display (Layar Tujuh Segmen)*, <http://teknikelektronika.com/pengertian-seven-segment-display-layar-tujuh-segmen/>, diakses pada tanggal 20 April 2015 pukul. 11.38 WIB.

Kendali (*Control Signal*) akan diberikan kepada masing-masing Kaki Anoda Segmen LED. Untuk lebih jelas mengenai *seven segmen* jenis *common cathode* dapat dilihat pada gambar 2.39.



Gambar 2.39. Skema *Seven Segmen* Jenis *Common Cathode*
Sumber: <http://teknikelektronika.com>

2.1.17. Rangkaian Terpadu

Berikut akan dijelaskan rangkaian-rangkaian terpadu (*IC/Integrated Circuit*) yang mendukung pada penelitian.

2.1.17.1. *IC Decoder 4026 B*

IC Decoder 4026 B seperti gambar 2.40 adalah 16 pin CMOS *seven segment counter* dari seri 4000. Jika *input clock* diberikan pulsa maka akan menghasilkan *output* dalam bentuk yang dapat ditampilkan pada layar *seven segment*.

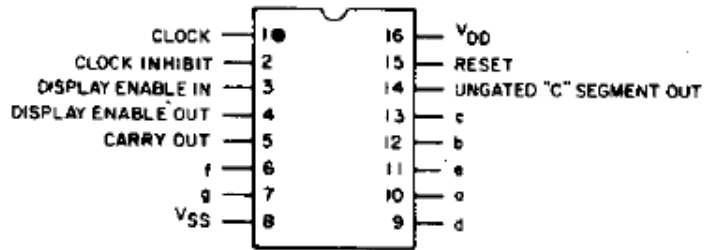


Gambar 2.40. *IC Decoder 4026 B*
Sumber: Internet³⁰

IC ini digunakan untuk menyederhanakan penggunaan *decoder decimal* ke biner atau *seven segment decoder* pada

³⁰ Electronics Online, *4026 Counter*, (<http://electronics.robotchno.us/tag/4026-counter>) diakses pada tanggal 27 April pukul 22.15 WIB.

rangkaian *counter*/pencacah, tetapi hanya terbatas digunakan untuk menampilkan desimal digit 0 sampai 9. Output dari seven segmen adalah aktif “*high*” sehingga dibutuhkan seven segmen dengan tipe *common cathode* (negatif). Untuk konfigurasi pin IC Decoder 4026 B dapat dilihat pada gambar 2.41.



Gambar 2.41. Konfigurasi/Susunan Pin IC Decoder 4026 B
Sumber : Datasheet IC Decoder 4026 B³¹

Berikut tabel menggambarkan *output* yang diberikan IC pada saat diberikan pulsa *clock*.

Tabel 2.6. *Output* yang diberikan IC 4026

OUTPUT dari IC 4026 ke SEVEN SEGMENT								
COUNTER	A	B	C	D	E	F	G	%10
0	█	█	█	█	█	█		█
1		█	█					█
2	█	█		█	█		█	█
3	█	█	█	█			█	█
4		█	█			█	█	█
5	█		█	█		█	█	█
6	█	█	█	█	█	█		█
7	█	█	█					█
8	█	█		█	█	█		█
9	█	█	█	█		█	█	█

Keterangan Tabel:

Kotak Merah : LED atau Segmen yang menyala

³¹ Texas Instrumen, *Decoder Counters CD 4026 B, CD 4033 B Types*, Datasheet, July 2003.

% 10 : Dihubungkan ke *input* 4026 berikutnya

2.1.17.2. IC Schmitt Trigger 40106 B

Schmitt Trigger merupakan suatu rangkaian yang dapat mendeteksi tegangan input yang melintasi suatu peringkat tertentu. Selain itu, *Schmitt trigger* berguna untuk pengkondisian sinyal segitiga ataupun bentuk gelombang lainnya. *IC Schmitt Trigger 40106B* sebagai penghasil Sinyal/Pulsa yang menjadi Sumber *Clock* bagi IC 4026B. Gambar *IC Schmitt Trigger 40106B* dapat dilihat pada gambar 2.42.



Gambar 2.42. *IC Schmitt Trigger 40106B*
Sumber: Internet³²

2.1. Kerangka Berfikir

Salah satu daerah penghasil kol atau kubis berada di Jawa Barat tepatnya di Kecamatan Cisarua. Suka tani adalah salah satu kelompok tani yang memproduksi sayuran kol. Jumlah kol didaerah tersebut sangat banyak namun tidak diiringi dengan perkembangan teknologi. Semua proses kegiatannya dilakukan secara manual atau konvensional. Salah satu prosesnya adalah pengepakan kol untuk didistribusikan.

³² Texas Instrument, *CD40106B-MIL*, (<http://www.ti.com/product/cd40106b-mil>) diakses pada tanggal 27 April 2015 pukul 23.50 WIB.

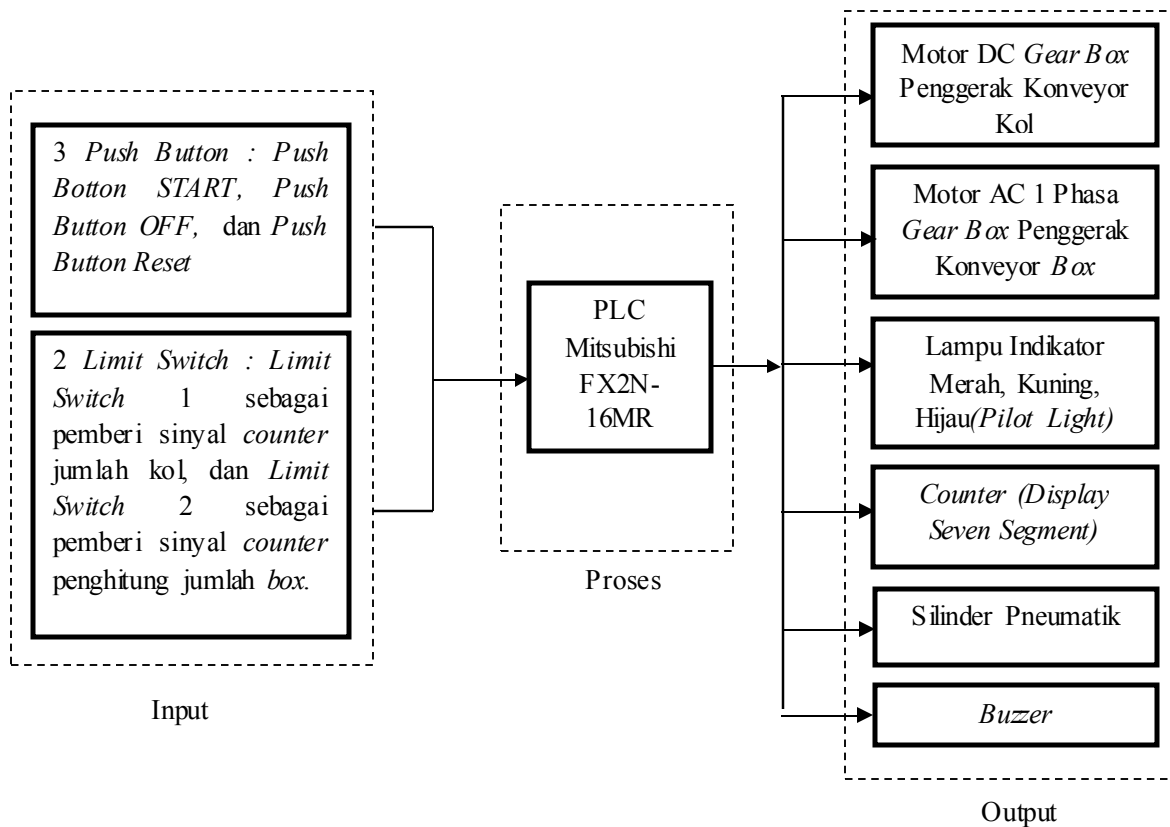
Di saat teknologi sudah berkembang pesat, proses pengepakan kol masih dilakukan secara konvensional atau secara manual. Proses pengepakan kol masih dilakukan dengan kontrol manual yaitu pemanfaatan tenaga manusia yang kadang sering melakukan kesalahan dan waktu yang digunakan menjadi tidak efektif. Saat pekerja dapat melakukan pekerjaan lain yang benar-benar membutuhkan tenaga manusia menjadi terabaikan karena pekerja sibuk melakukan pengepakan kol. Melihat masalah ini, maka peneliti mencoba membuat alat pengepakan kol otomatis. Dengan adanya sistem pengepakan kol otomatis akan memudahkan pekerjaan manusia dan menjadikan proses pengepakan lebih efektif dan efisien.

Prinsip kerja alat ini sangat mudah, alat pengepakan ini juga sudah dilengkapi dengan alat penghitung kol yang akan dikemas dengan menampilkannya pada *display seven segment*. Dengan menggunakan *limit switch* alat ini akan bisa menghitung jumlah kol yang akan dikemas dalam satu box. *Limit switch* sebagai pemberi sinyal kepada rangkaian bahwa sistem penghitungan sudah mencapai hasil yang diinginkan sehingga sistem konveyor penghitung mati dan konveyor *box* akan menyala. *Limit switch* juga digunakan sebagai pemberi sinyal ke seven segment untuk menghitung jumlah *box* yang sudah selesai.

Apabila *limit switch 1* tertekan oleh kol sebanyak 1 kali maka pneumatik penahan kol akan terbuka dan setelah 5 detik akan menutup kembali dan ditampilkan pada seven segment. Sedangkan apabila *limit switch* tertekan oleh kol sebanyak 2 kali, maka konveyor kol akan OFF dan konveyor *box* akan ON. Dan kemudian *box* akan berjalan sampai menyentuh

limit switch 2 (sampai tempat akhir), setelah *box* menyentuh *limit switch 2* maka konveyor *box* akan OFF dan konveyor kol akan ON kembali. Begitu seterusnya sampai proses selesai. Dan semua sistem diatas menggunakan kontrol *Programmable Logic Controller* (PLC)

Diagram blok rancang bangun alat pengepakan kol otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat dilihat pada gambar 2.43.



Gambar 2.43. Diagram Blok Rancang Bangun Alat Pengepakan Kol Otomatis Berbasis PLC (*Programmable Logic Control*)

Sumber: Dokumen Pribadi