

## **BAB III**

### **TEORI PENUNJANG**

Dalam membantu menyelesaikan Kerja Praktek ini, sangat dibutuhkan teori penunjang yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan praktek. Beberapa teori penunjang tersebut adalah mengenai konsep dasar dari PLC, fungsi PLC, komponen-komponen dari PLC, serta beberapa point penting yang berlaku dalam PLC secara umum.

#### **3.1 Definisi dan Sejarah PLC**

Kemajuan teknologi yang berkembang pesat dewasa ini, mengakibatkan ini, mengakibatkan industri sebagai produsen/penghasil barang menggunakan cara-cara otomatisasi untuk meningkatkan jumlah hasil barang yang di produksinya secara efektif dan efisien. Salah satu peralatan kontrol otomatis yang saat ini banyak digunakan adalah PLC (*Programmable logic Controller*).

PLC (*Programmable logic Controller*) yaitu kendali logika terprogram merupakan suatu piranti eletronik yang di rancang untk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan intruksi-intruksi internal untuk menjalankan fungsi-fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu, fungsi arimatika, dan fungsi yang lainnya dengan cara memprogramnya. Program-program dibuat dan dimasukkan ke dalam PLC melalui programmer/monitor. Pembuatan program dapat digunakan komputer sehingga dapat mempercepat hasil pekerjaan. Fungsi lain pada PLC dapat digunakan untuk memonitor jalannya proses pengendalian yang sedang

berlangsung, sehingga dapat dikenali urutan kerja (*work squence*) proses pengendalian yang terjadi pada saat itu.

PLC pertama kali dikembangkan oleh para insinyur dari General Motor pada tahun 1968 yaitu pada saat perusahaan tersebut ingin mengganti sistem kontrol relay yang kompleks. Sistem pengganti tersebut harus mampu dalam:

- Pemrograman yang sederhana.
- Perubahan program tanpa harus mengubah sistem secara keseluruhan (tidak perlu merakit kembali pengkabelan sistem).
- Lebih kecil ukurannya, lebih murah dan dapat diandalkan kinerjanya
- Perawatan yang mudah dan biaya perawatan yang rendah.
- Waktu eksekusi program yang semakin cepat.

Akhirnya didapatkan sebuah sistem yang memenuhi spesifikasi diatas, yaitu sebuah sistem yang menggunakan sinyal biner. Keuntungannya adalah bahwa sinyal ini dapat digunakan dalam kontrol program dan dapat diproses secara digital dan disimpan dalam memori elektrik. Sinyal-sinyal ini selanjutnya dapat digunakan untuk menggerakkan motor atau silinder (maju / mundur, kiri / kanan, start / stop) sebab pada prinsipnya sebuah output hanya memerlukan salah satu dari dua status keadaan yaitu "0" atau "1".

PLC sesuai dengan namanya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Programmable*

Menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah fungsinya sesuai dengan program yang dibuat.

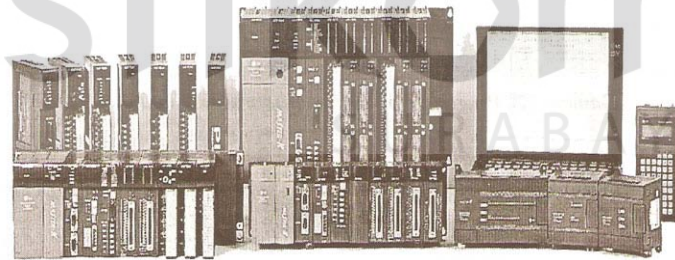
- *Logic*

Menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik (membandingkan, menjumlahkan, membagi, dan sebagainya).

- *Controller*

Kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

Dewasa ini, vendor-vendor PLC umumnya memproduksi PLC dengan berbagai jenis ukuran, jumlah input/output, intruksi dan kemampuan lainnya yang beragam. Hal ini pada dasarnya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang sangat luas, yaitu untuk tujuan kontrol yang relatif sederhana dengan jumlah input/output mencapai. gambar 3.1 berikut ini memperlihatkan salah satu contoh rangkaian produk PLC yang diproduksi oleh perusahaan LG dengan berbagai tipe dan jumlah input/output yang dapat dijumpai dipasaran.



**Gambar 3.1. Contoh rangkaian keluarga PLC produksi perusahaan LG.**

Berdasarkan jumlah input/ouput yang dimilikinya ini, secara umum PLC dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar:

- PLC mikro. PLC dapat dikategorikan mikro jika jumlah input/output pada PLC ini kurang dari 32 terminal

- PLC mini. Katagori ukuran mini ini adalah jika PLC tersebut memiliki jumlah input/output antara 32 sampai 128 terminal
- PLC large. PLC ukuran ini dikenal juga dengan PLC tipe rack. PLC dapat dikategorikan sebagai PLC besar jika jumlah input/output-nya lebih dari 128 terminal

Fasilitas , kemampuan dan fungsi yang tersedia pada setiap katagori tersebut pada umumnya berbeda satu dengan yang lainnya. Semakin sedikit jumlah input/output pada PLC maka jenis instruksi yang tersedia juga semakin terbatas. Beberapa PLC bahkan dirancang semata-mata untuk menggantikan control relay saja.

### **3.2 Kelebihan dan Kekurangan PLC**

Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh PLC dibanding dengan kontrol relay konvensional, yaitu :

#### **1. Fleksibel**

Sebelum ditemukan PLC, Setiap mesin mempunyai alat kontrol/pengendali tersendiri dimisalkan terdapat 15 buah mesin maka alat pengendali yang diperlukan juga terdapat 15 buah. Lain halnya sekarang ini dengan adanya PLC maka untuk beberapa mesin hanya memerlukan 1 buah PLC saja.

#### **2. Deteksi dan koreksi kesalahan lebih mudah**

Setelah desain program kontrol selesai dibuat, kemudian dimasukkan dalam PLC dengan cara memprogramnya, maka program tersebut dapat dengan mudah diubah dengan menggunakan keyboard hanya dalam beberapa menit saja. Setelah itu program dapat kembali dijalankan, jika masih terdapat

kesalahan maka dapat dikoreksi dengan menggunakan diagram tangga (ladder diagram) sehingga koreksinya dapat segera dilakukan.

3. Pengamatan visual (*visual observation*)

Operasi PLC saat menjalankan program yang telah dibuat dapat dilihat dengan teliti dengan menggunakan layar CRT, sehingga ini sangat memudahkan dalam proses pencarian, pengamatan, atau dalam pembenahan program. Dengan demikian proses pembenahan hanya membutuhkan waktu yang relatif singkat.

4. Kecepatan operasi (*speed operation*)

Kecepatan operasi PLC sangatlah cepat. Kecepatan operasi ini adalah untuk mengaktifkan fungsi-fungsi logika hanya dalam waktu beberapa milidetik, dikarenakan menggunakan rangkaian elektronik sehingga operasinya sangatlah cepat, berlainan saat digunakan relai magnetik, yang mempunyai kecepatan operasinya lebih lambat

5. Dokumentasi mudah

Hasil pemrograman PLC dapat dicetak dengan mudah hanya dalam beberapa menit saja bila dibutuhkan, sehingga dapat mudah dalam pencarian arsip gambar kontrol.

Selain terdapat 5 kelebihan diatas terdapat pula beberapa kekurangan yang dimiliki PLC yaitu :

1. Teknologi baru, sehingga dibutuhkan waktu untuk mengubah sistem konvensional yang telah ada.

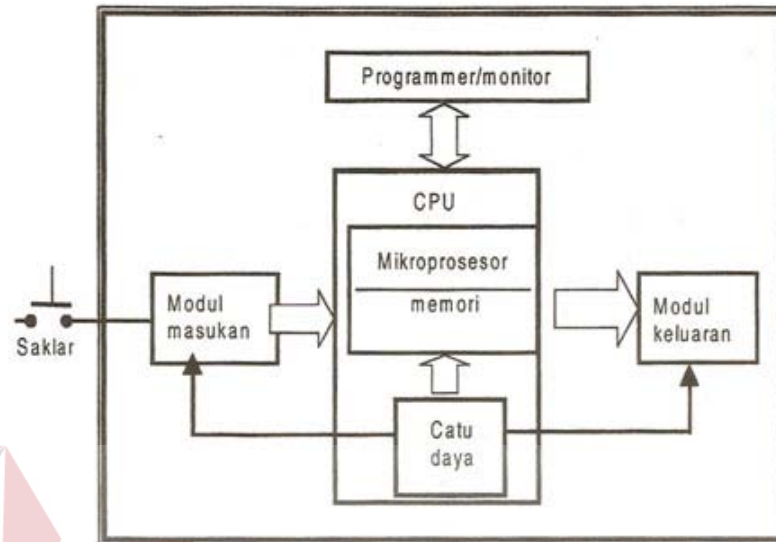
2. Keadaan lingkungan. Untuk proses seperti pada lingkungan panas yang tinggi, vibrasi yang tinggi penggunaan kurang cocok, jarena dapat merusak PLC.

### 3.3 Keseluruhan Sistem PLC

Dalam sistem PLC terdapat 4 (empat) komponen bagian utama, keempat komponen bagian tersebut adalah :

1. Central Processing Unit (CPU), merupakan otak dari PLC yang terdiri dari 3 bagian yaitu :
  - a. Mikroprosesor merupakan otak dari PLC yang difungsikan untuk operasi matematika dan operasi Logika.
  - b. Memori, merupakan daerah CPU yang digunakan untuk melakukan proses penyimpanan dan pengiriman data pada PLC.
  - c. Catu daya, yang berfungsi untuk mengubah sumber masukan tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah.
2. Programmer/Monitor
3. Input/Output Modules
4. Raks dan chasis

Secara blok diagram, hubungan bagian utama PLC dapat terlihat pada gambar 3.2 berikut ini :

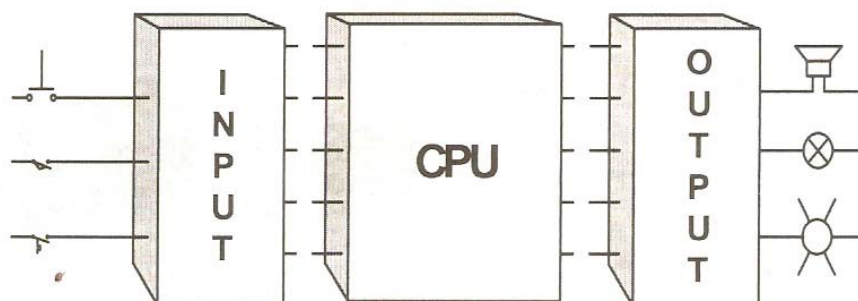


**Gambar 3.2. Sistem layout dan hubungan PLC.**

### 3.4 Prinsip Kerja PLC

Secara umum PLC terdiri dari dua komponen penyusun utama (gambar 3.3):

- Central Processing Unit (CPU)
- Sistem antar muka input/output

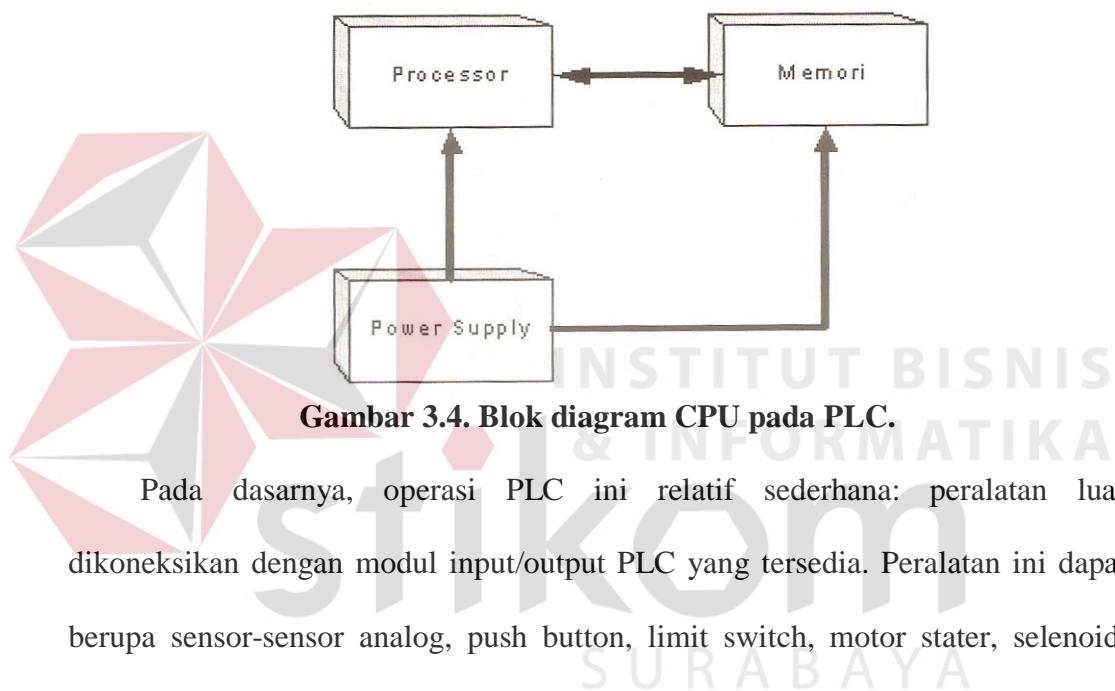


**Gambar 3.3. Blok diagram PLC.**

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini.

- Prosesor
- Memori
- Power supply

Interaksi antara ketiga komponen ini dapat dilihat gambar 3.4 dibawah ini :



**Gambar 3.4. Blok diagram CPU pada PLC.**

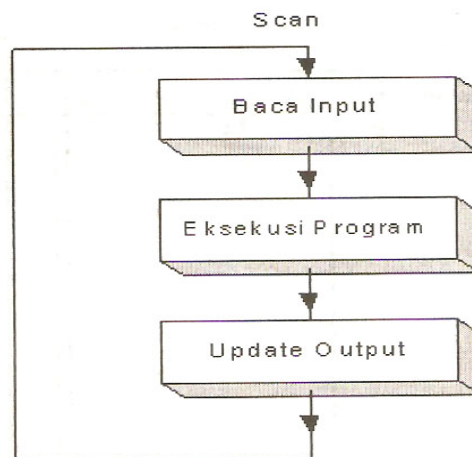
Pada dasarnya, operasi PLC ini relatif sederhana: peralatan luar dikoneksikan dengan modul input/output PLC yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor-sensor analog, push button, limit switch, motor stater, selenoid, lampu dan lain sebagainya.

Selama prosesnya, CPU melakukan tiga operasi utama yaitu :

1. Membaca data masukan dari perangkat luar via modul input.
2. mengeksekusi program kontrol yang telah tersimpan dimemori PLC.
3. meng-update atau memperbahruai data pada modul output.

Ketiga proses tersebut dinamakan *scanning*, seperti gambar 3.5 berikut ini :





**Gamabr 3.5. Ilustrasi *scanning*.**

### **Pemrograman PLC**

Pemrograman untuk sistem-sistem berbasis mikroproseor harus dimuatkan dalam bentuk kode mesin.kode ini merupakan serangkaian bilangan biner yang mereppresentasikan instruksi-instruksi program. Akan tetapi, bahasa assembler berbasis mnemonik juga dapat dipakai, misalnya : LD digunakan untuk mengindikasikan opsai yang dilakukan untk memuat data yang disampirkan bersama kode LD ini pada sebuah instruksi dan sebuah program komputer yang dirujuk dengan nama yang sama,assembler digunakan untuk menterjemahkan mnemonik-mnemonik kedalam kode mesin. PLC-PLC ditujukan untk dapat digunakan oleh para insinyur yang tidak memiliki banyak pengetahuan mengenai pemrograman. Sebagai konsekuensinya, dikembangkan metode pemrograman tangga (*ladder programming*). Metode ini menyediakan suatu cara untuk menuliskan program-program, yang kemudian dapat dikonversikan menjadi kode mesin oleh software sehingga dapat digunakan oleh mikroprosesor PLC.

## **Pemrograman Tangga untuk PLC**

Salah satu metode pemrograman PLC yang sangat umum digunakan adalah yang didasarkan pada penggunaan diagram-diagram tangga. Menuliskan sebuah program, dengan demikian, menjadi sama halnya dengan menggambar sebuah rangkaian pensaklaran. Diagram-diagram tangga terdiri dari dua garis vertikal yang mereprestasikan rel-rel daya. Komponen-komponen rangkaian disambungkan sebagai garis-garis horisontal, yaitu anak-anak tangga, diantara kedua garis vertikal ini.

Dalam menggambar sebuah diagram tangga, diterapkan konvensi-konvensi tertentu :

1. Garis-garis vertikal diagram merepresentasikan rel-rel daya, di mana di antara keduanya komponen-komponen rangkaian tersambung
2. Tiap-tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi di dalam proses kontrol.

### **Fungsi-fungsi dan Logika**

Banyak situasi kontrol yang mengharuskan dilakukannya tindakan-tindakan pengontrolan dilaksanakan ketika suatu kombinasi dari kondisi-kondisi tertentu terpenuhi. Sehingga, untuk sebuah mesin harus dinyalakan ketika saklar-saklar limit telah diaktifkan yang mengindikasikan keberadaan objek . fungsi-fungsi logika diantaranya :

#### **a) AND**

Sebuah situasi dimana sebuah perangkat output tidak akan menyala terkecuali jika kedua kondisi (saklar normal terbuka) berada dalam keadaan tertutup.

Operasi semacam ini dikatakan sebagai operasi yang dikendalikan oleh sebuah *gerbang logika* dan hubungan antara input-input dengan sebuah tabel yang dikenal dengan nama *tabel benar-salah (truth table)*. Sehingga, untuk sebuah gerbang AND kita mendapatkan bahwa :

Input-input		Output
A	B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**b) OR**

Situasi dimana sebuah perangkat output akan menyala apabila salah satu kondisi (saklar A atau Saklar B), yang keduanya berada dalam kondisi tertutup. Hal ini menggambarkan kombinasi logika OR (ATAU), dimana input A atau input B keduanya harus 'hidup' untuk menghasilkan sebuah output. Tabel benar-salahnya adalah :

Input-input		Output
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### c) NOT

Kondisi ini mengilustrasikan fungsi gerbang logika NOT, di mana akan terdapat sebuah output ketika tidak ada input dan tidak akan ada output ketika ada input. Gerbang logika ini terkadang disebut *pembalik (inverter)*.

Tabel benar salah untuk logika ini adalah :

Input	Output
A	
0	1
1	0

### d) NAND

Umpamanya bahwa kita menyambungkan sebuah gerbang AND tepat sebelum sebuah gerbang NOT. Tabel benar-salah dari logika ini adalah :

Input-input		Output
A	B	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**e) NOR**

Umpamanya bahwa kita menyambung sebuah gerbang OR tepat di belakang sebuah gerbang NOT. Tabel benar salahnya sebagai berikut :

Input-input		Output
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

**f) XOR**

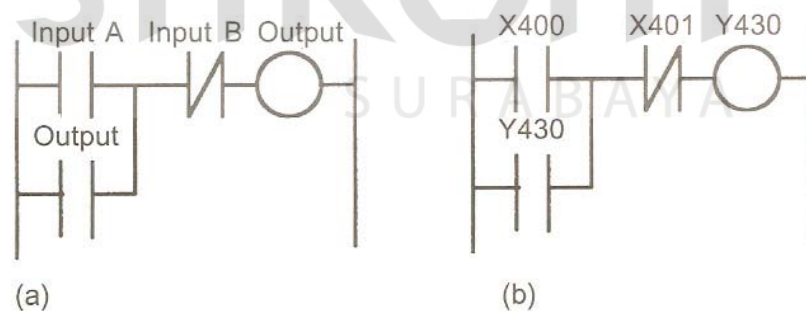
Sebuah gerbang OR menghasilkan Output ketika salah satu atau kedua inputnya berada dalam kondisi 1. akan tetapi, pada situasi-situasi tertentu dibutuhkan sebuah gerbang yang dapat menghasilkan output ketika salah satu diantara kedua outputnya, tidak keduanya sekaligus, bernilai 1. tabel benar-salah adalah sebagai berikut :

Input-input		Output
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

## Latching

Seringkali terdapat situasi-situasi di mana output harus tetap berada dalam keadaan hidup meskipun input telah terputus. Salah satu contoh sederhana untuk situasi ini adalah sebuah motor yang dinyalakan dengan menekan sebuah saklar. Meskipun kontak-kontak saklar tidak seterusnya berada dalam keadaan tertutup, motor tetap harus bekerja hingga saklar tombol berhenti ditekan. Istilah *rangkaian latching* (pengunci) dipergunakan untuk rangkaian rangkaian yang melaksanakan operasi semacam ini. Rangkaian semacam ini adalah rangkaian yang mampu mempertahankan dirinya sendiri (*self-maintaining*), dalam artian bahwa setelah dihidupkan, rangkaian ini akan mempertahankan kondisi hingga input lainnya diterima.

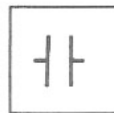
Contoh sebuah rangkaian latching diperlihatkan pada Gambar 3.6 dimana gambar (b) menampilkan rangkaian dalam notasi pengalamatan Mitsubishi.



**Gambar 3.6. Rangkaian latching.**

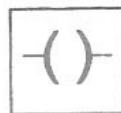
### Simbol-simbol diagram tangga

Salah satu metode untuk memasukkan program melalui sebuah terminal pemrograman melibatkan pengguna sebuah *keypad* (papan ketik) dengan kunci-kunci (atau tombol-tombol) yang menampilkan gambar



Dapat digunakan, yang kemudian diikuti dengan memasukkan alamatnya.

Untuk memasukkan sebuah output, kunci (tombol) yang bertanda

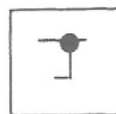


Dapat digunakan, yang selanjutnya diikuti dengan memasukkan alamatnya.

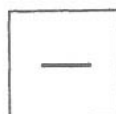
Untuk mengindikasikan titik mulai sebuah persambungan (junction), kunci (tombol)



Dapat ditekan; untuk mengindikasikan titik akhir sebuah jalur persambungan, digunakan kunci (tombol)



Untuk mengindikasikan jalur-jalur horisontal pada rangkaian, kunci (tombol) berikut dipergunakan:



Terminal kemudian akan menerjemahkan gambar program yang ditampilkan pada layar ke dalam bahasa mesin.

### **3.6 Fungsi dari PLC**

Fungsi dari PLC dapat dibagi secara umum dan secara khusus. Secara umum PLC berfungsi sebagai:

#### **1. Control Sequence**

PLC memproses input sinyal biner menjadi sinyal output yang diinginkan untuk keperluan pemrosesan teknik yang dilakukan secara berurutan (sequence). PLC akan menjaga agar semua step dalam proses sequence berlangsung dalam urutan yang tepat.

#### **2. Monitoring Plant**

PLC secara terus-menerus memonitor status suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian, arus, dan lain-lain) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai telah melebihi batas atau sistem akan menampilkan pesan pada operator).

Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan input ke CNC (Computer 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.

### **3.7 Sistem Kontrol Pengisian Galon Air Minum**

Sistem kontrol pengisian galon air minum merupakan sebuah kontrol yang terintegrasi untuk mengendalikan pompa air, tekanan keseimbangan antara



kecepatan volume air dan waktu pengisian sehingga volume yang didapat dalam galon air tersebut cocok sesuai takaran.

Tujuan utama sistem kontrol ini adalah mengoptimalkan kinerja pabrik dalam memenuhi kebutuhan konsumen sehingga waktu yang dibutuhkan dalam pengisian galon air ini relatif singkat dan menghemat tenaga kerja.

### **3.8 Sistem Kontrol Berbasis PLC ( *Programmable Logic Controller* ) Pada PT. Triasta Sejahtera**

Sistem kontrol pada mesin pengisian Galon Air Minum menggunakan PLC dengan merk KAISER, untuk cara kerja pengisian galon air minum sebagai berikut :

1. Pada saat mesin ditekan tombol start maka konveyor (jalur) yang digunakan untuk menggerakkan galon dari posisi awal sampai akhir.
2. Galon air kosong akan bergerak ke mesin pengisian air minum, disini terdapat sebuah counter untuk menghitung berapa banyak galon air kosong yang akan diisi. Dalam mesin hanya mampu mengisi dua galon air minum kosong secara bersamaan.
3. Setelah counter bernilai 2 maka penahan galon akan bergerak maju dan galon air tersebut akan diangkat dan pompa air akan mengisi galon tersebut selama 10 detik.
4. Setelah 10 detik maka galon air diturunkan dan penahan di lepas kemudian 2 buah galon air tersebut akan menuju mesin penutup galon air.
5. Mesin penutup galon ini dilakukan secara mekanik tanpa adanya kontrol dari PLC.

6. Setelah galon air tertutup maka galon air akan menuju sebuah sensor. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi galon air yang lewat dan saat sensor tersebut aktif maka sebuah jet print akan menyemprotkan tanggal produksi dan tanggal kadaluarsa.
7. Setelah proses pengeprinan selesai maka galon air minum tersebut akan menuju ke alat segel/press tutup galon. Disini dilakukan pemberian plastik segel oleh pekerja dan menjumesin press panas secara mekanik tanpa adanya bantuan PLC.

PT. Triasta sejahtera menggunakan PLC + kompresor bermerk Kaeser yang bentuknya seperti pada Gambar 3.7 dibawah ini :



**Gambar 3.7. PLC Kaeser.**

Sebelum air diolah dan dijernihkan maka air akan ditampung pada water treatment yang bentuknya seperti pada Gambar 3.8 dibawah ini :



**Gambar 3.8. Water Treatment Plant.**