

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Sensor**

Sensor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi dan arus listrik. *Sensor* sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

##### **2.1.1 Klasifikasi Sensor**

Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu:

###### **2.1.1.1 Sensor Thermal (Sensor Suhu)**

Sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperature/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu. Contohnya; bimetal, termistor, termokopel, RTD, photo transistor, photo dioda, photo multiplier, photovoltaik, infrared pyrometer, hygrometer, dsb.

###### **2.1.1.2 Sensor Mekanis**

Sensor mekanis adalah sensor yang mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran atau posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dsb. Contoh; strain gage, linear variable differential transformer (LVDT), proximity, potensiometer, load cell, bourdon tube, dsb.

###### **2.1.1.3 Sensor Optik (Sensor Cahaya)**

Sensor optic atau cahaya adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan. Contoh; photo cell, photo transistor, photo diode, photo voltaic, photo multiplier, pyrometer optic, dsb. Sensor merupakan indera bagi perangkat elektronika, oleh karena itu perlu ketelitian dan bijak dalam menentukan sensor yang digunakan.

## 2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang ke arah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari transmitter, receiver, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

### a. Piezoelektrik

Peralatan piezoelektrik secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen piezoelektrik sekitar frekuensi 32 kHz. Efisiensi lebih baik, jika frekuensi osilator diatur pada frekuensi resonansi piezoelektrik dengan sensitifitas dan efisiensi paling baik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama dapat digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

### b. Transmitter

*Transmitter* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator.

Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen kalang RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.

### ***c. Receiver***

*Receiver* terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.



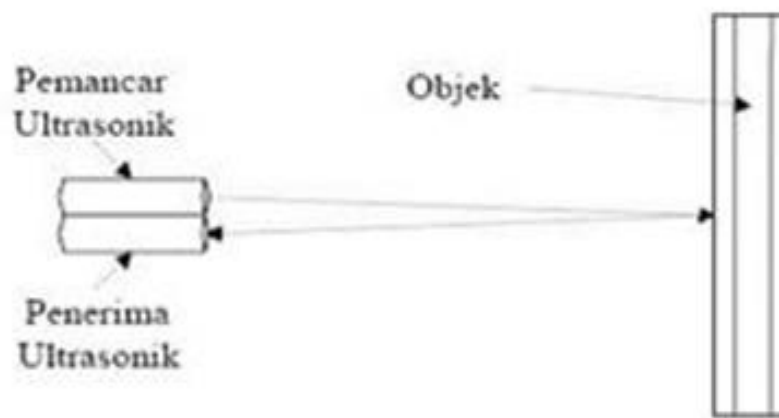
**Gambar 2.1** Sensor Ultrasonic

Sumber: modul IPA

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

### 2.2.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



**Gambar 2.2** Prinsip Pemantulan Ultrasonik

Sumber : Elang Sakti, 2015

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.

- Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340.t/2$$

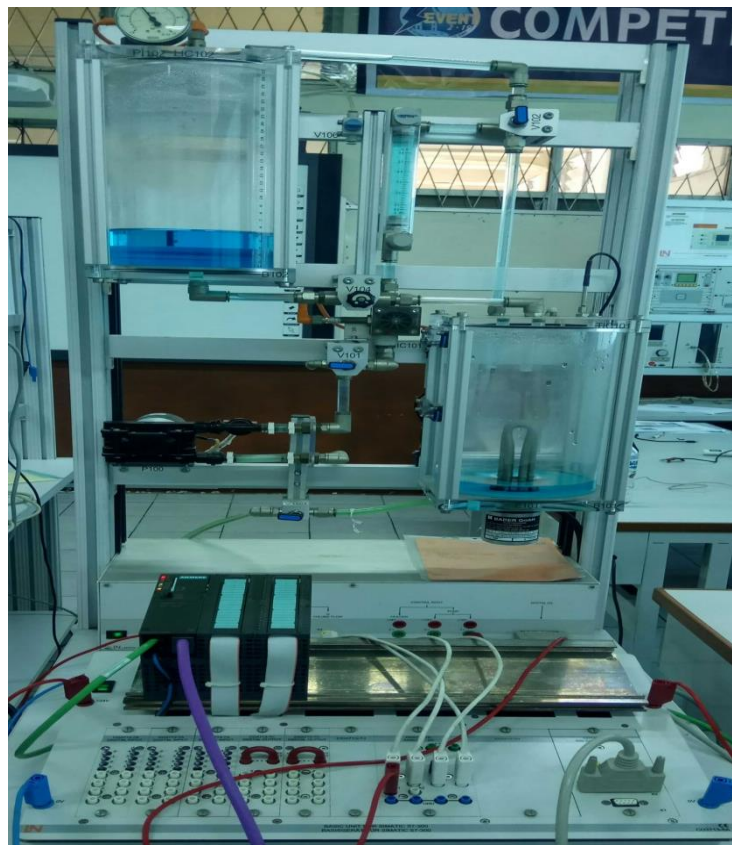
Keterangan :

s = jarak (meter)

v = kecepatan gelombang (340 m/detik)

t = waktu tempuh (detik)

### 2.3 IPA (*Industrial Process Automation*)



**Gambar 2.3** Industrial process automation (IPA)

*Industrial Process Automation* atau proses automasi industry merupakan ilmu yang mempelajari proses automasi dalam sebuah industry. Dalam industry sebuah proses automasi dapat dikendalikan dengan sebuah sistem kendali. Salah satu sistem kendali yang digunakan pada sebuah industry yaitu PLC (*Programmable Logic Controller*).

## **2.4 Sistem Kontrol**

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek), manusia selalu berusaha untuk mencari suatu cara sehingga penerapan dari iptek itu sendiri memiliki banyak keuntungan dan meringankan beban kerja manusia. Salah satunya dengan adanya sistem kontrol/kendali.

### **2.4.1 Pengertian Sistem Kontrol**

Secara bahasa, sistem kontrol terbagi atas dua kata, yaitu 'Sistem' yang artinya sebuah susunan komponen fisik yang saling terhubung dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan aksi tertentu dan 'Kontrol' yang artinya mengatur, mengarahkan dan memerintahkan. Secara etimologi sistem kontrol adalah susunan komponen fisik yang saling terhubung yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat lain.

Menurut Muhammad Ali, Sistem kontrol adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa elemen sistem yang bertujuan untuk melakukan pengaturan atau pengendalian suatu proses untuk mendapatkan suatu besaran yang diinginkan. Adapula pengertian lain dari sistem kontrol, yaitu proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variable, parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga (*range*) tertentu.

### **2.4.1 Jenis-jenis Sistem Kontrol**

Perkembangan teknologi menyebabkan manusia selalu terus belajar untuk mengembangkan dan mengoperasikan pekerjaan-pekerjaan kontrol yang semula dilakukan oleh manusia menjadi serba otomatis (dikendalikan oleh mesin).

Dalam aplikasinya, sistem kontrol memegang peranan penting dalam teknologi. Sebagai contoh, otomatisasi industri dapat menekankan biaya produksi, mempertinggi kualitas dan dapat menggantikan pekerjaan-pekerjaan rutin yang membosankan. Sehingga dengan demikian akan meningkatkan kinerja suatu sistem secara keseluruhan dan pada akhirnya memberi keuntungan bagi manusia yang menerapkannya.

Sistem kontrol memiliki tujuan/sasaran tertentu. Tujuan sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (*output*) dalam suatu sikap / kondisi / keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (*input*) melalui elemen sistem kontrol.



**Gambar 2.1 Diagram Umum Sistem Kontrol**

Dengan adanya tujuan atau *set point* ini, maka kualitas keluaran yang dihasilkan tergantung dari proses yang dilakukan dalam sistem kontrol ini. Selain itu, sistem kontrol terbagi menjadi dua jenis, yaitu Sistem Loop Terbuka (*Open Loop*) dan Sistem Loop Tertutup (*Close Loop*)

### **1. Sistem Kontrol Loop Terbuka (*Open Loop Control System*)**

Sistem kontrol loop terbuka adalah sistem kontrol yang keluaran tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan atau dapat dikatakan keluarannya tidak diukur atau diumpan balikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Contoh dari sistem kontrol loop terbuka adalah mesin cuci. Proses yang dilakukan oleh mesin cuci hanya meliputi perendaman, pencucian dan pembilasan tidak dilakukan pengukuran terhadap outputnya yaitu apakah pakaian yang dicuci akan bersih atau belum. Mekanisme kerjanya hanya berpedoman pada waktu, jumlah air dan jumlah deterjen. Dengan aksi kontrol ini dapat diasumsikan jika pakaian akan bersih. Sistem loop terbuka termasuk dalam sistem kontrol manual, dimana proses

pengaturannya dilakukan secara manual oleh operator dengan mengamati keluaran secara visual.

Sistem kontrol loop terbuka memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

- a. Konstruksinya sederhana dan perawatannya mudah
- b. Lebih murah
- c. Cocok untuk diterapkan pada proses yang keluarannya sukar diukur atau tidak ekonomis.

Selain memiliki beberapa kelebihan, sistem kontrol loop terbuka juga memiliki kelemahan, yaitu :

- a. Gangguan dan perubahan kalibrasi, hal ini terjadi karena tidak adanya umpan balik maka jika terjadi gangguan pada plant/proses maka sistem kontrol akan cenderung mengalami kesalahan.
- b. Untuk menjaga kualitas yang diinginkan perlu kalibrasi ulang dari waktu ke waktu.

## **2. Sistem Kontrol Loop Tertutup (*Close Loop Control System*)**

Sistem kontrol loop tertutup merupakan sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Kontrol loop tertutup termasuk dalam sistem kontrol berumpan balik dimana sinyal kesalahan penggerak merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (*feedback*). Sistem kontrol loop tertutup bekerja secara otomatis dalam rangka mencapai keluaran yang sesuai dengan *set point*. Contoh sistem kontrol loop tertutup banyak terdapat pada industri, seperti pengontrolan bukaan *valve* (katup). *Valve* dibuka sesuai dengan perbandingan antara *Process Variabel (PV)* dan *Setpoint Value (SV)* dimana transmitter mengirimkan hasil pengukuran dari lapangan ke kontroler, data diolah dan dibandingkan dengan *setpoint* sehingga didapatkan hasil persentase bukaan *valve* yang tepat/yang sesuai dengan keadaan di lapangan.



## 2.5 PLC Siemens S7-300

*Programmable Logic Controller* (PLC) merupakan suatu bentuk khusus sistem kontrol berbasis mikroprosesor dengan memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan juga untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmetika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan.

Pada umumnya PLC dapat dibayangkan sebagai sebuah komputer karena konfigurasi internal yang ada pada PLC mirip dengan konfigurasi yang dimiliki oleh sebuah komputer. Akan tetapi dalam hal khusus PLC dirancang untuk pembuatan panel kontrol (panel listrik).

Secara garis besar struktur dasar PLC dapat dibagi menjadi empat kelompok komponen utama yang terdiri dari antarmuka (*interface*) *input*, antarmuka (*interface*) *output*, Unit Pemrosesan (*Central Processing Unit/CPU*) dan unit *memory*. Dalam CPU sebuah PLC dapat diibaratkan sebagai kumpulan ribuan relay walaupun kenyataannya bukan berarti berarti terdapat ribuan relay berskala kecil. Tetapi dalam PLC berisi rangkaian elektronika digital yang berfungsi sebagai kontak *normally open* (NO) dan kontak *normally close* (NC) relay. Satu nomor kontak NO dan NC pada PLC dapat digunakan berkali – kali untuk semua jenis instruksi dasar PLC kecuali instruksi *output*. Instruksi *output* sebuah PLC tidak dapat dilakukan untuk nomor kontak yang sama.

Komponen-komponennya meliputi :

### 1. Unit CPU

Unit CPU berfungsi sebagai otak bagi sistem. CPU berisi mikroprosesor yang menginterpretasikan sinyal-sinyal input dan melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan sesuai dengan program yang tersimpan lalu mengkomunikasikan keputusan-keputusan yang diambil sebagai sinyal kontrol ke output interface.

## 2. Unit Memori

Memori dalam PLC berfungsi untuk menyimpan data dan program secara fisik, memori ini berupa *chip* dan untuk pengamannya diberi baterai *back-up* pada PLC. Unit memori ini dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu :

### a. *Volatile Memory*

Suatu memori yang apabila sumber tegangan dilepas, maka data yang tersimpan akan hilang. Contoh dari *Volatile Memory* adalah RAM (*Random Access Memory*), SRAM (*static RAM*) dan DRAM (*Dynamics RAM*).

### b. *Non-Volatile Memory*

Pada memori ini meskipun tegangan dilepas, data yang tersimpan tidak akan hilang. Contoh dari jenis memori ini adalah ROM (*Read Only Memory*). Memori ini hanya bisa dibaca saja, tidak dapat ditambah dan diubah. Untuk mengubah isi ROM maka diperlukan memori jenis EPROM (*Erasable Programmable ROM*).

## 3. Unit Power Supply

Untuk mengkonversi tegangan masukan AC (220~50Hz) atau DC (24 V) sumber menjadi tegangan rendah DC 5 volt yang dibutuhkan oleh prosesor dan rangkaian-rangkaian data input/output interface. Kesalahan dalam pemenuhan tegangan oleh *power supply* dapat menyebabkan kegagalan operasi PLC. Untuk itu diperlukan adanya baterai cadangan dengan tujuan agar pada saat *Voltage dropping*, data yang ada pada memori tidak hilang.

## 4. Unit Programmer

Unit programmer merupakan alat yang digunakan untuk berkomunikasi dengan PLC. Programmer mempunyai beberapa fungsi, yaitu :

### a. Run

Run berfungsi untuk mengendalikan suatu proses saat program dalam keadaan aktif.

b. Off

Off berfungsi untuk mematikan PLC, sehingga program dibuat tidak dapat dijalankan.

c. Monitor

Monitor berfungsi untuk mengetahui keadaan suatu proses yang terjadi dalam PLC.

d. Program

Program berfungsi untuk menyatakan suatu keadaan dimana programmer/monitor digunakan untuk membuat suatu program.

## 5. Unit Input/Output

Unit input/output berfungsi untuk menyediakan antarmuka yang menghubungkan sistem dengan dunia luar, sehingga dapat memungkinkan dibuatnya sambungan-sambungan/koreksi antar perangkat-perangkat input, seperti sensor dan perangkat output seperti motor.

a. Perangkat Input

Pada PLC, perangkat input biasanya digunakan untuk perangkat-perangkat digital dan *analog*, seperti saklar mekanis, potensiometer, termistor, *strain gauge* dan thermocoupler.

Beberapa perangkat tadi bertindak sebagai sensor yang nantinya akan menghasilkan output digital (*disrete*), yaitu kondisi 'ON'/'OFF' dan dapat dihubungkan dengan mudah ke port-port input PLC.

Sensor-sensor yang menghasilkan sinyal *analog* harus diubah terlebih dahulu dalam bentuk sinyal digital sebelum dihubungkan ke port-port PLC. Contohnya saklar-saklar mekanik, saklar-saklar jarak, sensor-sensor suhu dan *strain gauge*.

#### b. Perangkat Output

Port-port pada output sebuah PLC dapat berupa tipe relay atau tipe isolator-optik dengan transistor atau tipe triac, bergantung pada perangkat yang dihubungkan kepadanya atau yang akan dikendalikan.

Umunya sinyal digital dari salah satu kanal output sebuah PLC digunakan untuk mengendalikan sebuah aktuator pada saat mengendalikan proses. Istilah aktuator sendiri digunakan untuk perangkat-perangkat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi gerakan-gerakan mekanis untuk mengendalikan proses. Contohnya kontaktor, motor, motor stepper, valve, dan lain-lain.

PLC sebagai pengontrol sistem, bekerja berdasarkan masukan yang diterima kemudian menentukan keluarannya sesuai dengan program yang telah dibuat. PLC ini diproduksi oleh Siemens. PLC Siemens S7-300 merupakan jenis PLC Siemens yang *modular*. Sehingga, penggunaanya dapat membangun suatu sistem dengan mengkombinasikan komponen atau susunan modul- modul S7-300. Komponen-komponen sistem S7-300 disusun beragam komponen *modular*.

Seri PLC Siemens S7-300 yang akan digunakan pada tugas akhir nanti yaitu PLC Siemens S7-300 CPU 317-2 PN/DP. Pada gambar 2.10 merupakan tampilan PLC Siemens S7-300 yang akan digunakan.



**Gambar 2.4 PLC Siemens S7-300 CPU 317-2 PN/DP**

Sumber: modul IPA

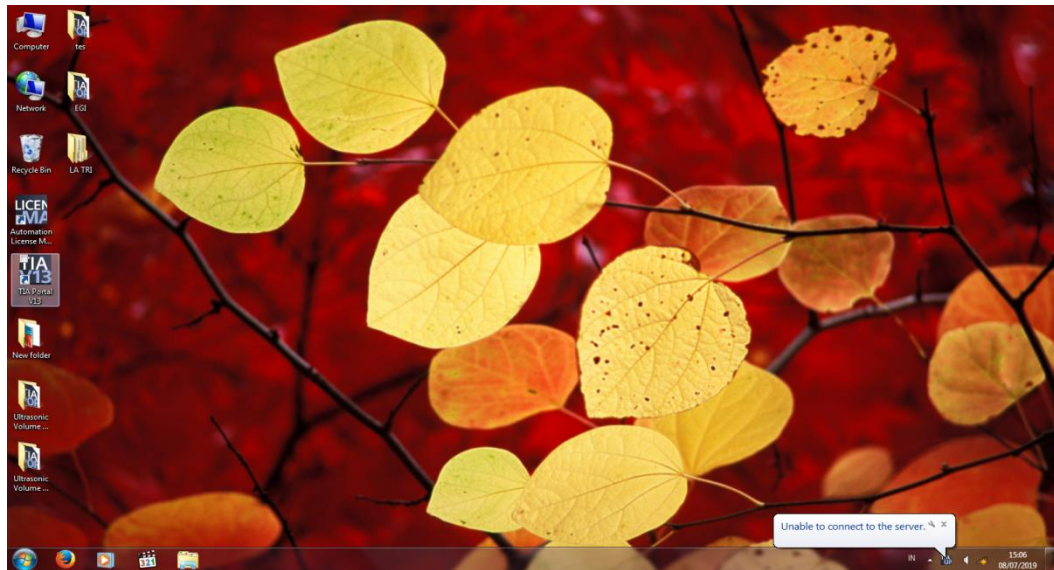
Untuk memprogram PLC Siemens S7-300 dapat dilakukan dengan 5 bahasa pemrograman. Dengan adanya 5 bahasa pemrograman, maka pengguna dapat memilih bahasa pemrograman apa yang lebih mudah untuk digunakan.

Adapun 5 bahasa pemrograman yang disediakan adalah :

1. *Statement List (SL)*
2. *Ladder Diagram (LD)*
3. *Function Block Diagram (FBD)*
4. *Step 7 (S7)*
5. *Structured Control Language (SCL)*

## **2.6 TIA Portal**

*Totally Integrated Automation Portal* merupakan software yang digunakan dalam pemrograman sebuah sistem otomasi dengan menggunakan PLC Siemens. TIA PORTAL itu sendiri merupakan perkembangan software sebelumnya yakni *Simatic Step7*. Dari segi pemrograman dasar TIA PORTAL hampir sama dengan *Simatic S7*. TIA PORTAL V.12 sudah diintegrasikan dengan *Simatic HMI* nya untuk interface dalam proses monitoring plant. TIA Portal (versi saat ini sudah mencapai versi 13) merupakan *software* yang digunakan untuk membuat program (LAD, STL maupun FBD) untuk PLC buatan Siemens. Selain itu konsep terintegrasi pada TIA Portal membuat programmer PLC dapat sekaligus membuat aplikasi HMI/SCADA (*Human Machine Interface/Supervisory Control and Data Acquisition*), ditambah lagi banyak fungsi lain yang berkaitan dengan otomasi industri. TIA Portal dijalankan pada komputer user. Diagram tangga yang telah selesai dibuat dapat disimulasikan dengan aplikasi PLC-SIM maupun dapat langsung dapat di-*download* ke PLC. TIA Portal yang ada di komputer terhubung ke PLC melalui kabel *Ethernet*, meskipun dapat pula terhubung secara *wireless*. Setelah *software* TIA Portal terinstall pada komputer, user dapat segera memulai untuk membuat project baru untuk menuliskan diagram tangga.



**Gambar 2.5 Software PLC Tia Portal pada Dekstop**

Pada *software* ini terdapat beberapa fungsi-fungsi seperti berikut.

1. Fungsi Dasar, meliputi gerbang *AND*, gerbang *AND with edge evaluation*, gerbang *NAND*, gerbang *NAND with edge evaluation*, gerbang *OR*, gerbang *NOR*, gerbang *XOR*, dan gerbang *NOT*.
2. Fungsi Spesial, meliputi *On delay*, *Off delay*, *On/Off delay*, *Retentive On delay*, *Wiping Relay (Pulse Output)*, *Edge Triggered Wiping Relay*, *Asynchronous Pulse Generator*, *Random Generator*, *Stairway Lightning Switch*, *Multiple Function Switch*, *Counter*, *Hours Counter*, *Threshold Trigger*, *Analog Threshold Trigger*, *Analog Differential Trigger*, *Analog Comparator*, *Analog Value Monitoring*, *Analog Amplifier*, *Latching Relay*, *Pulse Relay*, *Message Texts*, *Soft key*, dan *Shift Register*.

Menurut Adi Purnomo Sopamena, Manager Product and Solution PT. Siemens Indonesia 2012, *software* ini dimanfaatkan untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pengembangan dan pengawasan (*comissioning*) terhadap sistem otomatisasi secara cepat, tepat dan efisien terhadap berbagai penggunaan

perangkat lunak secara terintegrasi. TIA PORTAL dirancang untuk memberikan efisiensi yang lebih tinggi serta mudah digunakan baik oleh para pemula maupun profesional. Perangkat lunak, Simatic Step 7 V12 keluaran Siemens ini dapat digunakan sebagai contoh perangkat lunak otomatisasi untuk Simatic PLC dan Simatic WinCC V12 untuk Simatic HMI (Human Machine Interface) serta visualisasi proses aplikasi.

## 2.7 Pompa Air

Pompa air adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Berikut adalah tampilan fisik dan bagian-bagian pompa air yang disajikan dalam Gambar 2.7 dan Gambar 2.8



**Gambar 2.6 Water Pump**

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*Suction*) dengan bagian keluar (*Discharge*). Perbedaan tekanan dihasilkan dari mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi masuk nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain.

## 2.8 Flow meter



**Gambar 2.7 Flow Meter**

Sumber: Modul IPA

Flowmeter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran air dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Alat ini terdiri dari primary device, yang disebut sebagai alat utama dan secondary device (alat bantu sekunder). Flowmeter umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu alat utama dan alat bantu sekunder. Alat utama menghasilkan suatu signal yang merespon terhadap aliran karena laju aliran tersebut telah terganggu. Alat utamanya merupakan sebuah orifis yang mengganggu laju aliran, yaitu menyebabkan terjadinya penurunan tekanan. Alat bantu sekunder menerima sinyal dari alat utama lalu menampilkan, merekam, dan/atau mentransmisikannya sebagai hasil dari laju aliran.



## 2.9 Variabel Flow Meter



**Gambar 2.8 Variabel Flow Meter**

Sumber: Modul IPA

Flow meter variabel-area juga digunakan untuk pengukuran aliran dan memungkinkan indikasi aliran di tempat. Sebuah pelampung tergantung di dalam tabung tempat cairan mengalir. Ketinggian float berfungsi sebagai ukuran laju aliran. Flow meter memiliki throttle dan rentang pengukuran 0 ... 3 l / mnt.

## 2.10 Katup manual



**Gambar 2.8 Variabel Flow Meter**

Sumber: Modul IPA

Katup ini digunakan untuk membuka atau menutup jalur aliran air secara manual dengan menggunakan tuas biru dalam gambar. Dalam Industrial Processing Automation (IPA) katup manual digunakan untuk membuang air hasil dan membukan aliran air untuk melakukan pengisian tabung secara manual.