



**SISTEM SCADA *WATER LEVEL CONTROL*  
MENGUNAKAN *SOFTWARE WONDERWARE*  
INTOUCH**

**SKRIPSI**

**Diajukan dalam rangka penyelesaian studi Strata 1  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan**

**Oleh**

**Teguh Pudar Mei Laksono**

**5301409057**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2013**

## PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 28 Agustus 2013.

Panitia Ujian:

Ketua

Sekretaris

**Drs. Suryono, M.T**  
**NIP 195503161985031001**

**Drs. Agus Suryanto, M.T.**  
**NIP 196708181992031004**

Penguji I

**Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T.**  
**NIP 196803161999031001**

Penguji II/Pembimbing I

Penguji III/Pembimbing II

**Drs. Y. Primadiyono, M.T**  
**NIP 196209021987031002**

**Dr. H. Noor Hudallah, M.T**  
**NIP 196410161989011001**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

**Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd**  
**NIP 196602151991021001**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat/temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip untuk dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 30 Juli 2013

Teguh Pudar Mei Laksono  
NIM 5301409057

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- ❖ “Tuntutlah ilmu mulai dari buaian sampai liang lahat.”
- ❖ “Keterbatasan akan memunculkan kreativitas”
- ❖ Barangsiapa menghendaki kehidupan dunia maka dengan ilmu, dan barangsiapa yang menghendaki kehidupan akhirat maka dengan ilmu, dan barangsiapa yang menghendaki keduanya (kehidupan dunia dan akhirat) maka dengan ilmu.

### **PERSEMBAHAN**

1. Ucapan syukur kehadiran Allah SWT.
2. Ibu dan Bapak yang selalu mendoakan dan memotivasi.
3. Kakak dan Adik tercinta yang telah memberi semangat.
4. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan memantapkan hatiku untuk melangkah.
5. Almamater tempat aku menuntut ilmu.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang berjudul “Sistem SCADA *Water Level Control* Menggunakan *Software Wonderware Intouch*” dengan lancar.

Skripsi ini tidak mungkin tersusun dengan baik dan benar tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. M. Harlanu, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik UNNES yang telah memberikan ijin dalam penyusunan skripsi ini,
2. Drs. Suryono, M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro UNNES yang telah memberikan ijin dalam penyusunan skripsi ini,
3. Drs. Agus Suryanto, M.T., Ketua Program studi Teknik Elektro UNNES yang telah memberikan persetujuan topik skripsi,
4. Drs. Y. Primadiyono, M.T., sebagai Dosen Pembimbing I,
5. Dr. Noor Hudallah, M.T., sebagai Dosen Pembimbing II,
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2009 yang telah memberikan dukungan dan bantuan.

Hanya ucapan terima kasih dan doa, semoga apa yang telah diberikan tercatat sebagai amal baik dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam kemajuan dunia pendidikan dan secara umum kepada semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 30 Juli 2012

Penulis

## ABSTRAK

Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. *Sistem SCADA Water Level Control Menggunakan Software Wonderware Intouch*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing: Drs. Y. Primadiyono, M.T. dan Dr. H. Noor Hudallah, M.T.

Sistem *water level control* merupakan sistem yang digunakan untuk menjamin kontinuitas persediaan air dalam sebuah tandon air (*storage tank*). Sistem *water level control* banyak diterapkan dalam dunia industri misal industri minuman, industri pengolahan air bersih, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dll. Dengan dukungan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) proses pengawasan dan pengontrolan sistem *water level control* akan sangat mudah dilakukan. Sistem *water level control* biasanya menggunakan sensor analog berupa pelampung (*float*) ataupun sensor ultrasonik. Jika sensor tersebut digunakan sebagai masukan (*input*) pada PLC, diperlukan modul *expansion analog to digital* PLC. Modul ini akan menambah total biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan sistem.

Permasalahan yang diangkat oleh peneliti yaitu bagaimana mewujudkan sebuah sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan modul *expansion analog to digital* PLC tetapi tidak mengubah fungsi utama sistem *water level control*, yaitu untuk menjamin kontinuitas persediaan air dalam sebuah tandon air (*storage tank*) yang akan digunakan untuk proses industri. Mengacu pada konteks penelitian diatas, tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti adalah mewujudkan sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan modul *expansion analog to digital* PLC.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen (percobaan) yaitu penelitian mengembangkan inovasi yang berguna dalam meningkatkan kualitas hidup manusia (Gulo, 2002: 20). Metode eksperimen yang penulis lakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan dalam laboratorium (*laboratory experiment*). Eksperimen ini dilakukan di laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

Dengan rancangan penelitian seperti yang dijelaskan, peneliti memperoleh hasil bahwa sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan modul *expansion analog to digital* PLC dapat diwujudkan dengan cara mengubah input PLC dari sensor analog menjadi sensor digital. Karena sensor yang digunakan adalah sensor digital, maka dibutuhkan banyak sensor (*multisensor*) digital level air untuk mengukur tinggi muka air dan volume dalam tandon. *Multisensor* digital level air dapat dibuat dengan memanfaatkan karakteristik transistor sebagai saklar.

**Kata kunci:** SCADA, *Water Level Control*, Wonderware Intouch.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat .....	3
1.6. Penegasan Istilah .....	4
1.7. Sistematika Penulisan Skripsi .....	5
BAB II LANDASAN TEORI .....	6
2.1. <i>Water Level Control</i> .....	6
2.2. Sistem <i>Water Level Control</i> Menggunakan SCADA .....	10
2.3. Definisi SCADA .....	12
2.4. Sejarah SCADA .....	13
2.5. Arsitektur Sistem SCADA .....	13
2.6. Jenis –jenis sistem SCADA .....	17
2.7. Nilai Lebih Sistem SCADA .....	19
2.8. Implementasi sistem SCADA .....	20
2.9. <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> .....	22



2.10. Transistor .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3. 1. Pendekatan Penelitian .....	33
3. 2. Metode Penelitian .....	33
3. 3. Metode Pengumpulan Data .....	34
3.4. Variabel Penelitian .....	35
3.5 Metode Penelitian Eksperimen .....	35
3.6. Alat dan Bahan .....	37
3.7. Prosedur Eksperimen .....	39
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	45
4.2 Pembahasan .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian .....	37
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian .....	38
Tabel 4.1 Hasil baca sistem SCADA <i>water level control</i> tandon tabung V = 10 liter .....	55
Tabel 4.2 Hasil baca sistem SCADA <i>water level control</i> tandon tabung V = 5 liter .....	57
Tabel 4.3 Hasil baca sistem SCADA <i>water level control</i> tandon tabung V = 18 liter .....	58

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model kontrol level air <i>ball floater</i> .....	8
Gambar 2.2 Model kontrol level air <i>level switch</i> .....	9
Gambar 2.3 Sensor ultrasonik dan sensor transistor .....	10
Gambar 2.4 Skema <i>water level control</i> menggunakan SCADA .....	11
Gambar 2.5 Arsitektur Sistem SCADA Umum .....	16
Gambar 2.6 SCADA Dasar .....	17
Gambar 2.7 <i>Integrated SCADA</i> .....	18
Gambar 2.8 <i>Networked SCADA</i> .....	19
Gambar 2.9 Hubungan PLC dan <i>input/output device</i> .....	23
Gambar 2.10 Hubungan PLC dengan peralatan lain .....	24
Gambar 2.11 Skema sistem SCADA sederhana dalam pengendalian sistem..	25
Gambar 2.12 Transistor (dibandingkan dengan pita ukur sentimeter) .....	26
Gambar 2.13 Simbol Transistor NPN .....	27
Gambar 2.14 Ilustrasi Transistor dengan keran air .....	28
Gambar 2.15 Rangkaian Sederhana Transistor .....	29
Gambar 2.16 Rangkaian Fisik Transistor .....	29
Gambar 2.17 Rangkaian sederhana sensor level air .....	31
Gambar 4.1 Tampilan home HMI .....	45

Gambar 4.2 Tampilan Profil HMI .....	46
Gambar 4.3 Tampilan plant HMI volume tandon = 10 liter .....	46
Gambar 4.4 Tampilan plant HMI volume tandon = 5 liter .....	47
Gambar 4.5 Tampilan plant HMI volume tandon = 18 liter .....	47
Gambar 4.6 Diagram <i>ladder</i> PLC menggunakan <i>software</i> cx-programmer..	48
Gambar 4.7 Flowchart sistem <i>water level control</i> .....	49
Gambar 4.8 Skema unit <i>water level control</i> .....	50
Gambar 4.9 PCB <i>water level control</i> menggunakan <i>software</i> diptrace .....	50
Gambar 4.10 PLC dan unit sensor .....	51
Gambar 4.11 unit <i>water level control</i> .....	51
Gambar 4.12 keseluruhan alat .....	52
Gambar 4.13 Bagan sistem SCADA <i>water level control</i> .....	62

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Operation Manual PLC OMRON SYSMAC CPM1A
2. Data Sheet Transistor KSC1815
3. Kalkulasi Biaya Pembuatan Alat
4. Langkah Inisialisasi Tagname

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berjalannya waktu, teknologi yang merupakan buah dari ilmu pengetahuan semakin berkembang pesat. Di dalam dunia industri, teknologi sangat besar pengaruhnya, terutama pada bidang otomasi industri. Otomasi sangat diminati karena dapat menjamin kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek waktu produksi, dan mengurangi biaya untuk tenaga kerja manusia.

Sistem otomatis dalam dunia industri sangat beragam jenisnya diantaranya yaitu sistem *packing*, sistem *water level control*, sistem *room temperature control*, *manufacturing robot*, dan lain-lain. Sistem *water level control* merupakan sistem yang digunakan untuk menjamin kontinuitas persediaan air dalam sebuah tandon air (*storage tank*) yang akan digunakan untuk proses industri. Disamping sederhana, sistem *water level control* tersebut banyak diterapkan dalam dunia industri misal industri minuman, industri pengolahan air bersih, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dll.

Dalam sistem *water level control* biasanya menggunakan sensor analog berupa pelampung (*float*) ataupun sensor ultrasonik. Jika sensor tersebut digunakan sebagai masukan (*input*) pada PLC, diperlukan modul *expansion analog to digital* PLC. Dan tentunya modul ini akan menambah total biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan sistem. Agar pembuatan sistem

tersebut lebih murah, diperlukan sensor yang outputnya dalam bentuk sinyal digital.

Dengan dukungan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) proses pengawasan dan pengontrolan sistem akan sangat mudah dilakukan. *Software* SCADA komersial yang tersedia di pasaran terbagi menjadi dua jenis. Jenis yang pertama ialah *software* yang dibuat oleh vendor PLC ( Misal: WinCC oleh Siemens, RS View oleh Allen Bradley, dan Vijeo Look oleh Schneider). Biasanya *software* jenis ini relatif mudah diterapkan dengan PLC yang bermerek sama, namun cukup sulit untuk berhubungan dengan PLC jenis lain. Jenis yang kedua ialah *software* SCADA yang dibuat oleh perusahaan non vendor PLC (misal: *Wonderware intouch*, *Intellution*, *Citect*). Umumnya *software* ini lebih *compatible* untuk dihubungkan dengan merek PLC yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penulis memilih *software* *Wonderware intouch* sebagai *software* SCADA yang akan digunakan sebagai HMI (*Human Machine Interface*) pada sistem *water level control*.

## **1.2. Permasalahan**

Umumnya sensor yang digunakan dalam sistem *water level control* adalah sensor yang keluarannya berupa sinyal analog. Jika sensor tersebut digunakan sebagai input dalam sistem SCADA yang menggunakan PLC sebagai pengendali, maka diperlukan modul *expansion analog to digital* PLC yang harganya cukup mahal, dan akan menambah total cost pembuatan sistem. Untuk mengatasi hal ini diperlukan sensor *water level control* yang outputnya berupa sinyal digital, agar pembuatan sistem tersebut lebih murah.

Permasalahannya adalah bagaimana mewujudkan sebuah sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan modul *expansion analog to digital* PLC tetapi tidak mengubah fungsi utama sistem *water level control*, yaitu untuk menjamin kontinuitas persediaan air dalam sebuah tandon air (*storage tank*) yang akan digunakan untuk proses industri.

### **1.3. Pembatasan Masalah**

Pada penelitian ini batasan masalah hanya pada proses pembuatan sensor yang keluarannya digital untuk menggantikan sensor analog *water level control* agar tidak memerlukan modul *expansion analog to digital* PLC dalam pembuatan sistem, serta pembuatan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) menggunakan *software SCADA Wonderware intouch*.

### **1.4. Tujuan**

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mewujudkan sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan modul *expansion analog to digital* PLC.

### **1.5. Manfaat**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menekan biaya pembuatan sistem SCADA *water level control*.



## 1.6. Penegasan Istilah

Penegasan istilah ini diperlukan untuk menghindari kesalahpahaman dalam memahami istilah-istilah yang berkaitan dengan judul skripsi. Adapun istilah-istilah yang perlu ditegaskan adalah:

### 1. Sistem SCADA

Menurut Kamus Bahasa Indonesia, sistem adalah perangkat unsur yang secara teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas. Sedangkan menurut wikipedia, sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Menurut NIST (*National Institute of Standart and Technology*), SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) ialah sistem terdistribusi yang digunakan untuk mengendalikan aset-aset yang tersebar secara geografis, sering terpisah ribuan kilometer persegi, dimana kontrol dan akuisisi data terpusat sangat penting bagi operasi sistem. Jadi sistem SCADA adalah suatu kesatuan komponen yang dapat mengendalikan aset-aset yang tersebar secara geografis, sering terpisah ribuan kilometer persegi, dimana kontrol dan akuisisi data terpusat sangat penting bagi operasi sistem.

### 2. *Water level control*

*Water level control* (pengendalian level air)

### 3. *Software Wonderware intouch*

*Software Wonderware intouch* adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk proses pengawasan dan pengontrolan sistem.

### 1.7. Sistematika Penulisan Skripsi

Untuk mempermudah dalam penulisan skripsi ini, maka digunakan sistematika skripsi yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

#### 1. Bagian awal skripsi

Bagian awal skripsi berisi halaman judul, halaman pengesahan, halaman pernyataan, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, abstraksi, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar dan daftar lampiran.

#### 2. Bagian isi skripsi

Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab yaitu :

BAB I    Pendahuluan, berisi latar belakang masalah, pembatasan masalah, permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II    Landasan Teori, berisi teori-teori yang mendukung penelitian.

BAB III   Metode Penelitian, berisi metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV    Hasil penelitian dan pembahasan, berisi hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian.

BAB V    Penutup , berisi kesimpulan dan saran.

#### 3. Bagian akhir skripsi

Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran – lampiran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### **2.1. *Water Level Control***

Tangki penampungan air atau sering disebut toren atau tandon (*storage tank*) sangat umum dipakai di perumahan ataupun di pabrik. Fungsinya cukup vital yaitu sebagai cadangan air yang siap digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari ataupun kebutuhan proses industri, terutama bila terjadi masalah dengan suplai dari pompa air atau karena pemadaman listrik. Keuntungan lainnya adalah juga dalam sisi penghematan listrik karena pompa air tidak sering *start-stop* dalam *interval* singkat saat berlangsung pemakaian air.

Umumnya toren air dikontrol secara otomatis oleh suatu mekanisme pengaturan yang akan mengisi air bila volume air tinggal sedikit dan menghentikannya bila sudah penuh. Cukup merepotkan bila kontrol pengisian air dilakukan manual oleh penghuni rumah ataupun buruh pabrik. Karena selain harus menunggu sekian lama sampai air mulai naik, juga air yang ada di tandon berpotensi terbuang disebabkan penghuni rumah ataupun buruh pabrik lupa untuk mematikan pompa air.

Rangkaian *water level control* atau yang sering disingkat dengan rangkaian WLC atau rangkaian kendali level air merupakan salah satu aplikasi dari rangkaian konvensional dalam bidang tenaga listrik yang diaplikasikan pada motor listrik khususnya motor induksi untuk pompa air.

Fungsi dari rangkaian *water level control* adalah untuk mengontrol level air dalam sebuah tangki penampungan yang banyak dijumpai di rumah-rumah atau bahkan disebuah industri di mana pada level tertentu motor listrik atau pompa air akan beroperasi dan pada level tertentu juga pompa air akan mati.

Ada beberapa model kontrol level air yang banyak digunakan di rumah-rumah atau di sebuah industri yaitu:

1. Model *ball floater*

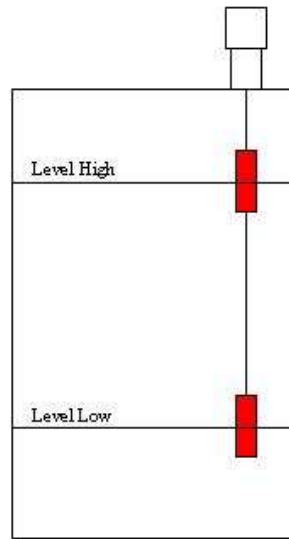
Model *ball floater* berbentuk bola pelampung yang mengatur buka-tutup air sesuai dengan level air dalam toren. Sistem ini murni mekanis. Saat level air dalam toren turun mencapai level *low* dari *ball-floater*, maka alat ini secara mekanis akan membuka aliran air untuk pengisian. Bila level air sudah mencapai level *high* dari *ball-floater*, maka aliran air akan ditutup secara mekanis juga. Jadi sistem kerjanya adalah keran yang bisa buka-tutup secara otomatis. Kelemahan model ini adalah mudah bocor pada bagian keran tersebut, karena dia juga harus bisa menahan tekanan air dalam pipa yang keluar dari mesin pompa air. Model *ball floater* tidak berhubungan langsung dengan mesin pompa air. *Start-stop* mesin pompa air terjadi karena faktor tekanan air dalam pipa yang sudah cukup tinggi disebabkan aliran air ditutup oleh keran *ball floater*.



Gambar 2.1 Model kontrol level air *ball floater*

## 2. Model *Level Switch*

Model *Level Switch* menggunakan kontak *relay* yang bersifat elektrik, dan ada juga yang menyebutnya *liquid level relay*. Nama yang lebih familiar di beberapa tempat untuk model ini adalah “Radar”. Sebetulnya ini adalah nama merk. Jadi seperti kita menyebut “Kodak” untuk kamera atau “Odol” untuk pasta gigi. Hampir mirip dengan model *ball-floater*, hanya saja bola pelampungnya diganti dengan 2 buah “*sinker*” (pemberat) yang dipasang menggantung dalam satu tali. Kemudian sistem pengaturannya menggunakan kontak *relay* yang dihubungkan dengan mesin pompa air melalui kabel listrik. Saat level air di toren rendah maka mesin air akan *start* dan kemudian *stop* bila levelnya sudah tinggi, sesuai dengan *setting* posisi dari dua buah *sinker* tersebut. Sistem ini relatif lebih handal dalam menghindari kebocoran seperti pada model *ball-floater*, karena mesin pompa air bisa dimatikan secara langsung.

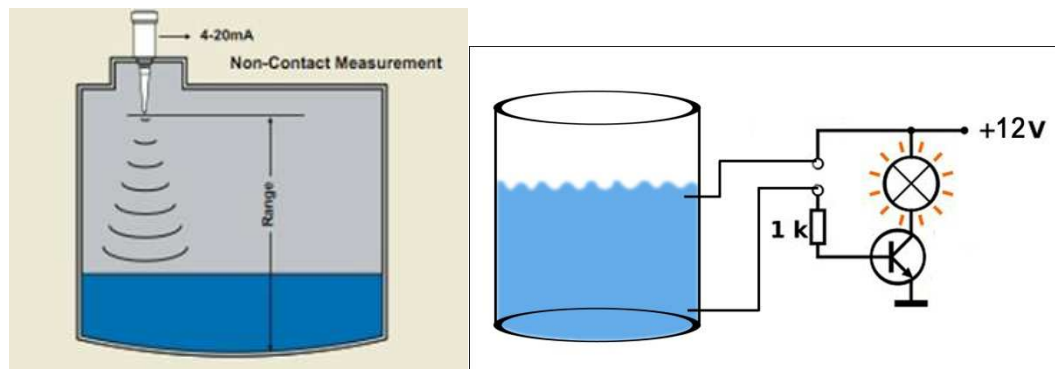


Gambar 2.2 Model kontrol level air *level switch*

### 3. Model Elektronik

Sesuai dengan namanya, model elektronik menggunakan komponen elektronika sebagai pengontrol *start/stop* pompa air. Sistem ini murni elektronis. Saat level air dalam tandon turun mencapai level *low*, maka alat ini secara elektronik akan mengaktifkan kontak *relay* yang terhubung dengan pompa air, dan pompa air akan *start*. Bila level air sudah mencapai level *high*, maka pompa air akan *stop* secara otomatis.

Ada beberapa jenis sensor yang digunakan dalam model ini, diantaranya yaitu: sensor ultrasonik, sensor capacitance, sensor transistor, dll. Yang sering digunakan adalah sensor transistor, karena selain mudah dalam proses pembuatannya, sensor ini juga sangat murah dibanding sensor yang lain. Sensor ini memanfaatkan karakteristik transistor sebagai saklar.



Gambar 2.3 Sensor ultrasonik dan sensor transistor

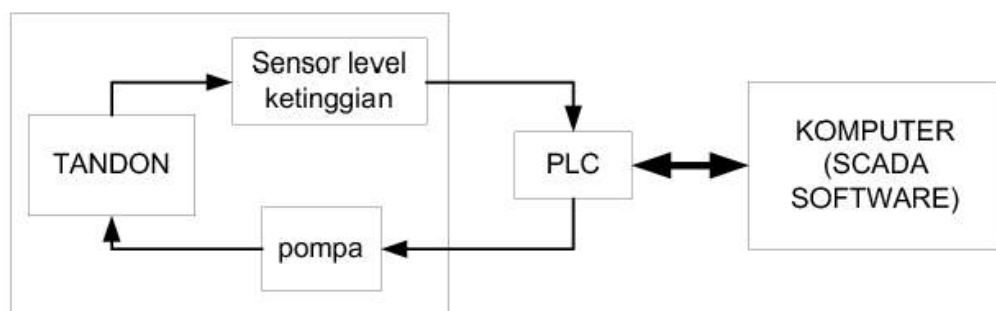
## 2.2. Sistem *Water Level Control* Menggunakan SCADA

Seperti yang telah dijelaskan di depan, bahwa fungsi dari rangkaian *water level control* adalah untuk mengontrol level air dalam sebuah tangki penampungan yang banyak dijumpai di rumah-rumah atau bahkan di sebuah industri di mana pada level tertentu motor listrik atau pompa air akan beroperasi dan pada level tertentu juga pompa air akan mati. Untuk skala rumahan sistem *water level control* sudah dirasa cukup memadai, akan tetapi untuk skala industri yang biasanya lebih kompleks perlu menggunakan SCADA. Mengapa demikian?. Karena dalam skala industri tidak hanya fungsi kontrol (*controlling*) saja yang diperlukan tetapi juga fungsi pengawasan (*Supervisory*) sistem untuk mengetahui keseluruhan proses sistem secara langsung (*online* dan *real time*) sehingga dapat membantu dan mempermudah manajemen dalam mengambil keputusan berkaitan dengan distribusi air yang akan digunakan untuk proses industri.

Dalam sistem *water level control* menggunakan SCADA, terdapat lima komponen penting yaitu: PLC (*Programmable Logic Controller*), sensor

level air, tandon (*storage tank*), pompa air, komputer (*software SCADA*) .  
berikut ini adalah fungsi dari masing-masing komponen tersebut.

- PLC berfungsi sebagai RTU (*Remote Terminal Unit*) yaitu mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan, mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU (*Master Terminal Unit*) atau komputer.
- Sensor level air berfungsi mengirimkan sinyal atau data ketinggian level air dalam tandon (*storage tank*) ke RTU / PLC.
- Tandon (*storage tank*) berfungsi sebagai tempat penampung air.
- Pompa air berfungsi memindahkan air dari sumber air menuju tandon (*storage tank*).
- Komputer (*software SCADA*) berfungsi sebagai MTU (*Master Terminal Unit*) yaitu menampilkan kondisi sistem pada operator melalui HMI (*Human Machine Interface*) secara *real time* dan dapat mengirimkan sinyal kontrol ke *plant*.



Gambar 2.4 Skema *water level control* menggunakan SCADA



### 2.3. Definisi SCADA

Apakah sistem SCADA itu?. SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dapat didefinisikan dari kepanjangan SCADA itu sendiri :

S = *Supervisory* - Pengawasan

C = *Control* - Pengendalian

ADA = *And Data Acquisition* - Akuisisi data

Jadi sistem SCADA adalah sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*.

Dalam terminologi kontrol, *supervisory control* sering mengacu pada kontrol yang tidak langsung, atau lebih menekankan pada fungsi koordinasi dan pengawasan. Dengan kata lain, pengendalian utama tetap dipegang oleh PLC (pengendali lainnya) sedang kontrol pada SCADA hanya bersifat koordinatif dan sekunder.

Definisi yang lebih formal diberikan oleh NIST (*National Institute of Standart and Technology*) ialah sistem terdistribusi yang digunakan untuk mengendalikan aset-aset yang tersebar secara geografis, sering terpisah ribuan kilometer persegi, dimana kontrol dan akuisisi data terpusat sangat penting bagi operasi sistem. Menurut NIST, sistem SCADA banyak digunakan pada sistem terdistribusi seperti : *water distribution, oil pipelines, electrical power grids, dan railway transportation system*.

## 2.4. Sejarah SCADA

Sistem SCADA yang “primitif” sebenarnya telah digunakan oleh industri selama ini. Dengan hanya mengandalkan indikator-indikator sederhana seperti lampu, meter analog, alarm suara (*buzzer*), seorang operator sudah dapat melakukan pengawasan terhadap mesin-mesin di pabrik. Sistem SCADA primitif atau konvensional masih belum menggunakan komputer ataupun piranti pengendali berprosesor lainnya.

Seiring dengan perkembangan komputer yang pesat beberapa dekade terakhir, maka komputer menjadi komponen penting dalam sistem SCADA modern. Sistem ini menggunakan komputer untuk menampilkan status dari sensor dan aktuator dalam suatu *plant*, menampilkan dalam bentuk grafik, menyimpannya dalam *data base*, bahkan menampilkannya dalam situs web. Umumnya komputer ini terhubung dengan sebuah pengendali (misal: *Programmable Logic Controller*) melalui sebuah protokol komunikasi tertentu (misal: *fieldbus*).

## 2.5. Arsitektur Sistem SCADA

Arsitektur dasar dari sebuah sistem SCADA dapat dilihat pada gambar

1.1. Berikut ini penjelasan dari masing-masing bagiannya :

### 1. Operator

Operator manusia mengawasi sistem SCADA dan melakukan fungsi *supervisory control* untuk operasi *plant* jarak jauh.

## 2. *Human Machine Interfaces (HMI)*

HMI merupakan bagian terpenting dari sistem SCADA karena fungsinya yaitu sebagai “jembatan” bagi manusia (*operator*) untuk memahami proses yang terjadi pada mesin. HMI menampilkan data pada operator dan menyediakan input kontrol bagi operator dalam berbagai bentuk, termasuk grafik, kematik, jendela, menu *pull-down*, *touch screen*, dan lain sebagainya. HMI dapat berupa *touch screen device* ataupun komputer itu sendiri.

## 3. *Master Terminal Unit (MTU)*

MTU berfungsi menampilkan data pada operator melalui HMI, mengumpulkan data dari tempat yang jauh, dan mengirimkan sinyal kontrol ke *plant* yang berjauhan. Kecepatan pengiriman data dari MTU ke *plant* jarak jauh relatif rendah dan metode kontrol umumnya *open loop* karena kemungkinan terjadi waktu tunda dan *flow interruption*.

Berikut ini beberapa fungsi dasar dari suatu MTU:

- a. *Input/Output Task*: *interface* sistem SCADA dengan peralatan di *plant*.
- b. *Alarm Task*: mengatur semua tipe *alarm*.
- c. *Trends Task*: mengumpulkan data *plant* setiap waktu dan menggambar-kan dalam grafik.
- d. *Report Task*: memberikan laporan yang bersumber dari data *plant*.
- e. *Display Task*: menampilkan data yang diawasi dan dikontrol operator.

#### 4. *Communication System*

Sistem komunikasi antara MTU-RTU ataupun antara RTU-*Field device* diantaranya berupa:

- *RS 232*
- *Private Network (LAN/RS-485)*
- *Switched Telephone Network*
- *Leased Line*
- *Internet*
- *Wireless Communication System*
  - *Wireless LAN*
  - *GSM Network*
  - *Radio Modems*

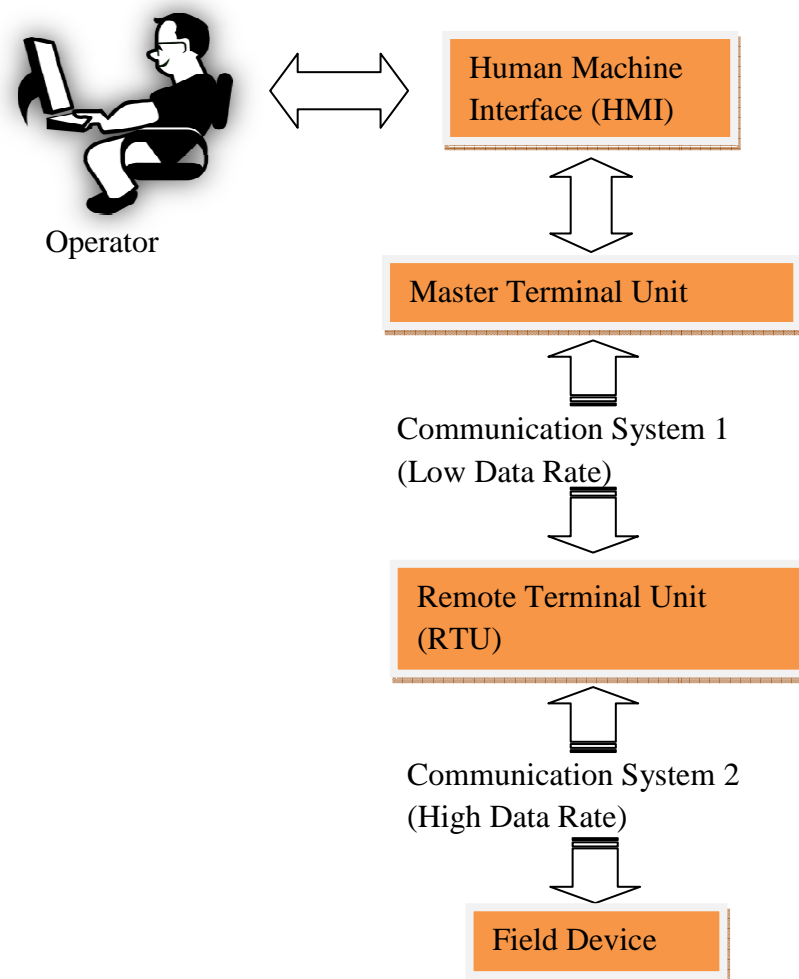
#### 5. *Remote Terminal Unit (RTU)*

RTU berfungsi mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan, mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU. Kecepatan pengiriman data antara RTU dan alat yang dikontrol relatif tinggi dan metode kontrol yang digunakan umumnya *closed loop*. Sebuah RTU mungkin saja digantikan oleh *Programmable Logic Controller (PLC)*. Beberapa kelebihan PLC sebagai RTU ialah :

- Solusi ekonomis
- Serbaguna dan fleksibel
- Mudah dalam perancangan dan instalasi
- Lebih *reliable*
- Kontrol yang canggih
- Berukuran kecil secara fisik
- *Troubleshooting* dan diagnosa lebih mudah

## 6. Field Device

Merupakan *plant* di lapangan yang terdiri dari objek yang memiliki berbagai sensor dan aktuator. Nilai sensor dan aktuator inilah yang umumnya diawasi dan dikendalikan supaya objek/*plant* berjalan sesuai dengan yang diinginkan pengguna.



Gambar 2.5 Arsitektur Sistem SCADA Umum

## 2.6. Jenis –jenis sistem SCADA

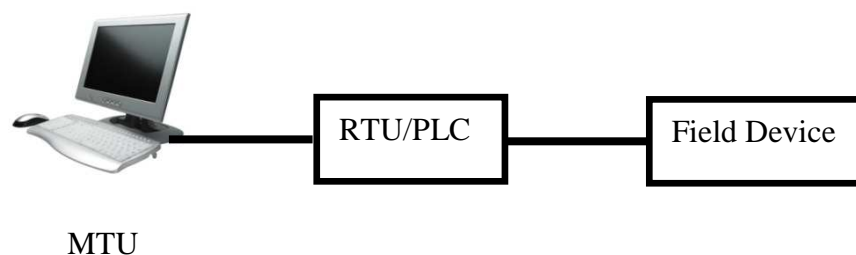
Menurut skala sistem keseluruhan, sistem SCADA dapat dibedakan menjadi :

### 1. SCADA Dasar

SCADA dasar ini umumnya hanya terdiri dari sebuah RTU/PLC saja yang digunakan untuk mengendalikan suatu *plant* dengan berbagai *field device*. Jumlah MTU yang digunakan juga hanya satu buah. Gambar 1.2 menunjukkan blok sederhananya.

Contoh:

- *Car manufacturing robot*
- *Room temperature control*
- *Water Level Control*



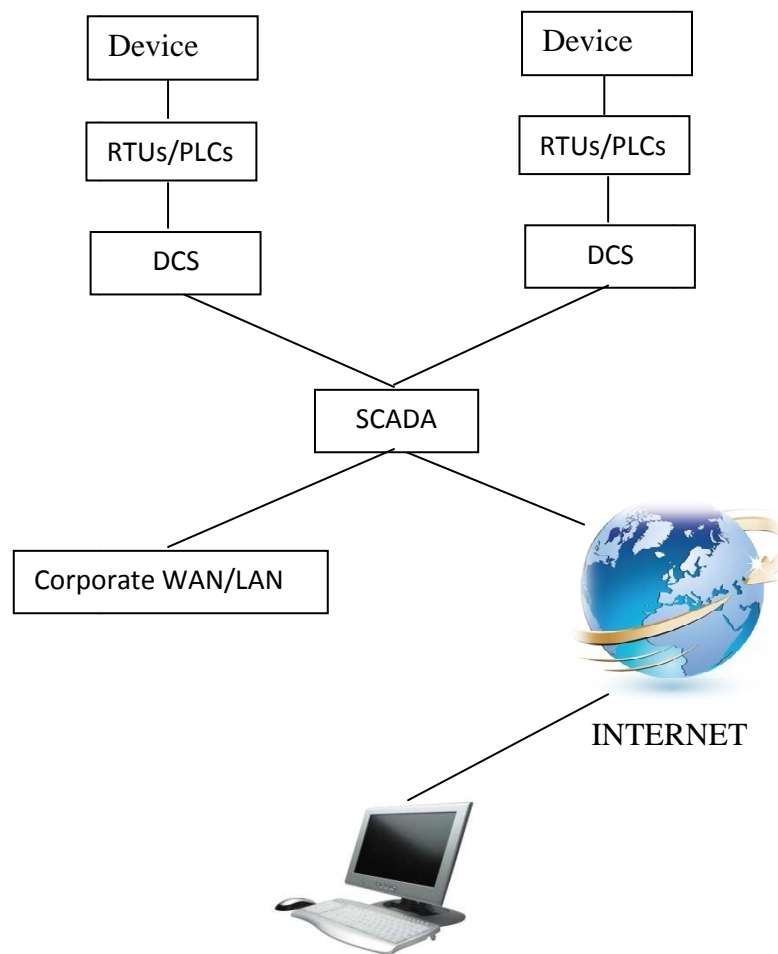
Gambar 2.6 SCADA Dasar

### 2. Integrated SCADA

Sistem ini terdiri dari beberapa PLC/RTU yang terhubung dengan beberapa *Distributed Control System* (DCS), namun hanya menggunakan satu MTU. MTU ini dapat terhubung dengan komputer lain melalui LAN, WAN ataupun internet. Gambar 1.3 menunjukkan blok sederhananya.

Contoh :

- *Subway systems*
- *Security systems*
- *Water systems*



Gambar 2.7 *Integrated SCADA*

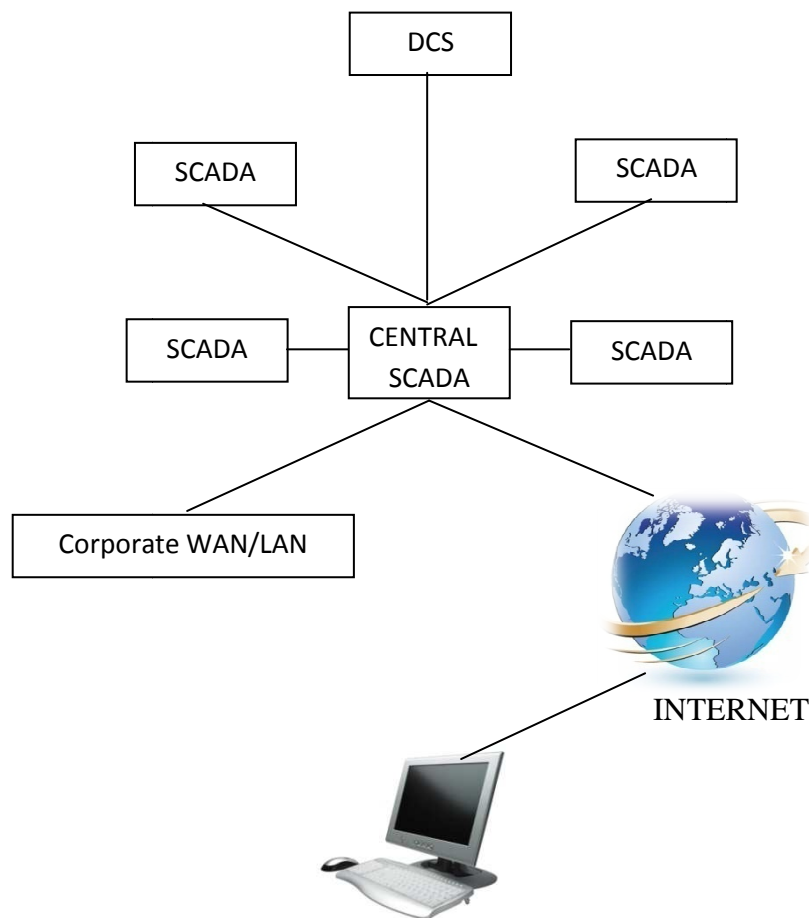
### 3. *Networked SCADA*

Sistem ini memiliki banyak MTU yang saling terhubung. Terdapat satu MTU pusat sebagai koordinator dari sistem-sistem yang lain. MTU pusat

ini juga dapat terhubung dengan dunia luar melalui LAN, WAN, maupun internet. Blok sederhana dapat dilihat pada gambar 1.4

Contoh :

- *Power systems*
- *Communication systems*



Gambar 2.8 *Networked SCADA*

## 2.7. Nilai Lebih Sistem SCADA

Sebuah sistem SCADA memberikan keleluasaan mengatur maupun mengkonfigurasi sistem. Kita bisa menempatkan sensor dan kendali di setiap titik kritis di dalam proses. Seiring dengan teknologi SCADA yang semakin



baik, kita bisa menempatkan lebih banyak sensor di banyak tempat sehingga semakin banyak hal yang bisa dipantau, semakin detil operasi yang bisa dilihat, dan semuanya bekerja secara *real time*. Tidak peduli sekompleks apapun prosesnya, kita bisa melihat operasi proses dalam skala besar maupun kecil, dan setidaknya bisa melakukan penelusuran jika terjadi kesalahan dan sekaligus meningkatkan efisiensi.

Sistem SCADA memiliki banyak nilai lebih diantaranya:

1. Pengawasan (*supervisory*) plant dapat dilakukan secara langsung (*real time*) melalui tampilan monitor.
2. Kecepatan dan kemudahan memperoleh informasi berkaitan dengan kondisi/status sistem yang dipantau.
3. Mengontrol proses-proses yang lebih besar dan kompleks dengan lebih mudah (tidak memerlukan banyak operator).
4. Dapat mengontrol *plant* secara *real time* dari jarak jauh.
5. Dapat mendeteksi dan memperbaiki kesalahan/kerusakan sistem secara cepat.

## **2.8. Implementasi sistem SCADA**

Sistem SCADA dapat digunakan untuk mengatur berbagai macam peralatan. Biasanya, SCADA digunakan untuk melakukan proses industri yang kompleks secara otomatis, menggantikan tenaga manusia (bisa karena dianggap berbahaya atau tidak praktis), dan biasanya merupakan proses-proses yang melibatkan faktor-faktor kontrol yang lebih banyak, faktor-faktor kontrol gerakan-cepat yang lebih banyak, dan lain sebagainya, dimana

pengontrolan oleh manusia menjadi tidak nyaman lagi. Sebagai contoh, sistem SCADA yang digunakan di seluruh dunia misalnya untuk:

1. Pembangkit, transmisi dan distribusi listrik: SCADA digunakan untuk mendeteksi besarnya arus dan tegangan, pemantauan operasional circuit breaker, dan untuk mematikan/menghidupkan *power grid*.
2. Penampungan dan distribusi air: SCADA digunakan untuk pemantauan dan pengaturan laju aliran air, tinggi *reservoir*(tandon), tekanan pipa dan berbagai macam faktor lainnya.
3. Bangunan, fasilitas dan lingkungan: Manajer fasilitas menggunakan SCADA untuk mengontrol HVAC, unit-unit pendingin, penerangan, dan sistem keamanan.
4. Industri : Sistem SCADA mengatur inventori komponen-komponen, mengatur otomasi alat atau robot, memantau proses dan kontrol kualitas.
5. Transportasi KA listrik: menggunakan SCADA bisa dilakukan pemantauan dan pengontrolan distribusi listrik, otomasi sinyal trafik KA, melacak dan menemukan lokasi KA, mengontrol palang KA dan lain sebagainya.
6. Lampu lalu-lintas: SCADA memantau lampu lalu-lintas, mengontrol laju trafik, dan mendeteksi sinyal-sinyal yang salah.

Dan, tentunya, masih banyak lagi aplikasi-aplikasi potensial untuk sistem SCADA. SCADA saat ini digunakan hampir di seluruh proyek-proyek industri dan infrastruktur umum. Intinya SCADA dapat digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang membutuhkan kemudahan dalam pemantauan

(*supervisory*) sekaligus juga pengontrolan, dengan berbagai macam media antarmuka dan komunikasi yang tersedia saat ini (misalnya, Komputer, PDA, Touch Screen, TCP/IP, wireless dan lain sebagainya).

## **2.9. Programmable Logic Controller (PLC)**

Dari kepanjangan PLC, kita dapat mengetahui definisi dari PLC itu sendiri.

- *Programmable*

Dapat diprogram (*software based*)

- *Logic*

Bekerja berdasarkan logika yang dibuat. Logika di sini biasanya menunjukkan pada logika *boolean* yang hanya terdiri dari dua keadaan, yaitu ON atau OFF.

- *Controller*

Pengendali (otak) dari suatu sistem

Menurut NEMA (*National Electrical Manufacturers Association – USA*), definisi PLC ialah:

“Alat elektronika digital yang menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan instruksi dan untuk menjalankan fungsi-fungsi khusus seperti: logika, *sequence* (urutan), timing (pewaktuan), penghitungan, dan operasi aritmetika untuk mengendalikan mesin dan proses.”

Definisi lain menyebutkan bahwa PLC ialah:

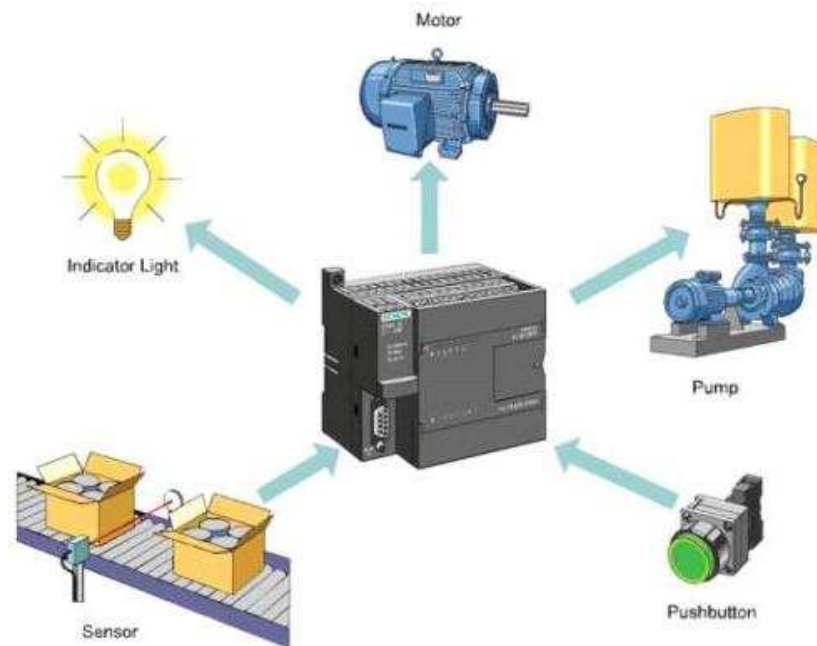
“komputer industri khusus untuk mengawasi dan mengendalikan proses industri menggunakan bahasa pemrograman khusus untuk kontrol industri

(*ladder diagram*), didesain untuk tahan terhadap lingkungan industri yang banyak gangguan (*noise, vibration, shock, temperature, humidity*)”.

Secara umum, cara kerja sistem yang dikendalikan PLC cukup sederhana, yaitu:

1. PLC mendapatkan sinyal input dari *input device*.
2. Akibatnya PLC mengerjakan logika program yang ada di dalamnya
3. PLC memberikan sinyal output pada *output device*

Untuk memperjelas, pada gambar 1.2 dapat dilihat diagram hubungan PLC dan *input/output device*.



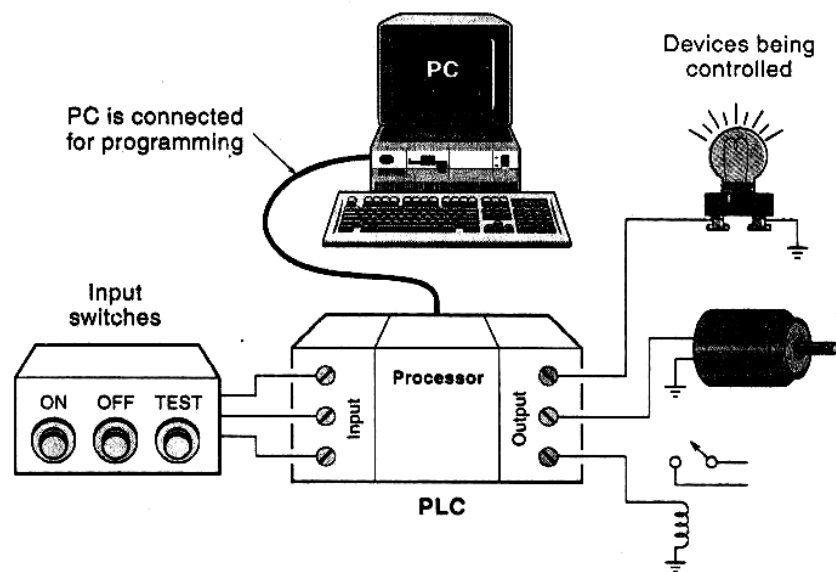
Gambar 2.9 Hubungan PLC dan *input/output device*

Dari penjelasan di atas, didapatkan definisi sebagai berikut :

- PLC *input device*: benda fisik yang memicu eksekusi logika/program pada PLC. Contoh: saklar, sensor.

- *PLC output device*: benda fisik yang diaktifkan oleh PLC sebagai hasil eksekusi program. Contoh: motor DC, motor AC, Relay.

Sistem kontrol yang menggunakan PLC terbagi dalam beberapa komponen utama. Untuk memahaminya, perhatikan gambar 1.6 yang menampilkan hubungan PLC dengan peralatan lain.



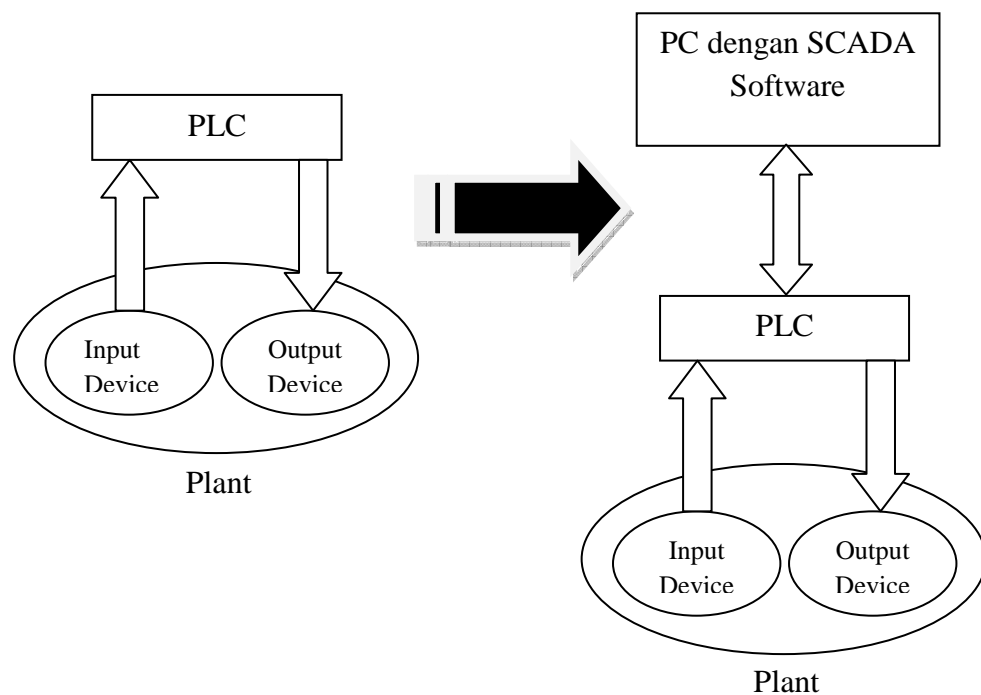
Gambar 2.10 Hubungan PLC dengan peralatan lain

Dari gambar nampak bahwa PLC memiliki komponen yang terhubung dengan *input device* dan *output device*. PLC juga terhubung dengan PC untuk kebutuhan pemrograman (umumnya menggunakan RS232 *serial port*).

Secara umum PLC terbagi dalam beberapa komponen berikut :

1. *Power Supply*
2. *Processor*
3. *Memory*
4. *Input dan Output Module*
5. *Programming Device*

Jika suatu *plant* atau sistem otomatis masih berukuran kecil, tingkat kompleksitas rendah dan tidak memerlukan akurasi yang tinggi maka skema otomatis sistem dengan PLC saja sudah cukup. Namun, jika kompleksitas *plant* relatif besar dan akurasi yang dibutuhkan dalam sistem relatif tinggi maka sangat diperlukan suatu sistem SCADA. Skema sistem SCADA sederhana yang diimplementasikan melalui program komputer nampak pada gambar 1.7

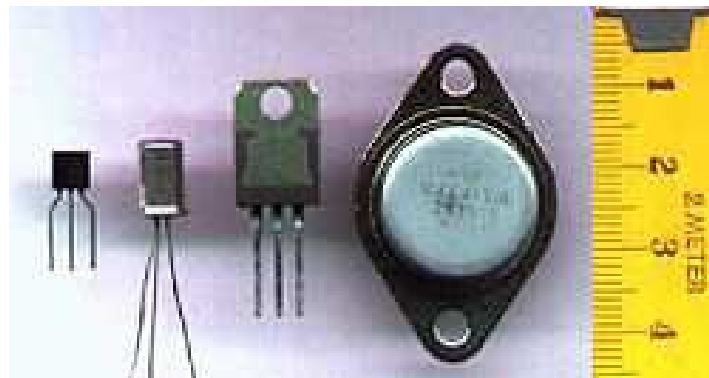


Gambar 2.11 Skema sistem SCADA sederhana dalam pengendalian sistem

## 2.10. Transistor

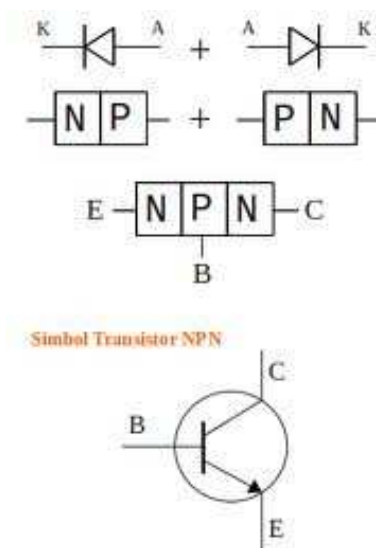
Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern.

Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil (*stabilisator*) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya.



Gambar 2.12 Transistor (dibandingkan dengan pita ukur sentimeter)

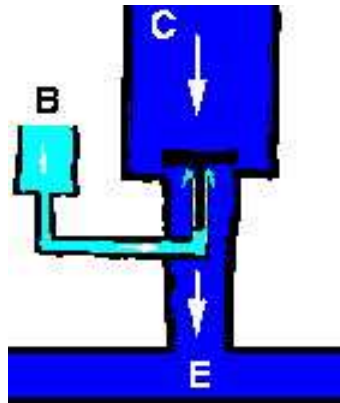
Dikarenakan karakteristiknya atau sifatnya, transistor ini juga bisa dengan baik digunakan sebagai saklar dalam suatu rangkaian tertentu. Sebelum membahas hal tersebut, kita perlu terlebih dahulu mengetahui susunan dari sebuah transistor, berikut merupakan susunan sebuah transistor NPN :



Gambar 2.13 Simbol Transistor NPN

Transistor memiliki tiga terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektor (C) seperti terlihat pada gambar 1.9. Sedikit mengenai cara kerja transistor (untuk NPN), arus yang berada di kaki Colector pada transistor akan mengalir menuju ke Emitor “hanya” apabila diberikan sedikit saja arus atau bisa juga tegangan pada kaki Basis. Seberapa besarkah penguatan arus ini?, tergantung pada transistor itu sendiri. Atau sering dinamakan HFE/penguatan/gain, bila karakteristik transistor tersebut memiliki HFE 50, maka penguatan arus yang terjadi adalah sebesar 50X. Untuk lebih jelasnya lihat gambar ilustrasi transistor dengan keran air di bawah, cukup jelas diketahui bahwa handle keran air yang kecil, bisa mengontrol masukan (C) dan keluaran air (E) yang volumenya cukup besar.



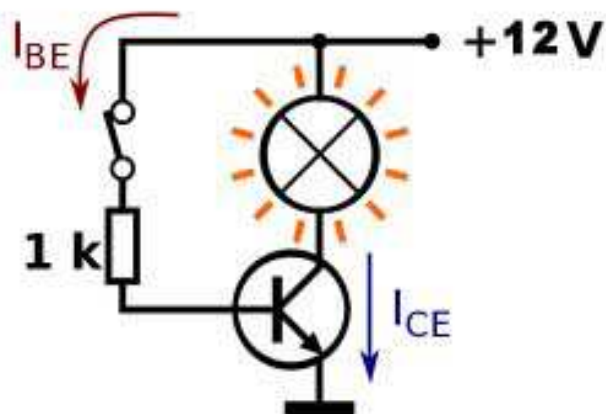


Gambar 2.14 Ilustrasi Transistor dengan keran air

Seperti yang kita ketahui saklar adalah suatu komponen yang memiliki dua kaki dan dua keadaan yaitu *on* dan *off*. Pada kondisi *off* arus tidak bisa mengalir karena terputus aliran arusnya. Sedangkan pada kondisi *on* tentunya tidak ada hambatan (udara) yang menghalangi sehingga arus mengalir dengan bebas. Dari perumpamaan transistor sebagai saklar pada gambar keran air diatas, diketahui bahwa komponen transistor memiliki sifat / karakteristik saklar. Ketika kaki basis transistor tidak diberikan arus, tidak ada arus emitor, berarti transistor terbuka (saklar *off*) biasa disebut kondisi *cutoff*.

Kalau arus basis yang cukup diberikan, maka arus kolektor akan mengalir ke emitor transistor. Bagaimana bila arus basis terus diberikan dengan lebih besar ? Inilah yang disebut dengan kondisi *saturasi*. Jika arus pada basis transistor diberikan lebih besar dari yang diperlukan oleh transistor untuk mencapai saturasi, maka transistor berada dalam keadaan *over saturation*, tegangan kolektor-emitor kecil (sekitar 0,2 - 0,3 Volt) dan itu

berarti transistor berada dalam keadaan saklar tertutup. Dan berikut merupakan rangkaian sederhana transistor sebagai saklar:



Gambar 2.15 Rangkaian Sederhana Transistor

Rangkaian sejenis juga digunakan pada rangkaian transistor *tester*. Berikut ini adalah rangkaian fisiknya:



Gambar 2.16 Rangkaian Fisik Transistor

Kelebihan penggunaan transistor sebagai saklar :

1. Tidak menimbulkan suara dan percikan api saat terjadi *on-off*
2. Bentuk fisik yang jauh lebih kecil
3. Lebih ekonomis.

Agar transistor dapat bekerja sebagai saklar, ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya :

### 1. Menentukan $I_c$

$I_c$  adalah arus beban yg akan mengalir dari kaki kolektor ke emitor. Besarnya arus beban ini tidak boleh lebih besar dari  $I_c$  maksimum yang dapat dilewatkan oleh transistor. Arus beban ini dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$I_{C(\text{beban})} < I_{C(\text{max})} \leftarrow \text{syarat}$$

$$I_{C(\text{beban})} = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

### 2. Menentukan $h_{fe}$ transistor

Setelah arus beban yang akan dilewatkan pada transistor diketahui maka selanjutnya adalah menentukan transistor yang akan dipakai dengan syarat seperti berikut:

$$I_{C(\text{beban})} < I_{C(\text{max})}$$

$$h_{fe} > 5 \times \frac{I_{C(\text{beban})}}{I_{C(\text{max})}}$$

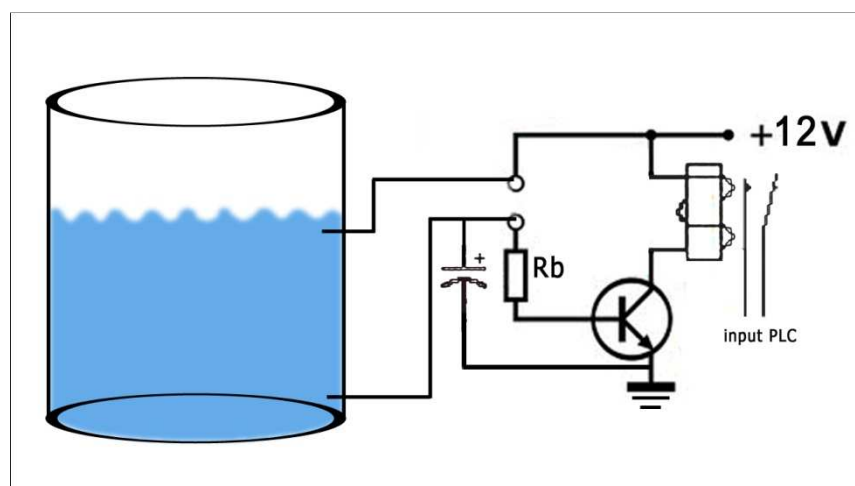
### 3. Menentukan Rb

Setelah transistor yg akan dipakai sebagai saklar telah ditentukan maka selanjutnya adalah menentukan hambatan pada basis (Rb). Besarnya Rb ini dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$I_B = \frac{I_{C(\text{beban})}}{h_{fe}}$$

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B}$$

Dengan memanfaatkan sifat karakteristik transistor sebagai saklar, kita dapat membuat sebuah rangkaian sensor level air. Rangkaian sensor level air sangat membantu kita, misalnya untuk otomasi pengisian air pada tandon, pendeteksi banjir di daerah yang sering dilanda banjir, dll. Berikut rangkaian sederhana sensor level air:



Gambar 2.17 Rangkaian sederhana sensor level air

Pada penelitian ini transistor yang digunakan adalah transistor tipe NPN dengan nomor seri C1815 dengan data sebagai berikut:

$$\begin{array}{ll} V_{CBO} = 60 \text{ V} & V_{BE} = 1 \text{ V} \\ V_{CEO} = 50 \text{ V} & V_{BB} = 12 \text{ V} \\ V_{EBO} = 5 \text{ V} & h_{fe} = 25 \\ I_{C \text{ max}} = 150 \text{ mA} & I_{B \text{ max}} = 50 \text{ mA} \end{array}$$

**Menentukan  $I_C$  :**

$$V = 12 \text{ V}$$

$$R_{\text{relay}} = 400 \text{ ohm}$$

$$I_{(\text{beban})} = \frac{V}{R}$$

$$I_{(\text{beban})} = \frac{12}{400} = 0.03 \text{ A} = 30 \text{ mA}$$

$$\text{Syarat} \rightarrow I_{C(\text{beban})} < I_{C(\text{max})} \rightarrow 30 \text{ mA} < 150 \text{ mA}$$

Karena transistor C1815 memiliki  $I_C \text{ max} = 150 \text{ mA}$ , maka memenuhi syarat.

**Menentukan  $h_{fe}$  :**

$$H_{fe} \text{ transistor C1815} = 25$$

$$H_{fe} > 5 \times \frac{I_{C(\text{beban})}}{I_{C(\text{max})}} = 5 \times \frac{30}{150} = 1$$

$$25 > 1$$

Karena transistor C1815 memiliki  $h_{fe}$  lebih dari 1, maka memenuhi syarat.

**Menentukan  $R_B$  :**

$$I_B = \frac{I_{C(\text{beban})}}{25} = \frac{30}{25} = 1,2 \text{ mA} = 0,0012$$

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B} = \frac{12 - 1}{0,0012} = \frac{11}{0,0012} = 9166 \text{ ohm} = 1 \text{ Kohm}$$

Jadi nilai resistor  $R_b$  adalah 1 Kohm.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3. 1. Pendekatan Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menemukan keterangan mengenai apa yang ingin kita ketahui (Kasiram, 2008: 149). Penelitian kuantitatif dapat dilaksanakan dengan beberapa metode, antara lain: penelitian deskriptif, penelitian survai, penelitian komparatif, penelitian tindakan, penelitian hubungan/korelasi, penelitian kuasi-eksperimen, dan penelitian eksperimen. Berdasarkan jenis-jenis pelaksanaan penelitian tersebut, penulis menggunakan metode eksperimen, sebab dalam pandangan penulis, penelitian jenis inilah yang paling tepat digunakan dalam penelitian yang melakukan pengembangan suatu aplikasi.

#### **3. 2. Metode Penelitian**

Metode yang penulis gunakan untuk penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen (percobaan) yaitu penelitian mengembangkan inovasi yang berguna dalam meningkatkan kualitas hidup manusia (Gulo, 2002: 20). Sedangkan menurut Sugiyono (2010: 107) metode penelitian eksperimen diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Metode eksperimen yang penulis lakukan

dalam penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan dalam laboratorium (*laboratory experiment*). Seperti namanya, eksperimen ini dilakukan di dalam sebuah tempat dalam situasi terbatas dan dalam pengawasan penuh dari peneliti. Laboratorium tempat penulis melakukan eksperimen adalah laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

### 3.3. Metode Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data penelitian, penulis menggunakan dua metode yaitu:

1. Studi kepustakaan

Penulis mencari dan mempelajari berbagai macam literatur baik itu *text-books* ataupun *e-books* yang berisi tentang PLC, SCADA *software*, dan sensor digital.

2. Studi eksperimen

Penulis melakukan eksperimen atau percobaan secara langsung dengan mempraktekan pembuatan sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan *expansion analog to digital PLC*, sehingga dapat memperoleh data secara langsung komponen atau bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem (baik dari segi *hardware* maupun *software*) serta harga satuan dari masing-masing komponen atau bahan.

### 3.4. Variabel Penelitian

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua variabel penelitian yaitu:

1. Variabel bebas (variabel independen): variabel yang berpengaruh atau menyebabkan berubahnya nilai dari variabel terikat dan merupakan variabel pengaruh yang paling diutamakan dalam penelitian. Variabel bebas penelitian ini adalah variasi *water level control*.
2. Variabel terikat (variabel dependen): Variabel terikat penelitian ini adalah hasil baca sistem SCADA *water level control*.

### 3.5 Metode Penelitian Eksperimen

#### 3.5.1 Pengertian

Sugiyono (2010: 107) metode penelitian eksperimen diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Wiersma (1991: 99) mendefinisikan eksperimen sebagai suatu situasi penelitian yang sekurang-kurangnya satu variabel bebas, yang biasa disebut sebagai variabel eksperimental. Metode penelitian eksperimen merupakan bagian dari metode kuantitatif. Dalam bidang fisika, penelitian-penelitian dapat menggunakan desain eksperimen, karena variabel-variabel yang dipilih dan variabel-variabel lain dapat mempengaruhi proses eksperimen itu dapat dikontrol secara ketat. Berbeda halnya dengan penelitian-penelitian sosial khususnya pendidikan, desain eksperimen yang digunakan untuk penelitian akan



sulit mendapatkan hasil yang akurat karena banyak variabel luar yang berpengaruh dan sulit mengontrolnya.

### 3.5.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian Ekperimen

Metode penelitian ekperimen memiliki tujuan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain. Jika dilihat dari kegunaannya, metode eksperimen memiliki kegunaan, yaitu untuk mengetahui kemungkinan akibat yang timbul sebelum melakukan perubahan terhadap sebuah sistem.

### 3.5.3 Karakteristik Penelitian Eksperimen

Menurut Ary (1985: 34), ada tiga karakteristik penting dalam penelitian eksperimen, antara lain:

#### 1. Manipulasi

Memanipulasi variabel adalah tindakan yang dilakukan oleh peneliti atas dasar pertimbangan ilmiah. Perlakuan tersebut dapat dipertanggungjawabkan secara terbuka untuk memperoleh perbedaan efek dalam variabel yang terkait.

#### 2. Pengendalian

Pengendalian merupakan usaha peneliti untuk memindahkan pengaruh variabel lain yang mungkin dapat mempengaruhi variabel terkait.

### 3. Pengamatan/observasi

Tujuan dari kegiatan observasi dalam penelitian eksperimen adalah untuk melihat dan mencatat segala fenomena yang muncul akibat manipulasi.

## 3.6. Alat dan Bahan

### 3.6.1 Alat

Dalam proses penelitian ini, peneliti membutuhkan berbagai macam alat yang digunakan untuk mempermudah pengerjaan, baik itu peralatan listrik maupun peralatan mekanis. Peralatan tersebut seyogyanya akan mendukung dan mempermudah dalam pembuatan *prototype* sistem SCADA *water level control*.

Tabel 3.1

Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Multitester (AVO meter)	1
2.	Obeng +	1
3.	Gergaji	1
4.	Gunting	1
5.	Solder	1
6.	Pinset	1
7.	<i>Transfer paper</i>	1
8.	Spidol	1

### 3.6.2 Bahan

Bahan atau material merupakan hal terpenting dalam proses penelitian ini, karena dari kumpulan bermacam bahan inilah akan tercipta sebuah *prototype* sistem SCADA *water level control* yang akan diteliti.

Tabel 3.2  
Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Bahan	Jumlah
1.	PLC OMRON CPM1A 40 CDR-A	1
2.	Kabel serial CIF02 to USB (RS 232)	1
3.	Software wonderware intouch	1
4.	Pompa air akuarium	1
5.	Galon air aqua	2
6.	Trafo 5A	1
7.	Dioda	3
8.	Elco	22
9.	Relay 12 VDC	21
10.	Transistor C1815	20
11.	Resistor $\frac{1}{4}$ watt 1 Kohm	20
12.	PCB Polos + Pelebur	1
13.	Besi siku lubang	3

14.	Siku penguat	40
15.	Mur + baut	61
16.	threeplex	1
17.	Papan tebal 5 cm	2
18.	skrup	30
19.	pylox	3
20.	Kabel LAN	10
21.	Kabel steker	1
22.	saklar	1
23.	Relay 12 vdc omron	1
24.	Selang	2
25.	Kotak kontak	1
26.	LED	8

### 3.7. Prosedur Eksperimen

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif yang diwujudkan dalam pembuatan *prototype*, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan merupakan data yang diambil dari lembar data (*data sheet*) komponen elektronika. Pemilihan

komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat meliputi perancangan sistem, pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), pengujian alat beserta analisis, serta pengambilan kesimpulan dan saran.

### 3.7.1 Spesifikasi Alat

Secara umum sistem *water level control* yang dirancang mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- Menggunakan *software* wonderware intouch sebagai HMI (*Human Machine Interface*).
- Menggunakan laptop Acer prosesor intel core i3 sebagai *Master Terminal Unit* (MTU).
- PLC OMRON CPM1A 40 CDR-A sebagai *Remote Terminal Unit* (RTU).
- Kabel serial CIF02 to USB (RS 232) sebagai penghubung komunikasi MTU dengan RTU.
- Sensor digital sebagai input PLC.
- Pompa Akuarium 60 watt, 2500 L/jam.
- Tandon air mempunyai ukuran tinggi 25 cm dan jari-jari 13,3 cm.
- Batas minimum tinggi air agar pompa mulai bekerja (*on*) adalah 2,7 cm dan batas maksimum tinggi air agar pompa berhenti bekerja (*off*) adalah 18 cm.

### 3.7.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya yang siap untuk direalisasikan. Hal ini dilakukan agar sistem yang dibuat dapat berjalan sebagaimana mestinya. Perancangan sistem yang dilakukan meliputi:

#### 3.7.2.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

- Pembuatan blok diagram sistem secara lengkap, dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman mengenai cara kerja alat yang akan dibuat.
- Penentuan spesifikasi komponen yang akan diperlukan.
- Penentuan komponen perangkat keras yang akan digunakan. Adapun dalam pemilihan komponen tersebut berdasarkan pada komponen yang mudah didapatkan di pasaran lokal.
- Perancangan dan pembuatan skema rangkaian secara lengkap.
- Pembuatan jalur PCB dengan menggunakan *software* Diptrace.

#### 3.7.2.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Setelah perangkat keras dirancang, maka langkah selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengatur kinerja keseluruhan dari sistem yang terdiri dari beberapa perangkat keras sehingga sistem ini dapat

bekerja dengan baik. Perancangan ini dimulai dengan pembuatan diagram ladder PLC dengan menggunakan *software* cx-programmer versi 7.2 yang merupakan *software programmer* gratis yang dikeluarkan oleh OMRON, kemudian pembuatan desain tampilan HMI (*Human Machine Interface*) SCADA menggunakan *software* wonderware intouch yang merupakan *software* berbayar yang dikeluarkan oleh invensys wonderware.

### 3.7.3 Pembuatan Alat

Setelah perancangan sistem dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan alat yang meliputi:

#### 3.7.3.1 Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

Adapun tahap pembuatan perangkat keras dimulai dengan pembuatan PCB (*Printed Circuit Board*) sensor. Jalur PCB dibuat menggunakan *software* diptrace dengan metode *transfer paper*. Setelah pembuatan PCB sensor selesai dilakukan, maka proses selanjutnya adalah proses *soldering* komponen elektronika pada PCB. Kemudian dilakukan penggabungan PCB sensor dengan I/O PLC sesuai perencanaan. Sebagai tahap akhir dari pembuatan perangkat keras adalah penggabungan pompa air, sensor, dan PLC.

#### 3.7.3.2 Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Pembuatan perangkat lunak PLC dilakukan dengan mengimplementasikan diagram alir dari program yang telah

direncanakan, dan kemudian mengubahnya dalam bentuk diagram ladder menggunakan *software cx-programmer* versi 7.2 untuk kemudian ditransfer ke dalam PLC.

Setelah pemrograman PLC selesai dilakukan, selanjutnya adalah pembuatan desain tampilan HMI (*Human Machine Interface*). Dalam pembuatan desain tampilan HMI, kemudahan operasional harus diutamakan, agar operator tidak kesulitan dalam pengoperasiannya. Pembuatan HMI SCADA dalam pembuatan skripsi ini menggunakan *software wonderware intouch*.

#### **3.7.4 Pengujian Alat**

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan sesuai dengan perencanaan, maka perlu dilakukan suatu pengujian. Metode pengujian yang dilakukan adalah menguji sistem untuk tiap blok rangkaian dan menguji sistem secara menyeluruh, kemudian menganalisis dari setiap hasil pengujian baik pengujian tiap blok maupun pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini meliputi:

##### **3.7.4.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)**

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan nilai tegangan dan arus pada alat dengan cara pengukuran yang dibandingkan dengan nilai tegangan dan



arus yang diijinkan bekerja dalam komponen berdasarkan *data sheet* dari komponen tersebut.

#### 3.7.4.2 Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan mengamati tampilan HMI pada layar komputer pada mode *runtime*. Pengujian perangkat lunak ini meliputi pengujian fungsi tombol tampilan HMI dan kerja program yang telah ditransfer ke PLC.

#### 3.7.4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) diintegrasikan menjadi satu, kemudian dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan dengan mode *runtime* pada *software wonderware intouch*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari alat tersebut.

### 3.7.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil realisasi dan pengujian pada sistem secara menyeluruh, apakah sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah yang telah ditentukan.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang didapatkan adalah hasil akhir realisasi alat (unit) dan hasil baca sistem SCADA *water level control*.

#### 4.1.2. Hasil akhir realisasi alat (unit)

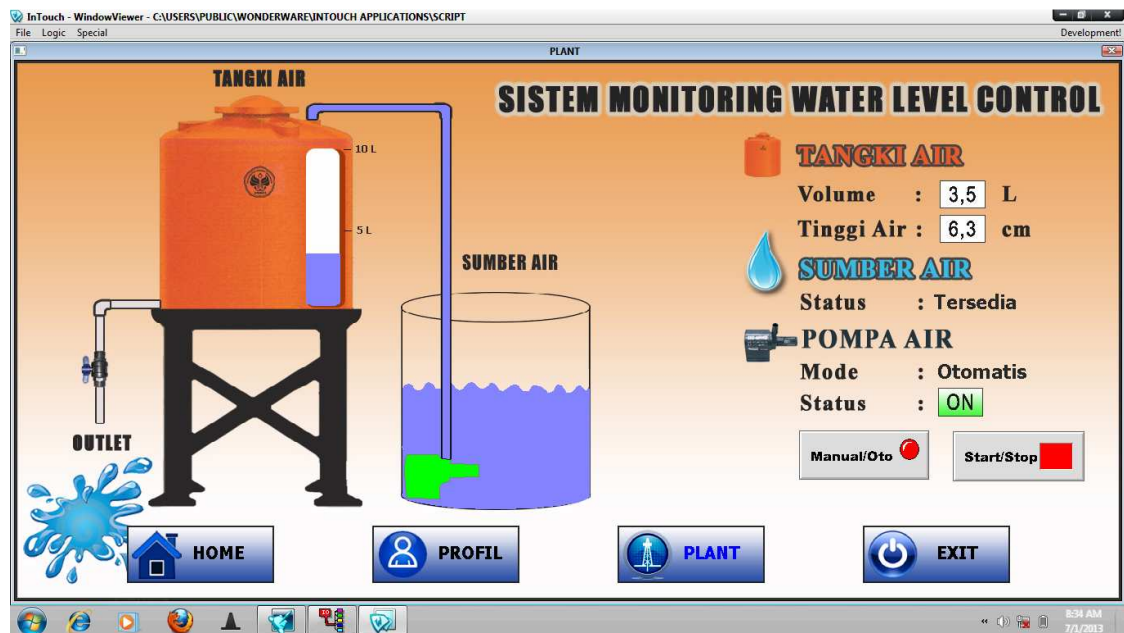
Hasil akhir alat yang dibuat pada penelitian ini meliputi perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*). Gabungan kedua perangkat inilah yang membentuk sebuah sistem SCADA *water level control*. Berikut ini gambar perangkat lunak dan perangkat keras hasil realisasi alat:



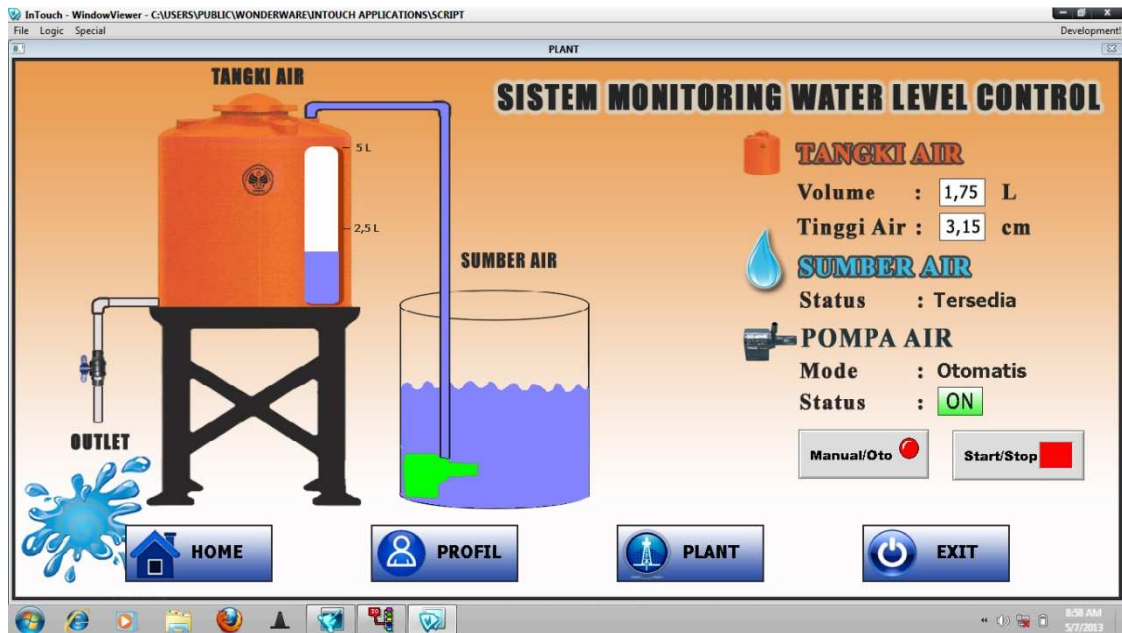
Gambar 4.1 Tampilan home HMI



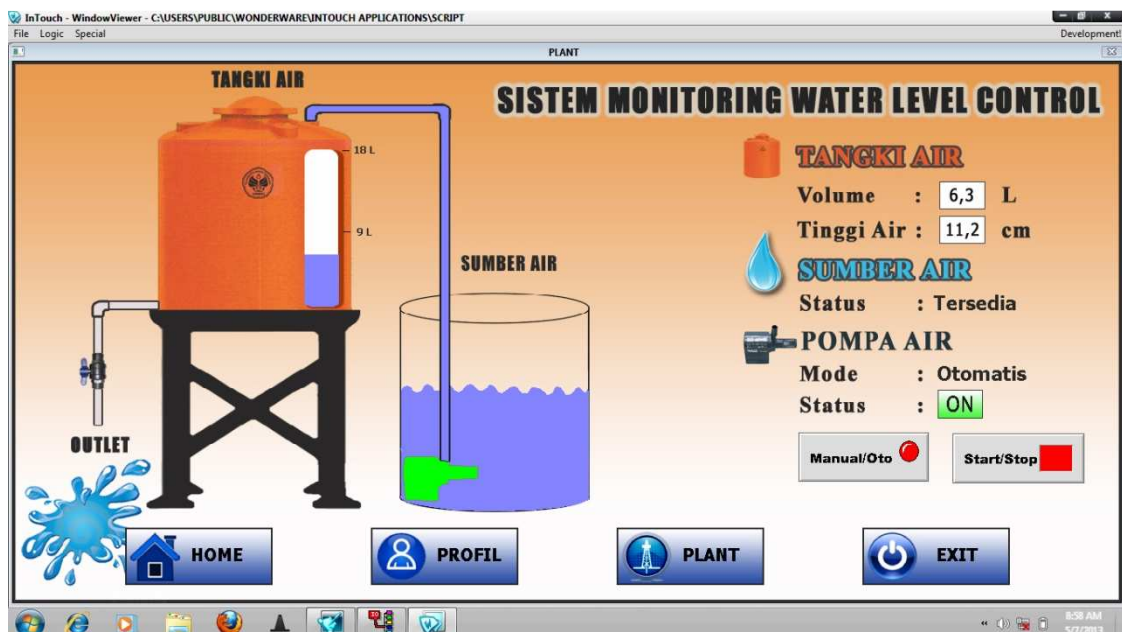
Gambar 4.2 Tampilan Profil HMI



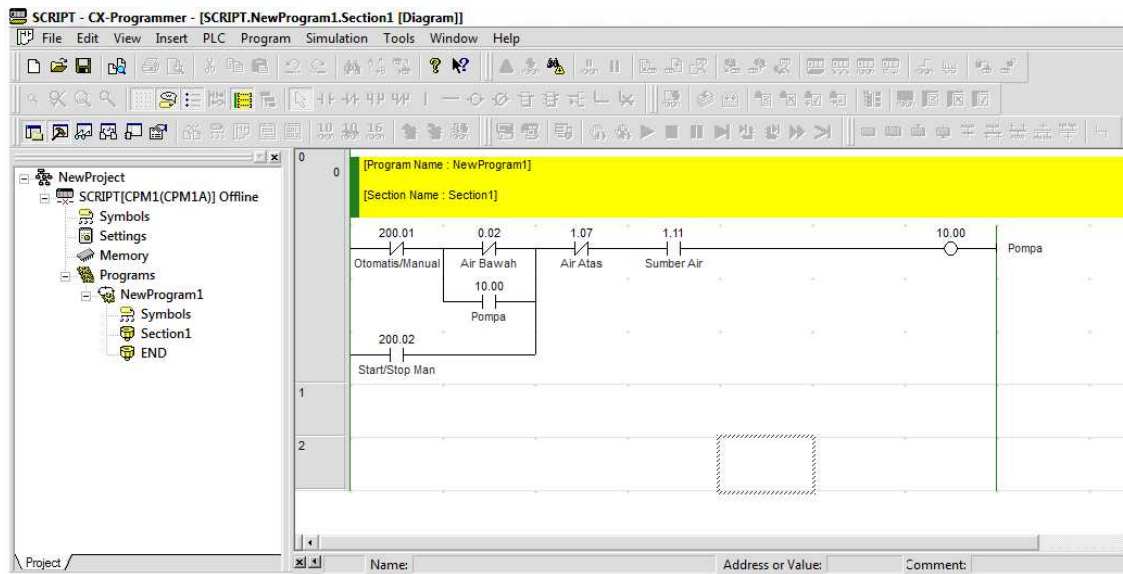
Gambar 4.3 Tampilan plant HMI volume tandon = 10 liter



Gambar 4.4 Tampilan plant HMI volume tandon = 5 liter



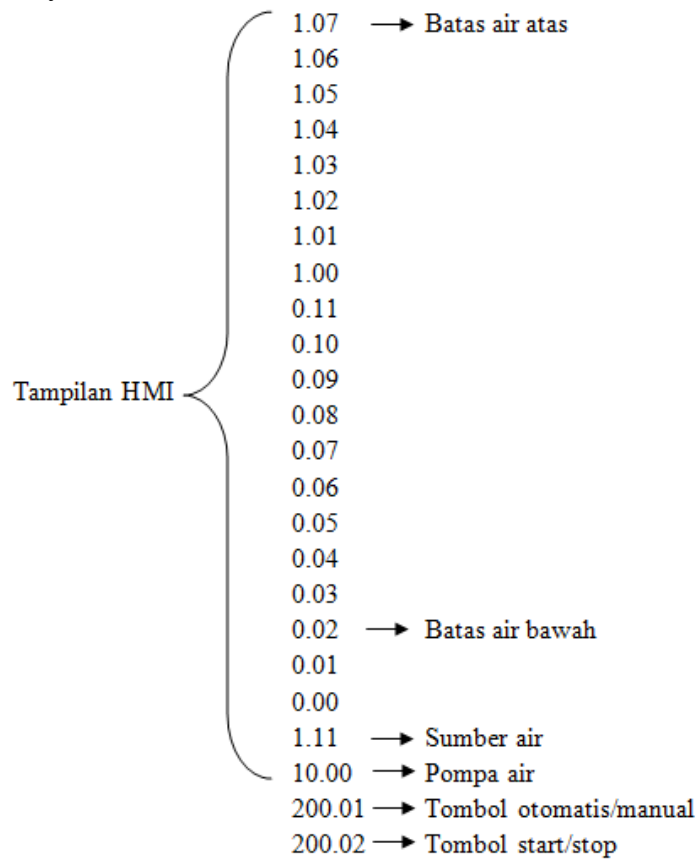
Gambar 4.5 Tampilan plant HMI volume tandon = 18 liter

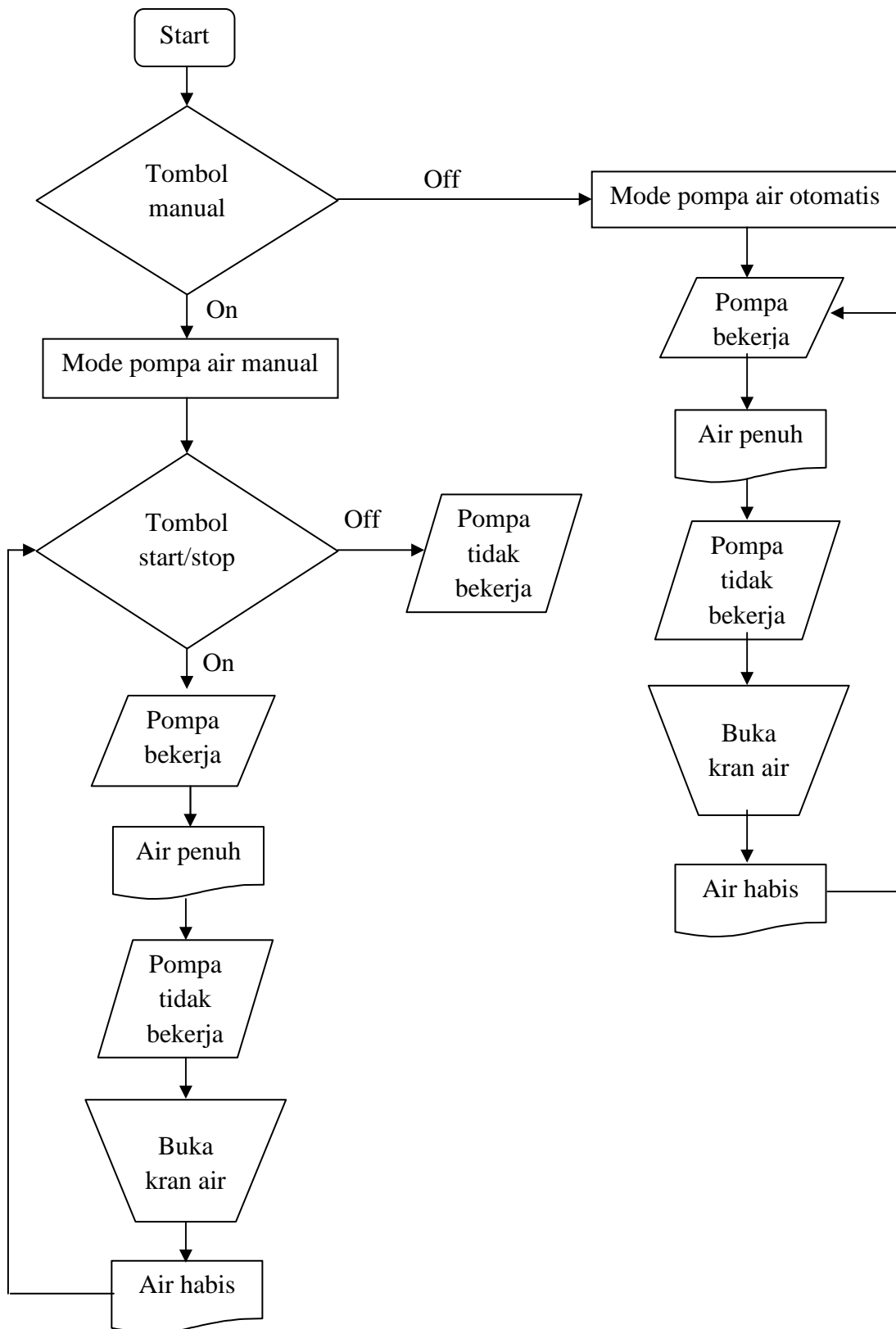


Gambar 4.6 Diagram *ladder* PLC menggunakan *software* cx-programmer

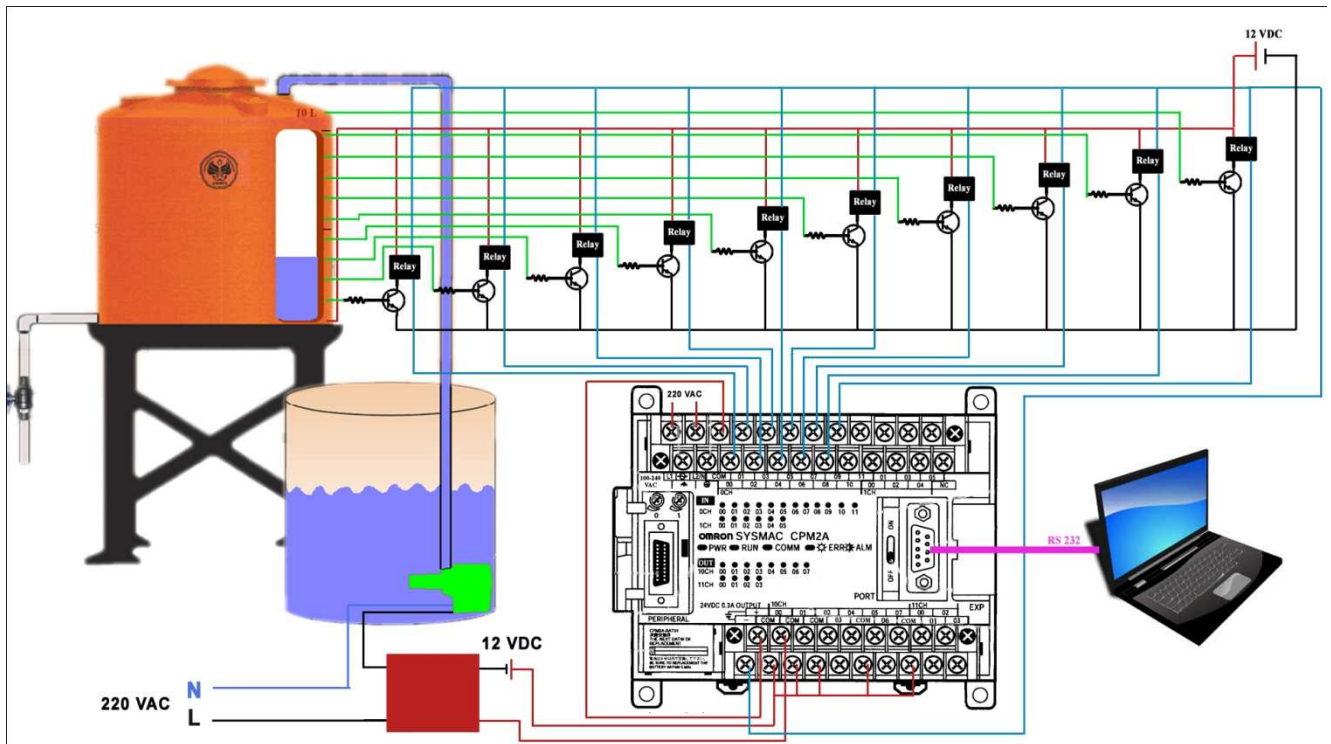
Alamat I/O PLC yang digunakan dalam pembuatan sistem SCADA *water*

*level control* yaitu:

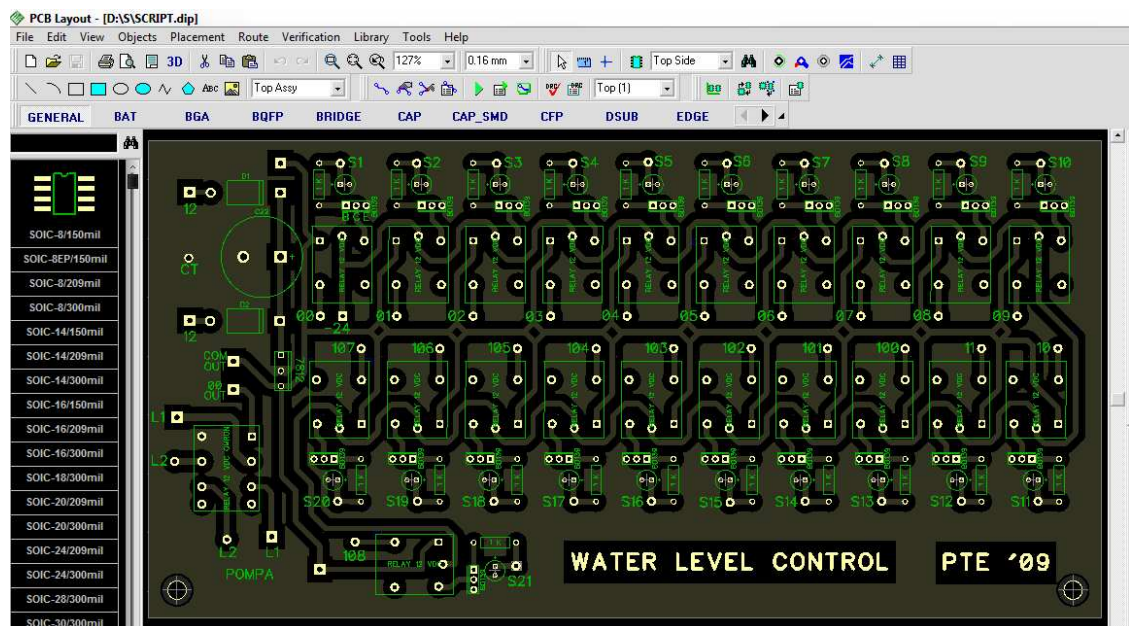




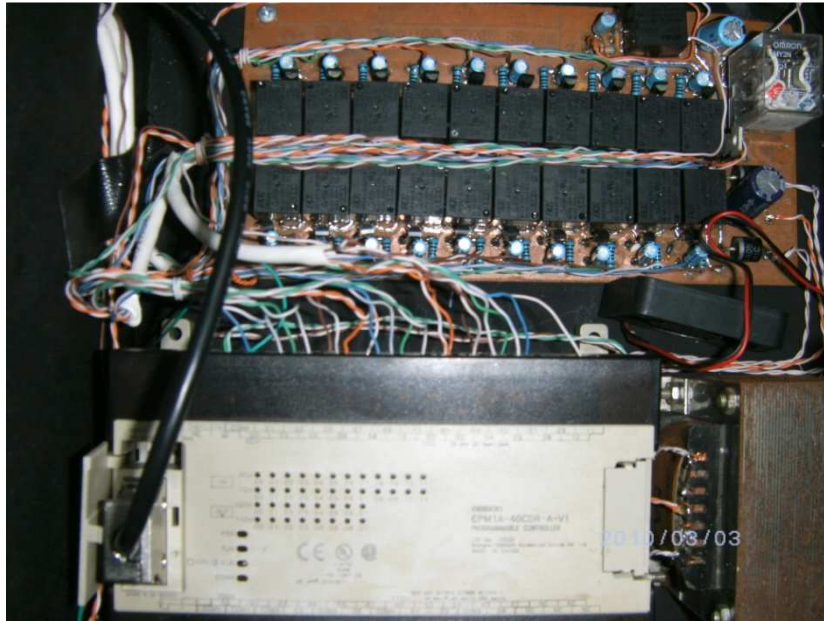
Gambar 4.7 Flowchart sistem water level control



Gambar 4.8 Skema unit *water level control*



Gambar 4.9 PCB *water level control* menggunakan *software diptrace*



Gambar 4.10 PLC dan unit sensor



Gambar 4.11 unit *water level control*





Gambar 4.12 keseluruhan alat

#### 4.1.1 Hasil baca sistem SCADA *water level control*

Hasil baca sistem SCADA *water level control* pada penelitian ini adalah sebagai variabel terikat yang dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu variasi *water level control*. Variasi *water level control* hanya dilakukan pada unit sensor masukan PLC, yaitu dengan mengganti sensor yang biasanya analog menjadi sensor digital. Karena sensor masukan adalah digital, maka diperlukan banyak sensor (segmen sensor) digital untuk mengetahui volume dan tinggi permukaan air.

Perencanaan posisi peletakan segmen sensor digital harus menyesuaikan dengan bentuk dan dimensi tandon atau toren (*storage tank*). Hal tersebut dikarenakan sensor digital hanya mengenal dua

kondisi, yaitu logika 1 dan 0. Pada penelitian ini tandon berbentuk tabung dengan jari-jari ( $r$ ) = 13,3 cm dan volume 10 liter, maka untuk peletakan masing-masing segmen sensor mengacu pada rumus volume tabung. Karena jumlah segmen sensor adalah 20, maka peletakan sensor direncanakan untuk volume 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10 liter, maka tinggi peletakan segmen sensor adalah:

$$\text{Volume} = 0,5 \text{ liter} = 0,5 \text{ dm}^3 = 0,0005 \text{ m}^3$$

$$\text{Jari-jari tandon (r)} = 13,3 \text{ cm} = 0,133 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \pi r^2 \times t$$

$$t = \frac{\text{volume}}{\pi r^2}$$

$$t = \frac{0,0005}{3,14 \times 0,133^2}$$

$$t = \frac{0,0005}{3,14 \times 0,0177}$$

$$t = \frac{0,0005}{0,055578}$$

$$t = 0,009 \text{ m} = 0,9 \text{ cm}$$

semua volume yang direncanakan dimasukkan kedalam rumus diatas, maka diperoleh tinggi peletakan segmen sensor 0,9; 1,8; 2,7; 3,6; 4,5; 5,4; 6,3; 7,2; 8,1; 9; 9,9; 10,8; 11,7; 12,6; 13,5; 14,4; 15,3; 16,2; 17,1; 18 cm.

Jika tandon diubah dimensinya menjadi volume = 5 liter dan  $r$  = 13,3 cm, dan peletakan sensor direncanakan untuk volume 0,25; 0,5;

0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 2,75; 3; 3,25; 3,5; 3,75; 4; 4,25;  
4,5; 4,75; 5 liter, maka tinggi peletakan segmen sensor adalah :

$$\text{Volume} = 0,25 \text{ liter} = 0,25 \text{ dm}^3 = 0,00025 \text{ m}^3$$

$$\text{Jari-jari tandon (r)} = 13,3 \text{ cm} = 0,133 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \pi r^2 \times t$$

$$t = \frac{\text{volume}}{\pi r^2}$$

$$t = \frac{0,00025}{3,14 \times 0,133^2}$$

$$t = \frac{0,00025}{3,14 \times 0,0177}$$

$$t = \frac{0,00025}{0,055578}$$

$$t = 0,0045 \text{ m} = 0,45 \text{ cm}$$

semua volume yang direncanakan dimasukkan kedalam rumus diatas,  
maka diperoleh tinggi peletakan segmen sensor 0,45; 0,9; 1,35; 1,8;  
2,25; 2,7; 3,15; 3,6; 4,05; 4,5; 4,95; 5,4; 5,85; 6,3; 6,75; 7,2; 7,65; 8,1;  
8,55; 9 cm.

Jika tandon diubah dimensinya menjadi volume = 18 liter dan r  
= 13,3 cm, dan peletakan sensor direncanakan untuk volume 0,9; 1,8;  
2,7; 3,6; 4,5; 5,4; 6,3; 7,2; 8,1; 9; 9,9; 10,8; 11,7; 12,6; 13,5; 14,4; 15,3;  
16,2; 17,1; 18 liter., maka tinggi peletakan segmen sensor adalah :

$$\text{Volume} = 0,9 \text{ liter} = 0,9 \text{ dm}^3 = 0,0009 \text{ m}^3$$

$$\text{Jari-jari tandon (r)} = 13,3 \text{ cm} = 0,133 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \pi r^2 \times t$$

$$t = \frac{\text{volume}}{\pi r^2}$$

$$t = \frac{0,0009}{3,14 \times 0,133^2}$$

$$t = \frac{0,0009}{3,14 \times 0,0177}$$

$$t = \frac{0,0009}{0,055578}$$

$$t = 0,016 \text{ m} = 1,6 \text{ cm}$$

semua volume yang direncanakan dimasukkan kedalam rumus diatas, maka diperoleh tinggi peletakan segmen sensor 1,6; 3,2; 4,8; 6,4; 8; 9,6; 11,2; 12,8; 14,4; 16; 17,6; 19,2; 20,8; 22,4; 24; 25,6; 27,2; 28,8; 30,4; 32 cm.

Tabel 4.1

Hasil baca sistem SCADA *water level control* tandon tabung V = 10 liter

No.	Volume air yang dimasukkan ke tandon (liter)	Hasil baca sistem SCADA		Sensor yang aktif
		Tinggi muka air (cm)	Volume (liter)	
1	0,5	0,9	0,5	Sensor 1
2	1	1,8	1	Sensor 2
3	1,5	2,7	1,5	Sensor 3
4	2	3,6	2	Sensor 4
5	2,5	4,5	2,5	Sensor 5

6	3	5,4	3	Sensor 6
7	3,5	6,3	3,5	Sensor 7
8	4	7,2	4	Sensor 8
9	4,5	8,1	4,5	Sensor 9
10	5	9	5	Sensor 10
11	5,5	9,9	5,5	Sensor 11
12	6	10,8	6	Sensor 12
13	6,5	11,7	6,5	Sensor 13
14	7	12,6	7	Sensor 14
15	7,5	13,5	7,5	Sensor 15
16	8	14,4	8	Sensor 16
17	8,5	15,3	8,5	Sensor 17
18	9	16,2	9	Sensor 18
19	9,5	17,1	9,5	Sensor 19
20	10	18	10	Sensor 20

Tabel 4.2

Hasil baca sistem SCADA *water level control* tandon tabung  $V = 5$  liter

No.	Volume air yang dimasukkan ke tandon (liter)	Hasil baca sistem SCADA		Sensor yang aktif
		Tinggi muka air (cm)	Volume (liter)	
1	0,25	0,45	0,25	Sensor 1
2	0,5	0,9	0,5	Sensor 2
3	0,75	1,35	0,75	Sensor 3
4	1	1,8	1	Sensor 4
5	1,25	2,25	1,25	Sensor 5
6	1,5	2,7	1,5	Sensor 6
7	1,75	3,15	1,75	Sensor 7
8	2	3,6	2	Sensor 8
9	2,25	4,05	2,25	Sensor 9
10	2,5	4,5	2,5	Sensor 10
11	2,75	4,95	2,75	Sensor 11
12	3	5,4	3	Sensor 12
13	3,25	5,85	3,25	Sensor 13
14	3,5	6,3	3,5	Sensor 14
15	3,75	6,75	3,75	Sensor 15

16	4	7,2	4	Sensor 16
17	4,25	7,65	4,25	Sensor 17
18	4,5	8,1	4,5	Sensor 18
19	4,75	8,55	4,75	Sensor 19
20	5	9	5	Sensor 20

Tabel 4.3

Hasil baca sistem SCADA *water level control* tandon tabung  $V = 18$  liter

No.	Volume air yang dimasukkan ke tandon (liter)	Hasil baca sistem SCADA		Sensor yang aktif
		Tinggi muka air (cm)	Volume (liter)	
1	0,9	1,6	0,9	Sensor 1
2	1,8	3,2	1,8	Sensor 2
3	2,7	4,8	2,7	Sensor 3
4	3,6	6,4	3,6	Sensor 4
5	4,5	8	4,5	Sensor 5
6	5,4	9,6	5,4	Sensor 6
7	6,3	11,2	6,3	Sensor 7
8	7,2	12,8	7,2	Sensor 8
9	8,1	14,4	8,1	Sensor 9

10	9	16	9	Sensor 10
11	9,9	17,6	9,9	Sensor 11
12	10,8	19,2	10,8	Sensor 12
13	11,7	20,8	11,7	Sensor 13
14	12,6	22,4	12,6	Sensor 14
15	13,5	24	13,5	Sensor 15
16	14,4	25,6	14,4	Sensor 16
17	15,3	27,2	15,3	Sensor 17
18	16,2	28,8	16,2	Sensor 18
19	17,1	30,4	17,1	Sensor 19
20	18	32	18	Sensor 20



## 4.2 Pembahasan

Variasi *water level control* dilakukan dengan mengganti sensor analog menjadi sensor digital, sehingga sensor harus dibagi menjadi beberapa segmen sensor. Dalam penelitian ini terdapat 20 segmen sensor digital sebagai masukan PLC. Karena sensor hanya dibagi menjadi 20 segmen, maka dalam pengukuran tinggi muka air dan volume dalam tandon hanya terjadi 20 pembacaan kondisi oleh sistem SCADA *water level control*.

Pada penelitian ini tandon yang digunakan berbentuk tabung dan memiliki volume = 10 liter dan jari-jari ( $r$ ) = 13,3 cm. Hasil baca sistem SCADA *water level control* dapat dilihat pada tabel 4.1 halaman 9, yaitu untuk tinggi muka air dari 0,9 hingga 18 cm, sedangkan volume dari 0,5 hingga 10 liter. Jika tandon diubah dimensinya menjadi volume = 5 liter, maka tinggi peletakan segmen sensor dapat dilihat pada tabel 4.2 halaman 11, yaitu untuk tinggi muka air dari 0,45 hingga 9 cm. Sedangkan volume yaitu dari 0,25 hingga 5 liter. Jika tandon diubah dimensinya menjadi volume = 18 liter, maka tinggi peletakan segmen sensor dapat dilihat pada tabel 4.3 halaman 12, yaitu untuk tinggi muka air dari 1,6 hingga 32 cm. Sedangkan volume dari 0,9 hingga 18 liter.

Jika tandon air diubah bentuk dan dimensinya, maka harus dilakukan penentuan kembali peletakan segmen sensor sesuai dengan volume tandon yang direncanakan. Peletakan segmen sensor mengacu pada rumus volume tandon, misal tandon berbentuk kubus harus menggunakan rumus volume kubus. Selain itu pada *software wonderware intouch* juga harus dilakukan

perubahan nilai *setting* tampilan agar proses penampilan nilai volume tandon dan tinggi muka air tandon sesuai dengan volume dan tinggi muka air yang sebenarnya.

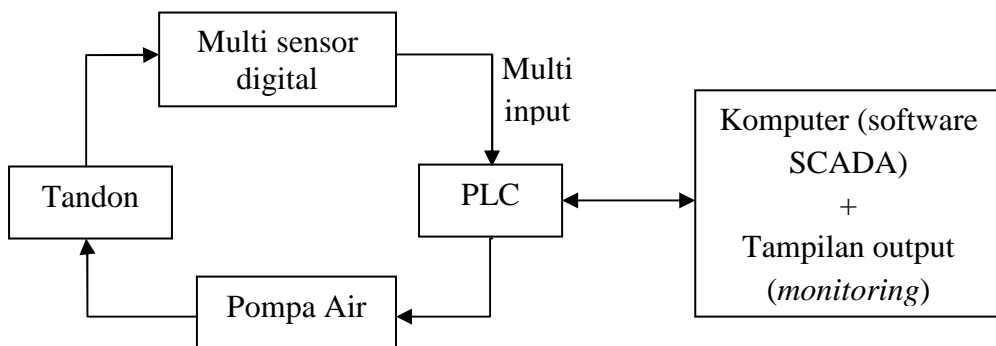
Dalam proses otomasi pompa, diperlukan dua titik acuan yaitu batas bawah atau batas minimal tinggi muka air agar pompa air mulai bekerja (*on*). Sedangkan batas atas atau batas maksimal tinggi muka air agar pompa air berhenti bekerja (*off*). Pada penelitian ini batas bawah atau batas minimal adalah 2,7 cm; 1,5 liter; sensor 3. Sedangkan batas atas atau batas maksimal adalah 18 cm; 10 liter; sensor 20.

Untuk mencegah pompa menyala pada saat sumber air habis, maka pada sumber air diberikan sebuah sensor. Pada penelitian ini sensor tersebut diletakan 8 cm dari dasar sumber. Pemberian sensor ini sangat diperlukan agar pompa air tidak mengalami kerusakan dan dapat menghemat energi listrik. Selain itu, dibawah tandon (*storage tank*) dan sumber air dipasang lampu LED (*Light Emiting Diode*) warna biru, masing-masing 4 buah lampu LED. Tujuan pemberian lampu LED ini adalah agar perubahan tinggi permukaan air dapat dipantau secara lebih jelas.

Pada penelitian ini fungsi SCADA terlihat jelas pada proses pengawasan (*supervisory*) dan proses pengendalian (*controlling*). Proses pengawasan (*supervisory*) bertujuan untuk mengetahui keseluruhan proses sistem secara langsung (*online* dan *real time*) melalui layar HMI (*Human Machine Interface*). Pada penelitian ini tampilan HMI *plant* dapat dilihat pada halaman 2 dan 3. Sedangkan proses pengendalian (*controlling*) bertujuan

untuk mengontrol proses-proses yang terjadi pada *plant* secara *realtime* dari jarak jauh. Pada penelitian ini proses kontrol diwujudkan dengan dibuatnya tombol *manual/otomatis* dan *start/stop* pada HMI *plant*. Tombol inilah yang berfungsi untuk mengendalikan pompa air secara langsung.

Sistem SCADA pada penelitian ini menggunakan banyak sensor (multi sensor) digital yang digunakan sebagai sensor level air. Multi sensor inilah yang digunakan sebagai multi input yang akan mengirimkan sinyal atau data ketinggian level air tandon (*storage tank*) ke PLC. PLC berfungsi sebagai RTU (*Remote Terminal Unit*) yang akan mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan (pompa air), mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU (*Master Terminal Unit*) atau komputer. Komputer (*software SCADA*) berfungsi sebagai MTU (*Master Terminal Unit*) yaitu menampilkan kondisi sistem pada operator melalui HMI (*Human Machine Interface*) secara *real time* dan dapat mengirimkan sinyal kontrol ke *plant*. Berikut ini bagan sistem SCADA *water level control*:



Gambar 4.13 Bagan sistem SCADA *water level control*

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan permasalahan, hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa, sistem SCADA *water level control* tanpa menggunakan modul *expansion analog to digital* PLC dapat diwujudkan dengan cara mengubah input PLC dari sensor analog menjadi sensor digital. Karena sensor yang digunakan adalah sensor digital, maka dibutuhkan banyak sensor (multi sensor) digital level air untuk mengukur tinggi muka air dan volume dalam tandon. Multi sensor digital level air dapat dibuat dengan memanfaatkan karakteristik transistor sebagai saklar. Dalam penelitian ini, multi sensor digital level air terbentuk dari 20 segmen sensor digital yang digunakan sebagai masukan PLC, sehingga dalam pengukuran tinggi muka air dan volume dalam tandon hanya terjadi 20 pembacaan kondisi oleh sistem SCADA *water level control*.

#### **5.2. Saran**

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses realisasi unit sistem SCADA *water level control* adalah:

1. Jika menggunakan kabel CIF02 sebagai penghubung PLC dan komputer/laptop, perlu dilakukan proses *update driver software* secara *online*, proses *update* ini dapat dilakukan pada menu *device manager* pada *control panel*. Jika menggunakan kabel *serial 232* sebagai penghubung,

proses koneksi dapat dilakukan dengan menginstal *driver* yang telah disertakan dalam pembelian paket kabel *port serial*. *COM port number* juga perlu diperhatikan dalam proses koneksi.

2. Pada proses inialisasi *tagname*, perlu diperhatikan alamat input PLC, agar tidak terjadi kesalahan penandaan *tagname* yang akan mengakibatkan kesalahan penampilan nilai baca sensor.
3. Penempatan posisi segmen sensor harus dilakukan secara tepat agar hasil pembacaan sensor lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ary. 1985. *Penelitian Eksperimen*. <http://gigihnamaku.blogspot.com/>. Diunduh pada tanggal 22 Mei 2013.
- Daryanto. 2000. *Pengetahuan Teknik Elektronika*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fahron, Nurul. 2011. *Pengenalan Intouch 10.1*. <http://duniakarya.wordpress.com>. Diunduh pada tanggal 22 Januari 2013.
- Gigih. 2013. *Penelitian Eksperimen*. <http://gigihnamaku.blogspot.com/>. Diunduh pada tanggal 22 Mei 2013.
- Gulo. 2002. *Modifikasi dan pengembangan metodologi*. [www.lontar.ui.ac.id](http://www.lontar.ui.ac.id). Diunduh pada tanggal 13 Mei 2013.
- Kasiram. 2008. *Penelitian Kuantitatif*. <http://statistikian.blogspot.com/>. Diunduh pada tanggal 19 Mei 2013.
- Sugiyono. 2010. *Penelitian Eksperimen*. <http://gigihnamaku.blogspot.com/>. Diunduh pada tanggal 22 Mei 2013.
- Wicaksono, Handy. 2012. *SCADA Software dengan Wonderware InTouch*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wiersma. 1991. *Penelitian Eksperimen*. <http://gigihnamaku.blogspot.com/>. Diunduh pada tanggal 22 Mei 2013.

# LAMPIRAN