



**SISTEM SCADA *LIQUID LEVEL CONTROL*
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
DENGAN *SOFTWARE WONDERWARE INTOUCH***

Tugas Akhir

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Program Studi DIII Teknik Elektro

Oleh

Saputra Setiawan NIM.5311312002

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

2015

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 22 Juli 2015

Penulis,



Saputra Setiawan
NIM.5311312002

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Saputra Setiawan
NIM : 5311312002
Program Studi : DIII Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem SCADA *Liquid Level Control* Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan *Software* Wonderware Intouch

Tugas akhir ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian tugas akhir Program Studi DIII Teknik Elektro FT. UNNES.

Semarang 22 Juli 2015

Pembimbing,



Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T.

NIP. 196803161999031001

PENGESAHAN


Tugas Akhir dengan judul Sistem SCADA *Liquid Level Control* Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan *Software* Wonderware Intouch telah dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 5 bulan November tahun 2015.

Oleh


Nama : Saputra Settiawan
NIM : 5311312002
Program Studi : DIII Teknik Elektro

Panitia:


Ketua Panitia


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


Penguji I


Drs. Herdi Saputra
NIP. 195705081986011001

Sekretaris


Riana Defi Mahadji Putro, S.T., M.T.
NIP. 197609182005012001

Penguji II/Pembimbing


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

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES

UNNES
Dr. Nur Qudus M.T.
NIP. 196911301994031001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. “Sesungguhnya Allah SWT tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali mereka sendiri yang merubahnya. (Qs.Ar Ra’d:11)”
2. “Orang yang tidak pernah melakukan kesalahan adalah orang yang tidak pernah mencoba melakukan hal baru (A. Einstein)”

PERSEMBAHAN

1. Ucapan syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat dan berkah yang senantiasa diberikan.
2. Ibu dan Bapak tercinta yang selalu mendoakan dan memotivasi.
3. Kakak dan Adik tercinta.
4. Teman-teman yang telah membantu, mendukung, dan selalu memberikan motivasi.
5. Almamater tempat saya menuntut ilmu.

ABSTRAK

Setiawan, Saputra. Juli. 2015. **Sistem SCADA *liquid level control* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan *software wonderware intouch***. Dosen Pembimbing: Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Dalam sebuah industri penggunaan tangki banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan proses produksi. Tangki tidak hanya digunakan sebagai media penyimpanan tetapi juga digunakan untuk menjaga kelancaran ketersediaan cairan yang diperlukan selama proses produksi berlangsung. Pentingnya penggunaan tangki tersebut mengharuskan pekerja untuk memonitor ketinggian cairan dalam tangki secara terus menerus, tentu saja dalam proses *monitoring* yang dilakukan berulang kali menghabiskan banyak waktu dan tenaga pekerja dan juga memungkinkan terjadinya *human error* dalam sisi pencatatan data. Berdasarkan permasalahan diatas penulis memiliki tujuan untuk menciptakan sistem SCADA *liquid level control* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan *software wonderware intouch*, agar dapat memudahkan pekerja dalam proses *monitoring* dan pengendalian sistem serta dapat mengurangi terjadinya *human error* dalam sisi pencatatan data.

Dalam proses realisasi alat, penulis membagi kedalam dua tahap yaitu; Perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri dari menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, mempelajari fungsi dari alat dan bahan tersebut, serta membuat flowchart agar alat yang dibuat sesuai dengan yang diharapkan. Sedangkan dalam tahap perancangan perangkat lunak, penulis mempelajari, membuat sekaligus menguji program sebelum digunakan dalam sistem.

Dengan rancangan seperti yang dijelaskan diatas, penulis memperoleh hasil bahwa sistem SCADA *liquid level control* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat memudahkan pekerja dalam proses *monitoring* dan pengendalian sistem serta menghasilkan pembacaan yang akurat dengan rata - rata kesalahan sebesar 3.68%. Yang perlu diperhatikan dalam proses realisasi alat adalah penempatan sensor ultrasonik harus stabil (tidak berubah posisi), serta memperhatikan proses inisialisasi *tag name* dalam pembuatan HMI wonderware agar tidak terjadi kegagalan sistem.

Kata kunci: SCADA, *Liquid Level Control*, *Wonderware Intouch*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Sistem SCADA *liquid level control* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan *software wonderware intouch*” dengan lancar. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu pernyataan meraih gelar Ahli Madya pada Program Studi DIII Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Tugas akhir 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 serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor UNNES atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus M.T. Dekan Fakultas Teknik UNNES yang telah memberikan ijin dalam penyusunan tugas akhir ini.


3. Drs. Suryono, M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro UNNES yang telah memberikan ijin dalam penyusunan tugas akhir ini.

3. Drs. Suryono, M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro UNNES yang telah memberikan ijin dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Riana Defi Mahadji Putro, S.T., M.T. Ketua Program Studi Teknik Elektro UNNES yang telah memberikan persetujuan topik tugas akhir.
5. Drs. Herdi Saputra. Sebagai Dosen Wali Rombel 1 Program Studi Teknik Elektro UNNES.
6. Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T. Sebagai Dosen Pembimbing.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2012 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 AWT. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam kemajuan dunia pendidikan dan secara umum kepada semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 22 Juli 2015



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Permasalahan	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Teori	5
2.1.1 <i>Liquid Level Control</i>	5
2.1.2 SCADA	8
2.1.2.1 Pengertian SCADA	8
2.1.2.2 Arsitektur SCADA	10
2.1.3 Sistem <i>Liquid Level Control</i> menggucakan SCADA	12
2.1.4 Programmable Logic Controller (PLC)	13
2.1.5 Fuse	16
2.1.6 Sensor Ultrasonik	17
2.1.7 Relay	19
2.1.8 Selenoid Valve	21
2.1.9 Arduino	22
2.1.10 IC L293D	23
2.2. Kerangka Berfikir	25
BAB III PERANCANGAN SISTEM	26
3.1 Definisi Perancangan	26
3.2 Skematik Denah Penempatan Alat	27
3.3 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	28
3.4 Alat Dan Bahan	29
3.5 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil	47
4.1.1 Hasil Akhir Realisasi Alat (<i>Unit</i>)	47
4.1.2 Hasil Baca Sistem SCADA <i>Liquid Level Control</i>	49
4.2 Pembahasan	50
4.2.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	52
4.2.2 Pengujian Rangkaian IC L293D	54
4.2.3 Pengujian PLC	58
4.2.4 Pengujian HMI	63
4.2.5 Pengujian Pembacaan Sistem	65
BAB V PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam pembuatan sistem	29
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem	30
Tabel 3.3 Daftar tagname	44
Tabel 3.4 Daftar animation link	46
Tabel 4.1 Hasil pembacaan sistem SCADA <i>liquid level control</i>	50
Tabel 4.2 Hasil Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04	53
Tabel 4.3 Pengujian kondisi IC L293D	56
Tabel 4.4 Hasil Pengujian IC L293D	57
Tabel 4.5 Pengujian PLC Siemens S7-1200	58
Tabel 4.6 Ketelitian Pengukuran Sistem	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model kontrol level cairan <i>level switch</i>	6
Gambar 2.2 <i>Liquid level control</i> model Elektronik	8
Gambar 2.3 Supervisory Control	9
Gambar 2.4 Data Acquisition	9
Gambar 2.5 Arsitektur Dasar SCADA	11
Gambar 2.6 Hubungan PLC dan input/output device	15
Gambar 2.7 Skema sistem SCADA sederhana	16
Gambar 2.8 Fuse (Sekering)	17
Gambar 2.9 Pantulan Gelombang Ultrasonik	17
Gambar 2.10 Sensor Ultrasonik HC-SR04	19
Gambar 2.11 Relay	20
Gambar 2.12 Bagian-bagian selenoid valve	21
Gambar 2.13 <i>Board</i> Arduino Uno	23
Gambar 2.14 Konstruksi Pin dan bentuk fisik IC L293D	23
Gambar 3.1 Denah Penempatan Alat	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem	31
Gambar 3.3 Skematik rangkaian sistem SCADA <i>liquid level control</i>	32

Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> sistem <i>liquid level control</i>	33
Gambar 3.5 Program Arduino	34
Gambar 3.6 <i>Conversion Operations</i>	36
Gambar 3.7 <i>Math functions</i>	36
Gambar 3.8 <i>Math functions 2</i>	37
Gambar 3.9 <i>Math functions 3</i>	37
Gambar 3.10 Program PLC Siemens dengan <i>software</i> TIA Portal	38
Gambar 3.11 Membuka program wonderware intouch	39
Gambar 3.12 Membuat program SCADA baru 1	39
Gambar 3.13 Membuat program SCADA baru 2	40
Gambar 3.14 Membuat program SCADA baru 3	40
Gambar 3.15 Membuat program SCADA baru 4	41
Gambar 3.16 Membuat lembar kerja baru	41
Gambar 3.17 Lembar kerja yang telah dibuat	42
Gambar 3.18 Tampilan HMI <i>liquid level control</i>	42
Gambar 3.19 Tampilan tool wizard	43
Gambar 3.20 Tampilan objek Tangki dalam Symbol Factory	43
Gambar 3.21 Pembuatan Tagname	44
Gambar 3.22 Tampilan animation link	45
Gambar 4.1 Tampilan plant HMI SCADA <i>liquid level control</i>	47
Gambar 4.2 PLC dan Box Arduino	48

Gambar 4.3 Unit <i>liquid level control</i>	48
Gambar 4.4 Tampilan keseluruhan alat	49
Gambar 4.5 Alur kerja sistem SCADA <i>liquid level control</i>	51
Gambar 4.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang digunakan.....	52
Gambar 4.7 Letak probe osiloskop untuk melihat bentuk gelombang ultrasonic	53
Gambar 4.8 Letak probe osiloskop untuk melihat output PWM Arduino	55
Gambar 4.9 Skematik IC L293D	55
Gambar 4.10 Kondisi cairan dalam tangki saat <i>low level</i>	63
Gambar 4.11 Kondisi cairan dalam tangki saat normal	63
Gambar 4.12 Kondisi cairan dalam tangki saat <i>high level</i>	64
Gambar 4.13 Kondisi pompa air dalam keadaan hidup	64
Gambar 4.14 Kondisi selenoid valve dalam keadaan hidup	64

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kalkulasi Biaya Pembuatan Alat.
2. Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04.
3. Tutorial Instalasi Software Wonderware dan TIA PORTAL.
4. Surat Penetapan Dosen Pembimbing.
5. Surat Tugas Panitia Ujian Diploma.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sebuah industri penggunaan tangki banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan proses produksi. Tangki tidak hanya digunakan sebagai media penyimpanan tetapi juga digunakan untuk menjaga kelancaran ketersediaan cairan yang diperlukan selama proses produksi berlangsung. (Sumber: Listantya, Budi Ginanjar. 2012. "Tipe-Tipe Tangki Penyimpanan".)

Pentingnya penggunaan tangki tersebut mengharuskan tangki berada pada ketinggian normal agar proses produksi tidak terganggu. Hal tersebut menimbulkan permasalahan yaitu pekerja harus memonitor ketinggian cairan secara terus menerus, tentu saja dalam proses monitoring yang dilakukan berulang kali menghabiskan banyak waktu dan membutuhkan tenaga ekstra pekerja. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah teknologi pengendali jarak jauh yang dapat memudahkan pekerja dalam proses monitoring dan mengontrol sistem secara *real time*.

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 *liquid level control* adalah salah satu sistem otomasi yang banyak digunakan dalam dunia industri. Sistem *liquid level control* merupakan sebuah sistem yang menjamin kontinuitas persediaan cairan dalam sebuah tangki yang digunakan untuk proses industri. Dengan dukungan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) proses *monitoring* dan pengendalian sistem akan sangat dimudahkan, karena dalam prosesnya sistem bekerja melakukan pengambilan data secara *real time* untuk digunakan kembali dalam proses berikutnya secara kontinu. (Sumber: Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. “Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software wonderware intouch*”)

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* ini relatif mudah diterapkan dengan PLC yang bermerk sama, namun cukup sulit untuk berhubungan PLC jenis lain. Jenis yang kedua ialah *software* SCADA yang dibuat oleh non vendor PLC (missal: *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 Identifikasi Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun di atas maka dapat ditarik beberapa permasalahan, antara lain:

1. Selama proses industri berlangsung, pekerja harus memantau isi cairan dalam tangki secara terus menerus, proses pemantauan ini menghabiskan banyak waktu dan menguras tenaga pekerja. Dengan banyaknya waktu yang terbuang mengakibatkan berkurangnya hasil produksi.
2. Proses monitoring dan pengendalian sistem secara manual dan berlangsung terus menerus juga beresiko menimbulkan kesalahan (*human error*) dalam sisi pencatatan data, maka dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat menampilkan data dengan lebih akurat.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dirumuskan dari permasalahan diatas adalah bagaimana menciptakan sebuah sistem *Liquid Level Control* yang dapat memudahkan pekerja dalam proses monitoring dan pengendalian sistem secara *real time*, serta dapat mengurangi kemungkinan terjadinya *human error*.

1.4 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Cairan yang dimonitoring dalam tangki dapat berupa air, minyak, oli atau senyawa lain berbentuk cair.
2. Pada proses pembuatan sistem SCADA *liquid level control* ini menggunakan PLC Siemens S7-1200 CPU 1211C Tipe DC/DC/Relay, sedangkan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) menggunakan software SCADA *Wonderware Intouch*, dan sensor yang digunakan adalah sensor *ultrasonik* HC-SR04.

1.5 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah menciptakan sistem SCADA *liquid level control* menggunakan sensor ultrasonik dengan HMI (*Human Machine Interface*) dari *software wonderware intouch* untuk memudahkan pekerja dalam proses monitoring dan pengendalian sistem secara *real time*, serta dapat mengurangi *human error*.

1.6 Manfaat

Tugas akhir ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian lanjutan agar sistem yang telah diciptakan dapat lebih dikembangkan dan disempurnakan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 *Liquid Level Control*

Tangki penampungan cairan atau sering disebut toren atau tandon (*storage tank*) sangat umum dipakai di industri. Fungsinya cukup vital yaitu sebagai cadangan cairan yang siap digunakan untuk kebutuhan proses industri, sehingga tangki harus dalam ketinggian (*level*) normal.

Umumnya pengisian cairan dalam tangki dikontrol secara otomatis oleh suatu mekanisme pengaturan yang akan mengisi cairan bila volume cairan tinggal sedikit dan menghentikannya bila sudah penuh. Cukup merepotkan bila kontrol pengisian cairan dilakukan manual oleh pekerja pabrik. Karena selain harus menunggu sekian lama sampai cairan mulai naik, cairan yang ada di dalam tangki juga berpotensi terbuang akibat lupa mematikan pompa air.

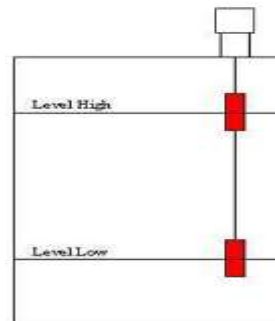
Rangkaian *liquid level control* atau rangkaian kendali *level* cairan merupakan salah satu aplikasi dari rangkaian konvensional dalam bidang tenaga listrik yang diaplikasikan pada motor listrik khususnya motor induksi untuk pompa air. (Sumber: Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. “Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software wonderware intouch*”)

Fungsi dari rangkaian *liquid level control* adalah untuk mengontrol *level* cairan pada jarak jauh dalam sebuah tangki penampungan yang banyak dijumpai di industri, dimana pada level tertentu motor listrik atau pompa air akan beroperasi dan pada level tertentu juga pompa air akan mati.

Ada beberapa model *control level* cairan yang banyak digunakan di industri-industri seperti:

1. Model *Level Switch*

Model *Level Switch* menggunakan kontak relay yang bersifat elektrik, ada yang menyebutnya dengan *liquid level relay*. Pada model ini terdapat 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* cairan di tangki rendah maka mesin cairan akan *start* dan kemudian *stop* bila levelnya sudah tinggi, sesuai dengan *setting* posisi dari dua buah *sinker* tersebut.



Gambar 2.1 Model kontrol level cairan *level switch*

(Sumber: Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. “Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software wonderware intouch*”)

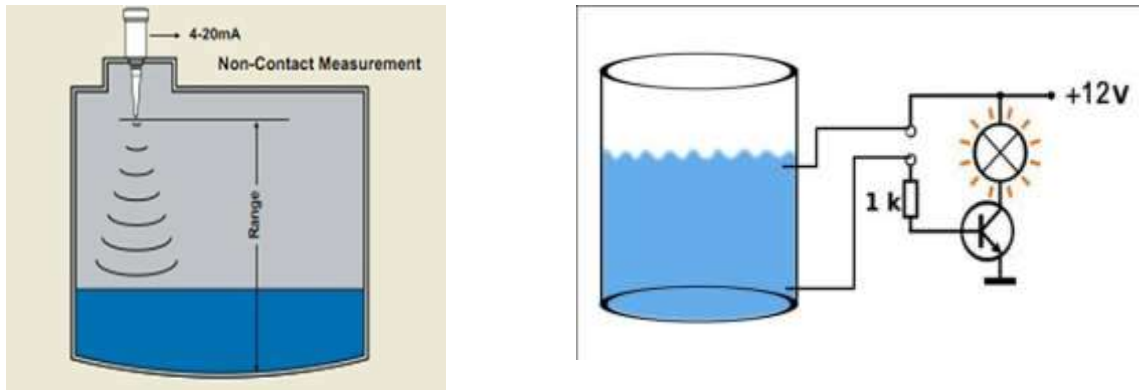
2. Model Elektronik

Sesuai dengan namanya, model elektronik menggunakan komponen elektronika sebagai pengontrolan *start/stop* pompa air. Sistem ini murni elektronis.

Saat level cairan dalam tangki turun mencapai *level low*, maka alat ini secara elektronis akan mengaktifkan kontak *relay* yang terhubung dengan pompa air, dan pompa air akan *start*. Bila level cairan sudah mencapai level *high*, maka pompa air akan *stop* secara otomatis.

Ada beberapa jenis transmitter dan sensor yang digunakan dalam model ini, diantaranya yaitu: transmitter ultrasonic, sensor transistor, dll.

Dalam skala industri besar yang sering digunakan adalah transmitter ultrasonic, karena transmitter ultrasonic sudah menghasilkan output berupa sinyal arus (4-20mA) atau tegangan (0-10V) yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian secara *real time*. Sedangkan untuk skala industri kecil dan rumah biasa menggunakan sensor transistor, hal tersebut karena selain mudah dalam proses pembuatannya, sensor ini juga sangat murah dibanding sensor yang lain. Sensor ini memanfaatkan karakteristik transistor sebagai saklar.



(A) Menggunakan Transmitter Ultrasonik (B) Menggunakan Transistor

Gambar 2.2 *Liquid level control* model Elektronik

(Sumber: Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. “Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software* wonderware intouch”)

2.1.2 SCADA

2.1.2.1 Pengertian SCADA

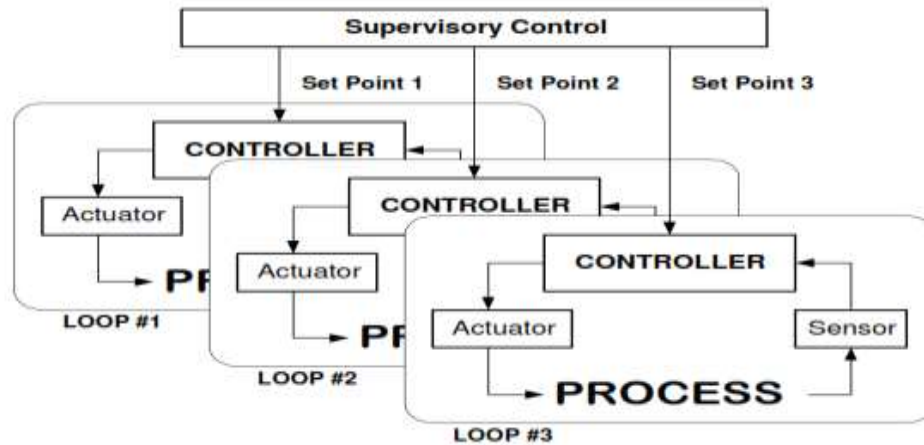
SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) dapat didefinisikan dari kepanjangan itu sendiri:

Supervisory Control: Sistem yang berfungsi untuk memberikan instruksi kendali dan mengawasi kerja suatu proses tertentu.

Data Acquisition : Sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan, dan memproses data untuk kemudian disajikan sesuai kebutuhan yang dikehendaki.

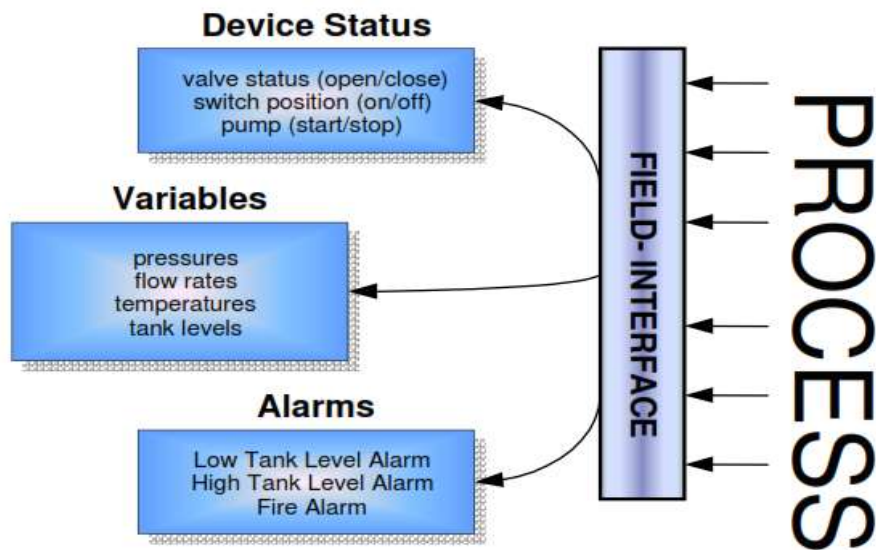
Jadi sistem SCADA adalah sistem berbasis komputer yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data terhadap suatu proses tertentu

secara *real time*. (Sumber: Tri Wibowo, Cahyo. 2015. “Pelatihan PLC – SCADA”)



Gambar 2.3 Supervisory Control

(Sumber: Tri Wibowo, Cahyo. 2015. “Pelatihan PLC – SCADA”)



Gambar 2.4 Data Acquisition

(Sumber: Tri Wibowo, Cahyo. 2015. “Pelatihan PLC – SCADA”)

2.1.2.2 Arsitektur SCADA

Arsitektur dasar dari sebuah sistem SCADA terdiri dari *Plant/field device*, RTU, MTU, HMI, Protokol komunikasi, *Database Server*. Berikut ini penjelasan dari masing-masing bagiannya:

1. *Plant/field device*

Suatu proses di lapangan yang diwakili oleh sensor dan actuator. Nilai sensor dan actuator inilah yang umumnya diawasi dan dikendalikan supaya objek/*plant* berjalan sesuai dengan yang diinginkan operator.

2. RTU (*Remote Terminal Unit*)

Berupa PLC, berfungsi sebagai pengendali *plant/field device*, mengirim sinyal kontrol, mengambil data dari plant, mengirim ke MTU. Kecepatan pengiriman data antara RTU dan alat yang dikontrol relatif tinggi dan metode kontrol yang digunakan umumnya *closed loop*.

3. MTU (*Master Terminal Unit*)

Dapat berupa PLC ataupun PC, MTU bertindak sebagai master bagi RTU, MTU berfungsi mengumpulkan data dari satu atau beberapa RTU, melakukan koordinasi dengan memberi perintah ke RTU untuk menjaga agar proses berjalan dengan stabil dan memberikan data ke server/HMI.

4. HMI (*Human Machine Interface*)

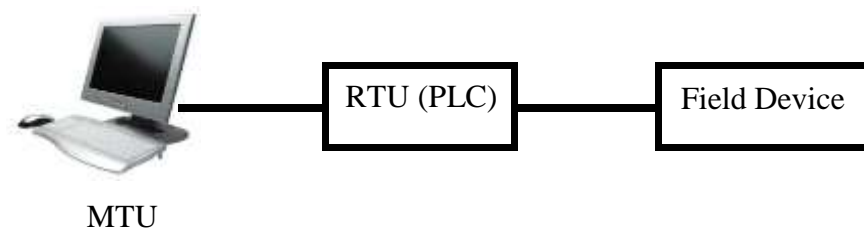
HMI merupakan bagian terpenting dari sistem SCADA karena fungsinya dalam menampilkan data pada suatu perangkat yang komunikatif dan animatif, dan sebagai “jembatan” antarmuka untuk komunikasi antara mesin dengan manusia (*operator*) untuk memahami proses yang terjadi pada mesin.

5. Protokol Komunikasi

Sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengizinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer.

6. *Database Server*

Mencatat data pengendalian.



Gambar 2.5 Arsitektur Dasar SCADA

(Sumber: Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. “Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software wonderware intouch*”)

2.1.3 Sistem *Liquid Level Control* menggunakan SCADA

Seperti yang telah dijelaskan di depan, bahwa fungsi dari rangkaian *liquid level control* adalah untuk mengontrol *level* cairan dalam sebuah tangki penampungan yang banyak dijumpai di rumah-rumah dan industri dimana pada *level* tertentu pompa air akan beroperasi dan pada *level* tertentu juga pompa air akan mati. Untuk skala rumahan sistem *liquid 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 (*real time*) sehingga dapat membantu dan mempermudah manajemen dalam mengambil keputusan berkaitan dengan distribusi cairan yang akan digunakan untuk proses industri.

Dalam sistem *liquid level control* menggunakan SCADA, terdapat enam komponen penting yang digunakan untuk menunjang sistem ini seperti: PLC (*Programmable Logic Controller*), Sensor Level Air (*Ultrasonic Sensor*), Tangki Air (*Storage Tank*), Pompa Air (*Pump*), Kran air (*Solenoid Valve*), Komputer (*Software SCADA*).

Berikut ini adalah fungsi dari masing-masing komponen tersebut.

1. PLC (*Programmable Logic Controller*)

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.

2. Sensor Ketinggian Cairan (*Ultrasonic Sensor*)

Berfungsi mengirimkan sinyal atau data ketinggian level cairan dalam tangki (*Storage Tank*) ke RTU/PLC.

3. Tangki (*Storage Tank*)

Berfungsi sebagai tempat penampung cairan sekaligus objek untuk diawasi.

4. Pompa Air (*Pump*)

Berfungsi memindahkan cairan dari sumber menuju tangki (*Storage Tank*).

5. Kran Air (*Solenoid Valve*)

Berfungsi mengalirkan cairan dari tangki (*Storage Tank*).

6. 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.

2.1.4 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.

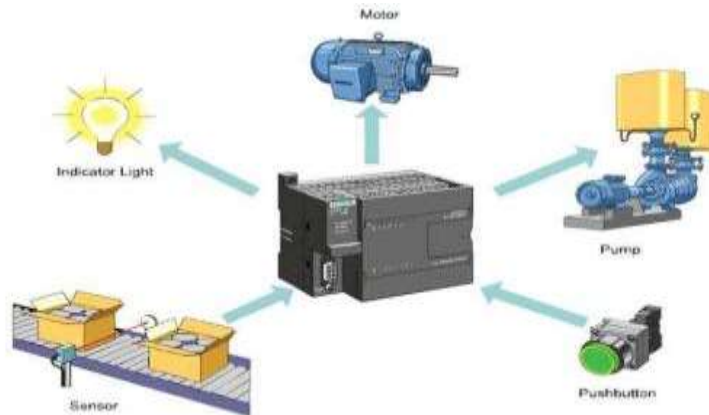
Controller Pengendali (otak) dari suatu sistem.

Sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang ada pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, berupa menghidupkan atau mematikan keluaran. Program yang digunakan adalah berupa *ladder diagram* yang kemudian harus dijalankan oleh PLC. Dengan kata lain PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada *instrument* keluaran yang berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. Proses yang di kontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinu seperti pada sistem-sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (*on/off*) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya.

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

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

Untuk memperjelas, pada gambar 2.6 dapat dilihat diagram hubungan PLC dan *input/output device*.



Gambar 2.6 Hubungan PLC dan input/output device

(Sumber: Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. “Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software wonderware intouch*”)

Dari penjelasan di atas, didapatkan definisi sebagai berikut:

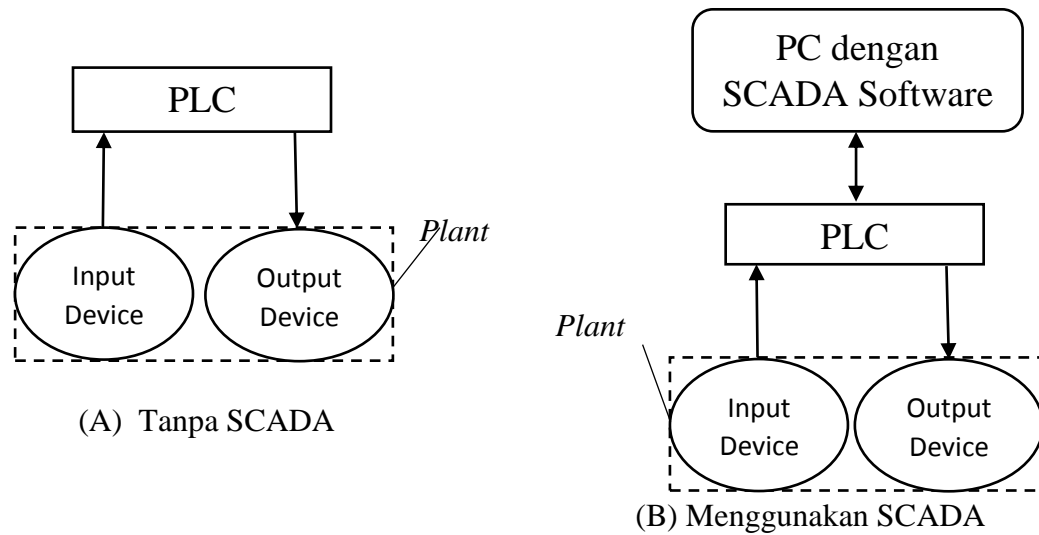
Input device: Benda fisik yang memicu eksekusi logika/program pada PLC.

Contoh: Saklar, sensor.

Output device: Benda fisik yang diaktifkan oleh PLC sebagai hasil eksekusi program.

Contoh: motor DC, motor AC, Relay.

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* relative besar dan akurasi yang dibutuhkan dalam sistem relative tinggi maka sangat diperlukan suatu sistem SCADA. Skema sistem SCADA sederhana yang diimplementasikan melalui program komputer nampak pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Skema sistem SCADA sederhana

2.1.5 Fuse

Fuse atau sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam sebuah rangkaian elektronika maupun perangkat listrik. Fuse (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh arus listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (*short circuit*) dalam sebuah peralatan listrik/elektronika. Dengan putusnya Fuse (sekering) tersebut, maka arus listrik berlebih (*short circuit*) tersebut tidak dapat masuk ke dalam PLC sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat didalam PLC. Karena fungsinya yang dapat melindungi peralatan listrik dan peralatan elektronika dari kerusakan akibat arus listrik berlebih, maka fuse atau sekering juga sering disebut sebagai “Pengaman Listrik”.

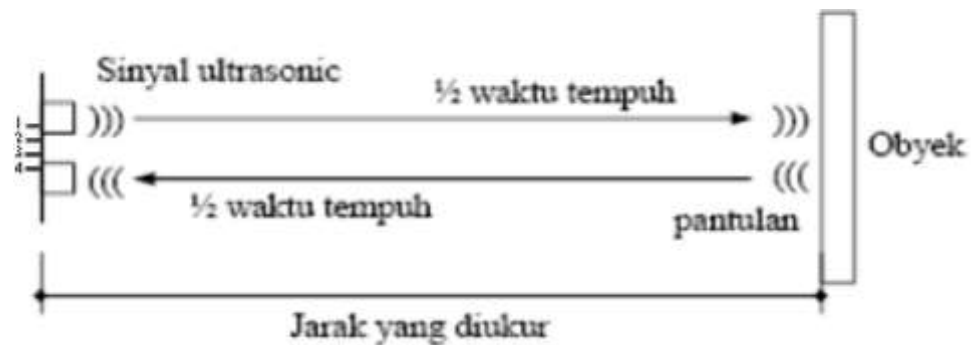


Gambar 2.8 Fuse (Sekering)

(Sumber: Iksan. 2013. “Fungsi Sekering atau Fuse”.)

2.1.6 Sensor Ultrasonik

Metode yang digunakan untuk mengukur jarak objek menggunakan sensor ultrasonik yaitu dengan memanfaatkan pemancaran gelombang transmitter ultrasonik yang mengenai suatu benda kemudian dipantulkan kembali ke asal sinyal kemudian diterima oleh Receiver ultrasonik.



Gambar 2.9 Pantulan Gelombang Ultrasonik

(Sumber: Kurniawan, Yuda. _____. “Implementasi Ultrasonik leveldetektor pada sistem monitoring tangki pendam pada SPBU”)

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama selang waktu yang telah ditentukan kemudian mendeteksi pantulan oleh benda tersebut. Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 340 meter per detik, Perhitungan waktu yang diperlukan modul sensor untuk menerima pantulan pada jarak tertentu mempunyai rumus:

$$jarak = \frac{t(s) \times 340(m/s)}{2}$$

. Rumus diatas mempunyai keterangan sebagai berikut. jarak adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan obyek yang terdeteksi. (340) adalah cepat rambat gelombang ultrasonik di udara dengan kecepatan normal (340 meter per detik) dan (t) adalah selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang. (Sumber: Sasonto, Hari. 2015. “Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian & Cara Kerjanya”.)

Pada Sensor ultrasonic HC-SR04 sendiri memiliki kemampuan dalam mengukur benda pada jarak 2cm-400cm dengan tingkat ketepatan mencapai 3mm. Sehingga dengan menggunakan Sensor tipe ini dirasa cukup mampu untuk menghasilkan sistem *liquid level control* dengan akurasi yang baik.



Gambar 2.10 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber: Sasonto, Hari. 2015. “Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian & Cara Kerjanya”.)

2.1.7 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal (*electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (sepasang kontak saklar/*switch*).

Relay yang paling sederhana adalah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya/energi listrik.

Jadi secara sederhana dapat disimpulkan bahwa relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh energi listrik. Secara umum, relay digunakan untuk memenuhi fungsi-fungsi berikut:

1. *Remote control*: Dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan Daya: Memperkuat arus atau tegangan.
3. Pengatur logika kontrol suatu sistem.



Gambar 2.11 Relay

(Sumber: Kho, Dickson. 2015. “Pengertian Relay Dan Fungsinya”.)

Relay terdiri dari coil dan contact dimana coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.

Contact ada 2 jenis:

1. Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open).
2. Normally Close (kondisi awal sebelum diaktifkan close).

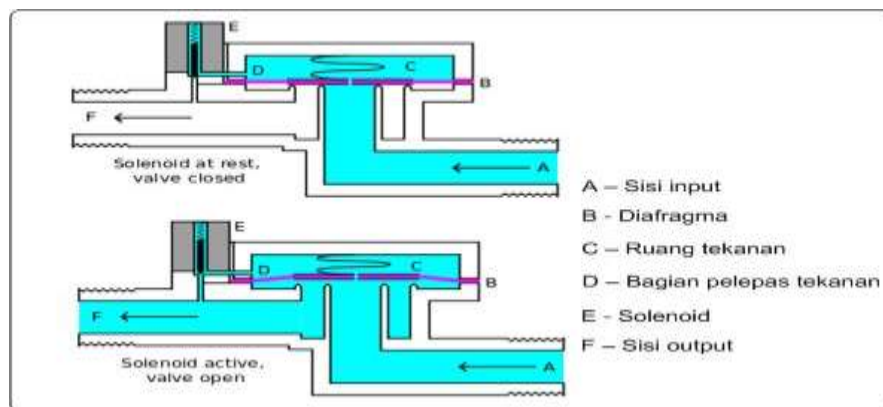
Secara prinsip kerja dari relay: ketika coil mendapat energi listrik (energized), akan timbul gaya electromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.

Relay ini dapat digunakan untuk mengendalikan pompa air yang bekerja pada tegangan 220VAC.

2.1.8 Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan energi listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/solenoida. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida, seperti sistem pada sebuah tandon/tangki air yang membutuhkan solenoid sebagai pengatur ketinggian air baik digunakan untuk pengisian air maupun pembuangan air.

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan/coil mendapatkan tegangan arus listrik sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja solenoid valve adalah 100/220VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24VDC). Sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan solenoida tersebut, dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C akan turun dan tekanan fluida masuk mengangkat diafragma, katup utama akan terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F.



Gambar 2.12 Bagian-bagian solenoid valve

(Sumber: Dermanto, Triukeni. 2013. “Pengertian dan Prinsip Kerja Solenoid Valve”)

2.1.9 Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis actuator lainnya. Arduino uno merupakan salah satu dari banyak jenis arduino yang ada dipasaran.

Arduino uno merupakan sebuah *board minimum system* mikrokontroller yang bersifat *open source*, di dalam rangkaian *board* arduino terdapat mikrokontroller ARV seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroller yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai Bahasa pemrograman sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroller di dalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroller yang lain masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroller. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.



Gambar 2.13 *Board* Arduino Uno

(Sumber: Hendriono, Dede. 2014. “Mengenal Arduino Uno”.)

Penggunaan arduino dalam sistem *liquid level control* karena sensor ultrasonik yang digunakan berbasis mikro, dengan bantuan arduino dan IC L293D maka data yang dibaca sensor ultrasonik akan diubah ke bentuk tegangan 0-10VDC untuk dijadikan sebagai input PLC.

2.1.10 IC L293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus untuk driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL (Transistor - transistor logic) maupun mikrokontroler. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalir arus 1 Ampere tiap drivernya.



Gambar 2.14 Konstruksi Pin dan bentuk fisik IC L293D

(Sumber: Purnama, Agus. 2012. ”Driver Motor IC L293D”.)

Adapun fungsi Pin IC L293D adalah sebagai berikut:

1. Pin EN (Enable, EN1,2, EN3,4) berfungsi untuk mengizinkan driver menerima perintah menggerakkan motor dc.
2. Pin In (Input 1,2,3,4) adalah pin input sinyal kendali motor dc.
3. Pin Out (Output 1,2,3,4) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor dc.
4. Pin VCC (V_s , V_{ss}) adalah jalur input tegangan sumber driver motor dc dimana V_{ss} adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol driver (biasanya diberikan tegangan 5 volt) dan V_s adalah jalur input sumber tegangan untuk motor dc yang dikendalikan (biasanya digunakan tegangan 12 volt).
5. Pin GND (Ground) adalah jalur yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan.

Penggunaan IC L293D dalam sistem *liquid level control* digunakan karena IC tersebut dapat menghasilkan *output* berupa tegangan, dengan bantuan arduino maka data yang terbaca oleh sensor ultrasonik dilanjutkan ke IC L293D untuk diubah ke dalam bentuk tegangan 0-10VDC untuk dijadikan sebagai input PLC.

2.2 Kerangka Berfikir

Dalam sebuah industri penggunaan tangki banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan proses produksi, baik digunakan sebagai media penyimpanan maupun media untuk menjaga kelancaran ketersediaan cairan yang diperlukan selama proses produksi berlangsung. Hal tersebut menimbulkan permasalahan dimana pekerja harus memonitor ketinggian cairan secara terus menerus, dan dalam proses monitoring yang dilakukan berulang kali tersebut tentu saja menghabiskan banyak waktu dan membutuhkan tenaga ekstra pekerja.

Pada saat ini perkembangan teknologi industri begitu pesat, salah satunya adalah sistem *Liquid level control*. *Liquid level control* merupakan salah satu sistem kendali yang digunakan untuk mengatur ketinggian cairan dalam tangki. SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) juga merupakan salah satu teknologi industri yang sedang berkembang saat ini, SCADA dapat menampilkan keseluruhan proses serta pengambilan data dalam sebuah HMI dengan mudah dan sederhana.

Dengan memanfaatkan sistem kendali *liquid level control*, SCADA, dan sensor ultrasonik yang merupakan salah satu *analog sensor*, diharapkan dapat tercipta sebuah sistem yang dapat memudahkan pekerja dalam melakukan

proses monitoring dan pengendalian sistem, serta dapat mengurangi kesalahan pencatatan akibat (*human error*).

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Definisi Perancangan

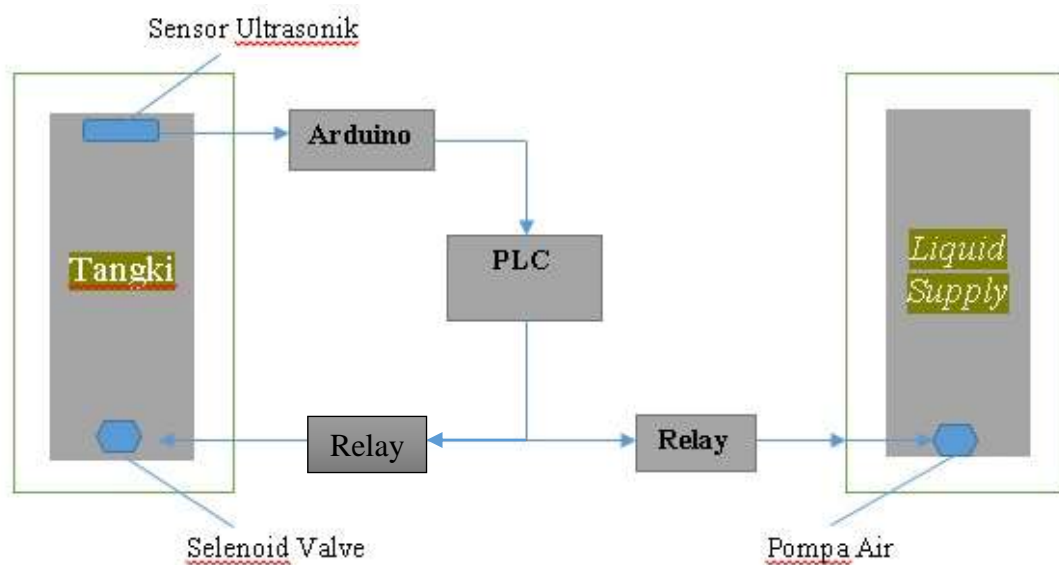
Perancangan adalah proses menuangkan ide dan gagasan berdasarkan teori-teori dasar yang mendukung. Proses perancangan dapat dilakukan dengan cara pemilihan komponen yang akan digunakan, mempelajari karakteristik dan data fisiknya, membuat rangkaian skematik dengan melihat fungsi-fungsi komponen yang dipelajari.

Perancangan 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.

Pada tahap perancangan ini dibagi menjadi 2 tahap perancangan. Tahap pertama adalah perancangan perangkat keras (*hardware*). Tahap kedua adalah perancangan perangkat lunak (*software*) pada Arduino, PLC, dan HMI.

3.2 Skematik Denah Penempatan Alat

Gambar di bawah ini merupakan penempatan alat yang akan dirancang.



Gambar 3.1 Denah Penempatan Alat

Pada bagian atas tangki terdapat sebuah sensor ultrasonik dan pada bagian bawah terdapat sebuah solenoid valve. Tangki digunakan sebagai penampung cairan untuk diukur ketinggiannya, sensor ultrasonik berfungsi untuk

mendeteksi pergerakan ketinggian cairan di dalam tangki, sedangkan solenoid valve berfungsi untuk mengeluarkan cairan dari dalam tangki.

Pada bagian *Liquid Supply* terdapat sebuah pompa air didasarnya, *Liquid supply* disini digunakan sebagai tempat persediaan cairan dan sebagai tempat pembuangan cairan dari tangki, Pompa air berfungsi untuk mengalirkan cairan dari *water supply* ke dalam tangki.

Data yang terbaca oleh sensor ultrasonik diubah di dalam Arduino dengan bantuan IC L293D menjadi bentuk tegangan 0-10VDC, setelah diubah tegangan tersebut dijadikan sebagai input analog untuk PLC, PLC merupakan *controller* yang digunakan dalam sistem ini berfungsi sebagai penerima input dari sensor dan pengendali *actuator* seperti solenoid valve dan pompa air. Karena pompa air yang digunakan memiliki tegangan kerja 220VAC sedangkan output PLC hanya 24VDC maka digunakan sebuah relay dengan tegangan kerja 24VDC agar dapat mengendalikan pompa air tersebut.

3.3 Perencanaan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada bagian perancangan perangkat keras hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

1. Pembuatan blok diagram sistem secara lengkap, dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman mengenai cara kerja alat yang akan dibuat.
2. Penentuan spesifikasi komponen yang akan diperlukan.

3. Penentuan komponen perangkat keras yang akan digunakan. Adapun dalam pemilihan komponen tersebut berdasarkan pada komponen yang mudah didapatkan dipasaran lokal.
4. Perancangan skema rangkaian secara lengkap untuk memudahkan dalam merangkai komponen yang telah dibeli.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Dalam proses pembuatan alat, penulis harus menentukan berbagai macam alat yang digunakan untuk mempermudah pengerjaan, baik itu peralatan listrik maupun peralatan mekanis. Peralatan tersebut seyogyanya akan mendukung dan mempermudah dalam pembuatan sistem SCADA *liquid level control*.

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam pembuatan sistem

NO	Nama Alat	Jumlah
1	Multitester (AVO meter)	1
2	Obeng (+) dan (-)	1
3	Gergaji	1
4	Gunting	1
5	Solder	1

6	Spidol	1
7	Amplas	Secukupnya
8	<i>Glue Gun</i>	1
9	Kunci Pas	1

3.4.2 Bahan

Bahan atau material merupakan hal terpenting dalam proses pembuatan alat, karena dari kumpulan bermacam bahan inilah akan tercipta sebuah sistem SCADA *liquid level control*.

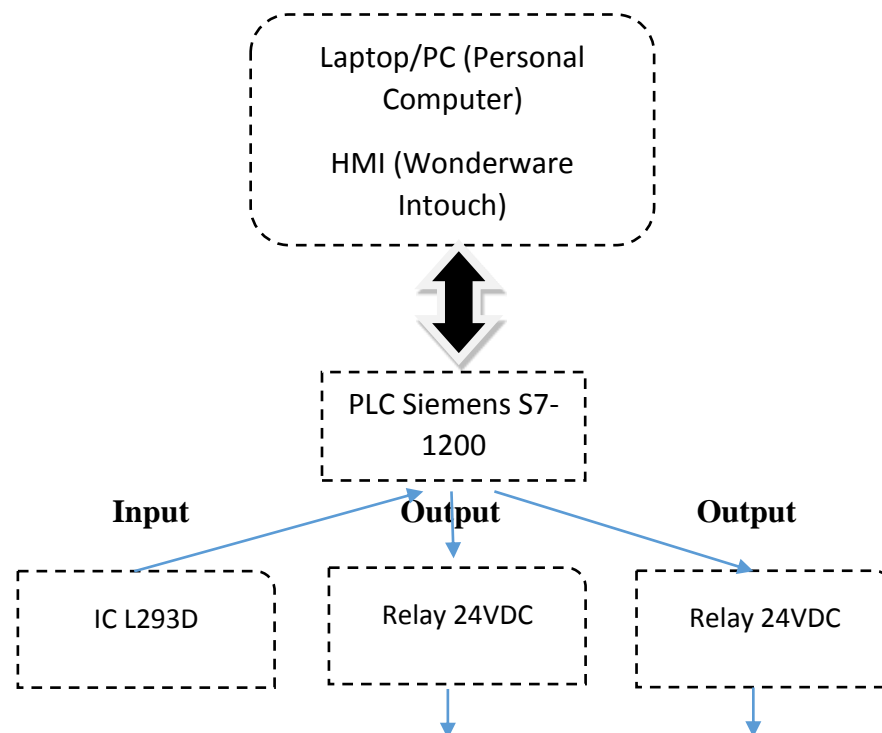
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem

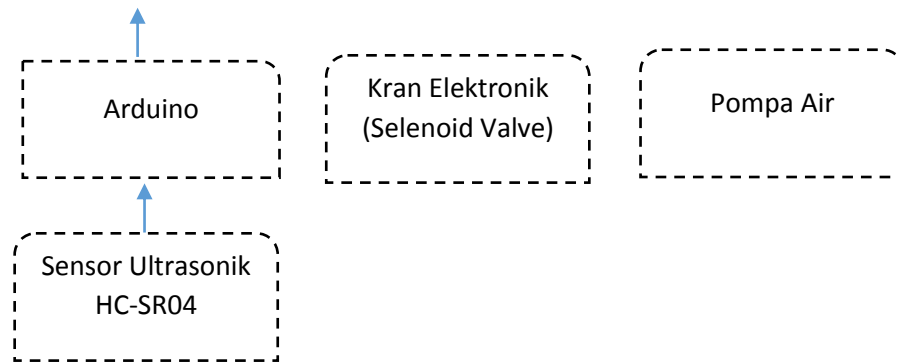
NO	Nama Bahan	Jumlah
1	PLC S7-1200 CPU 1211C DC/DC/Relay	1
2	Software Wonderware Intouch	1
3	Arduino Uno	1
4	Software Arduino	1
5	Kabel LAN	2
6	IC L293D	1
7	Adaptor 24VDC	1
8	Adaptor 12VDC	1
9	Adaptor 9VDC	1
10	Solenoid Valve	1
11	Galon air 5Liter	1
12	Sensor Ultrasonik HC-SR04	1
13	Potensiometer 5 Kohm	1
14	Kotak Hitam Kecil	1
15	Kotak Hitam Besar	1
16	Fuse	1
17	Relay 24VDC 5P	2

18	DIN Rail	1
19	Jack DC	7
20	Soket DC	8
21	Kabel	10
22	Steker	1
23	Besi siku lubang	3
24	Mur + Baut	62
25	Kaca 18x18x25	1
26	Stop Kontak 5 Lubang 5 Meter	1
27	Kabel jumper	4
28	Pylox	1
29	Selang	2
30	Pompa Air	1
31	Resistor	12
32	Led biru	10

Seluruh perangkat/komponen yang digunakan dalam perancangan alat ini

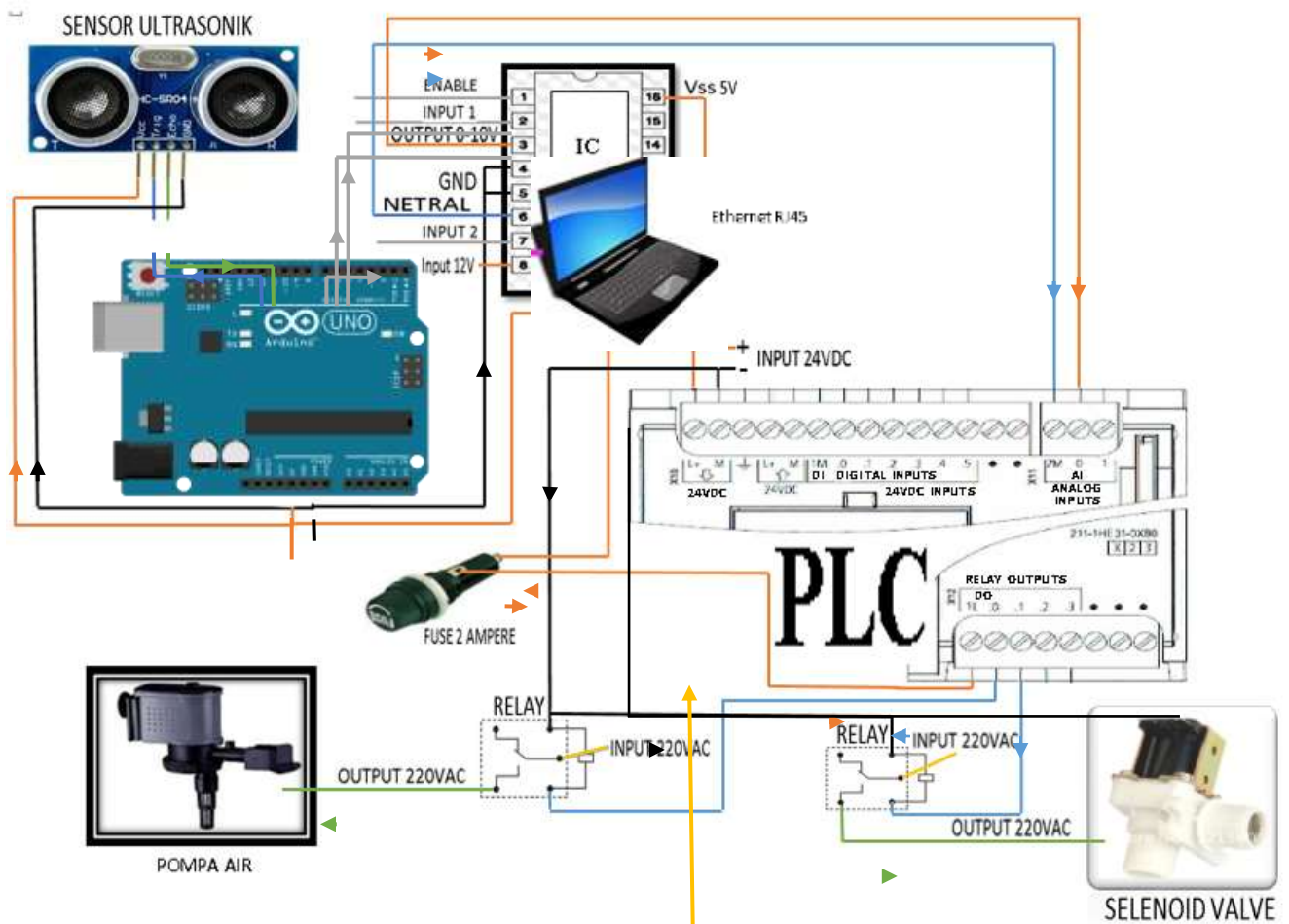
tersusun dalam blok diagram di bawah ini:





Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

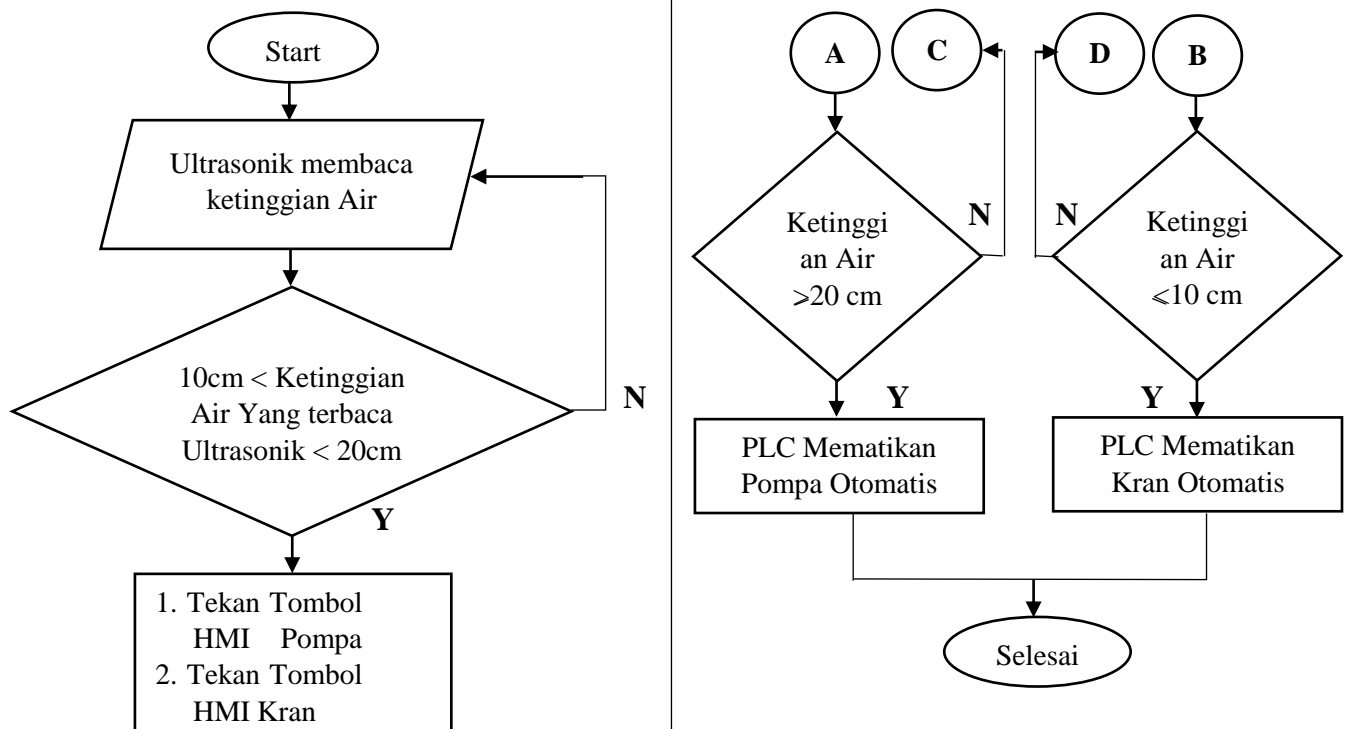
Berikut adalah skema rangkaian yang digunakan dalam sistem SCADA liquid level control.

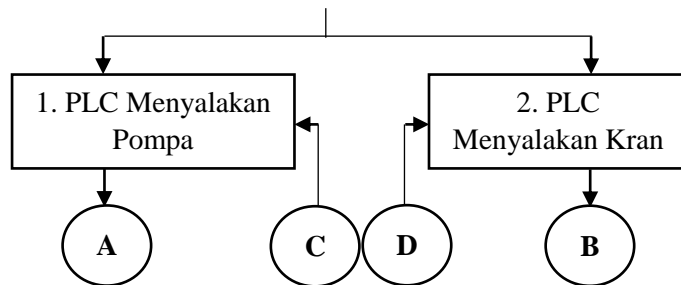


Gambar 3.3 Skematik rangkaian sistem SCADA *liquid level control*

3.5 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Setelah perangkat keras dirancang, maka langkah selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengatur kinerja keseluruhan sistem yang terdiri dari beberapa perangkat keras sehingga sistem ini dapat bekerja dengan baik. Perancangan ini dimulai dengan pembuatan program untuk arduino, pembuatan ladder PLC dengan menggunakan *software* TIA portal versi 12.0, Pembuatan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) SCADA menggunakan *software* wonderware intouch. Berikut adalah *flowchart sistem liquid level control* dan rancangan program *software* guna menunjang sistem.





Gambar 3.4 Flowchart sistem *liquid level control*

```

last_sketch | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help

last_sketch

#include <NewPing.h>

#define TRIGGER_PIN 12 // Arduino pin tied to trigger
#define ECHO_PIN 11 // Arduino pin tied to echo pin
#define MAX_DISTANCE 65 // Maximum distance we want to p

NewPing sonar (TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE); // M

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Open serial monitor at 115200
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
}
  
```

```

void loop() {
    delay(500); // Wait 200ms between p
    unsigned int uS = sonar.ping(); // Send ping, get ping ti
    int jarak = uS / US_ROUNDTRIP_CM;
    Serial.print("Ping: ");
    Serial.print(jarak); // Convert ping time to distance in
    Serial.println("cm");
    digitalWrite(6,HIGH);
    digitalWrite(7,LOW);
    int out = 255-(jarak*11.0869565);
    analogWrite(5,out);
}

```

Done Saving.

18 Arduino Uno on COM6

Gambar 3.5 Program Arduino

Dalam perhitungan *analog input* PLC kita menggunakan *function block* scaling yang berlandaskan pada rumus persamaan regresi linier.

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga dapat digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel. Penggunaan rumus ini bertujuan meramalkan bagaimana keadaan (naik turunnya) variabel dependen, bila ada satu variabel independen sebagai prediktor dimanipulasikan (dinaik turunkan nilainya).

Rumus dari persamaan regresi linier yang digunakan adalah sebagai berikut: $(Y - Y_1) / (Y_2 - Y_1) = (X - X_1) / (X_2 - X_1)$. (Sumber: _____. 2015. “Regresi Linier”)

Variabel yang digunakan dalam rumus ini adalah sebagai berikut:

X = Variabel yang terbaca oleh input PLC (Variabel Independen).

Y1 = Nilai minimal yang ditampilkan.

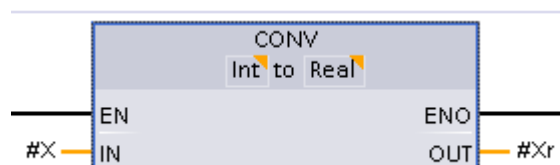
Y2 = Nilai maksimal yang ditampilkan.

X1 = Nilai minimal analog PLC Siemens S7-1200 (0).

X2 = Nilai maksimal analog PLC Siemens S7-1200 (27648).

Y = Variabel yang dihasilkan (Variabel Dependen).

Rumus yang tertera diatas dimasukkan kedalam ladder scaling.

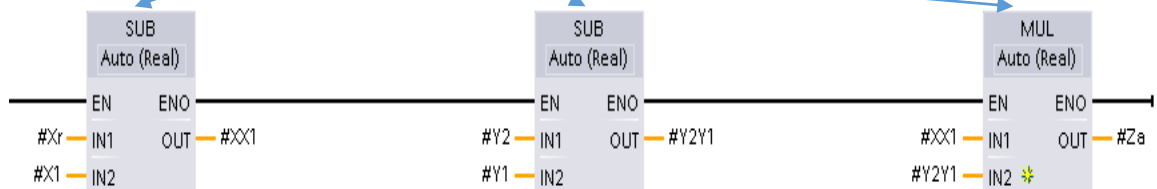


Gambar. 3.6 Conversion Operations

Nilai independen X yang terbaca harus diubah dulu kedalam bentuk Real. Selanjutnya membuat ladder berdasarkan rumus regresi linier (Scaling).

$$(Y-Y_1) / (Y_2-Y_1) = (X-X_1) / (X_2-X_1)$$

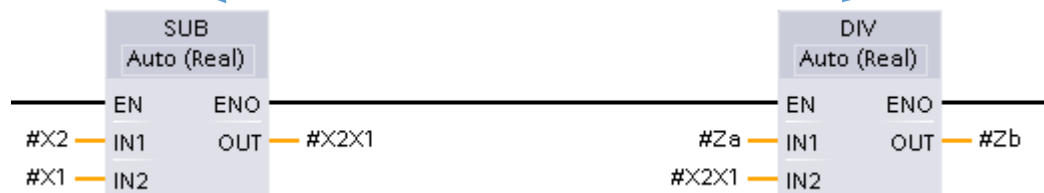
$$(Y-Y_1) = \{(X-X_1) (Y_2-Y_1)\} / (X_2-X_1)$$



Gambar. 3.7 Math functions

Selesaikan pengurangan $(X-X_1)$ dan (Y_2-Y_1) setelah itu kalikan kedua hasilnya $(XX1.Y2Y1)$ sehingga menghasilkan Za .

Rumus yang tersisa adalah: $(Y-Y_1) = (Za) / (X_2-X_1)$

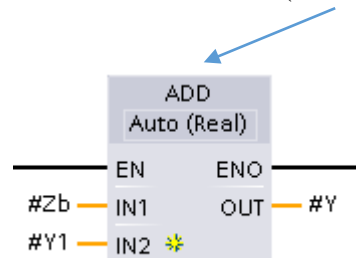


Gambar 3.8 Math functions 2

Kurangi $(X_2 - X_1)$ dan kemudian hasilnya dikalikan dengan Z_a sehingga menghasilkan Z_b .

Rumus yang tersisa adalah: $(Y - Y_1) = (Z_b)$

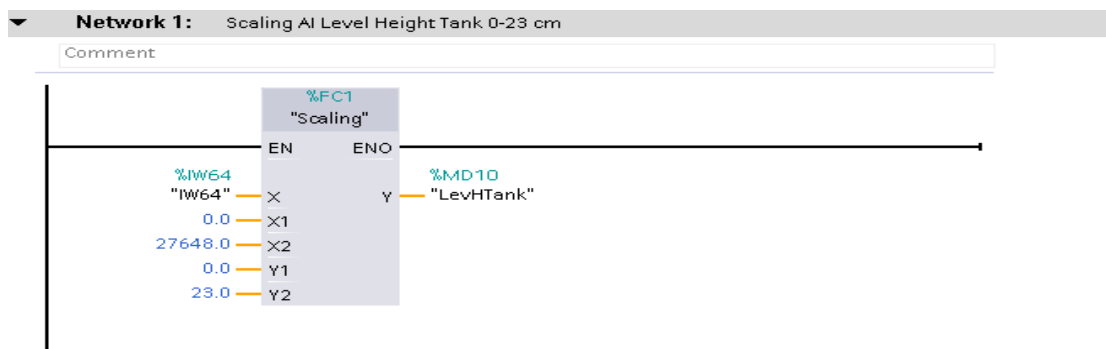
$$Y = (Z_b + Y_1)$$

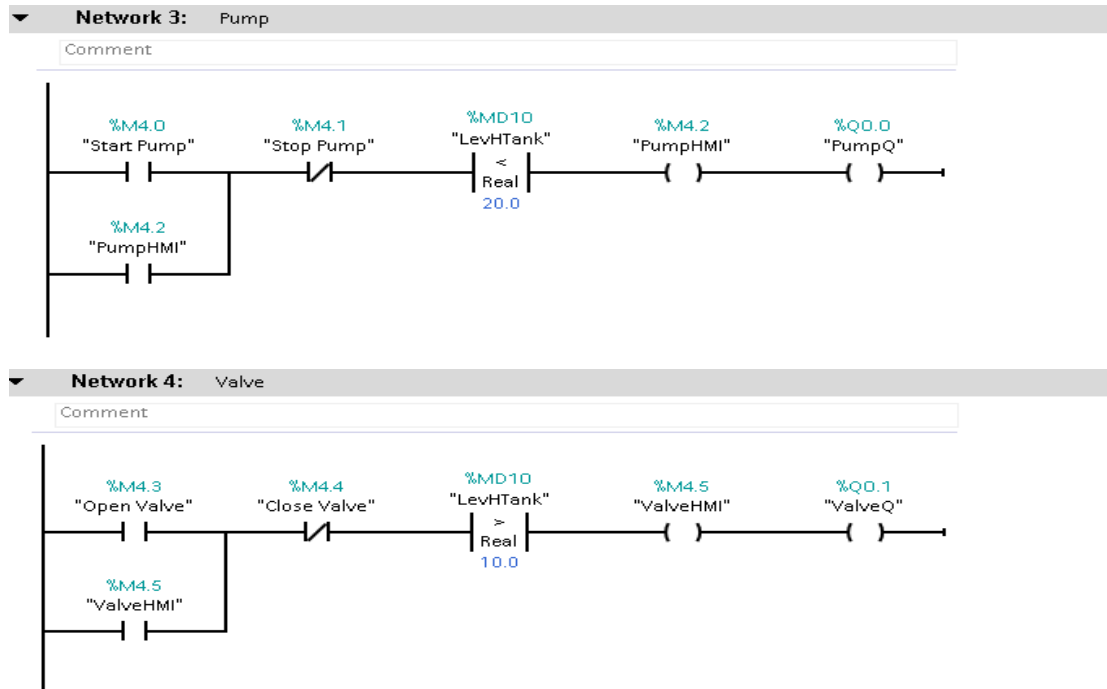


Gambar 3.9 *Math functions 3*

Terakhir jumlahkan antara $(Z_b + Y_1)$, hasil dari penjumlahan tersebut adalah (Y) , dimana (Y) merupakan nilai yang dihasilkan akibat pengaruh variabel independen (X) .

Berikut ladder diagram berdasarkan rumus persamaan regresi linier yang telah dibuat diatas.



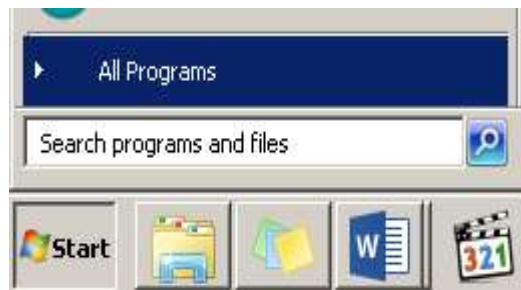


Gambar 3.10 Program PLC Siemens dengan *software* TIA Portal

Dalam pembuatan tampilan HMI menggunakan *software* wonderware intouch, pertama kali yang harus dilakukan adalah:


1. Buka program wonderware intouch.

“Klik **Start > All Programs > wonderware > Intouch**”



Gambar 3.11 Membuka program wonderware intouch

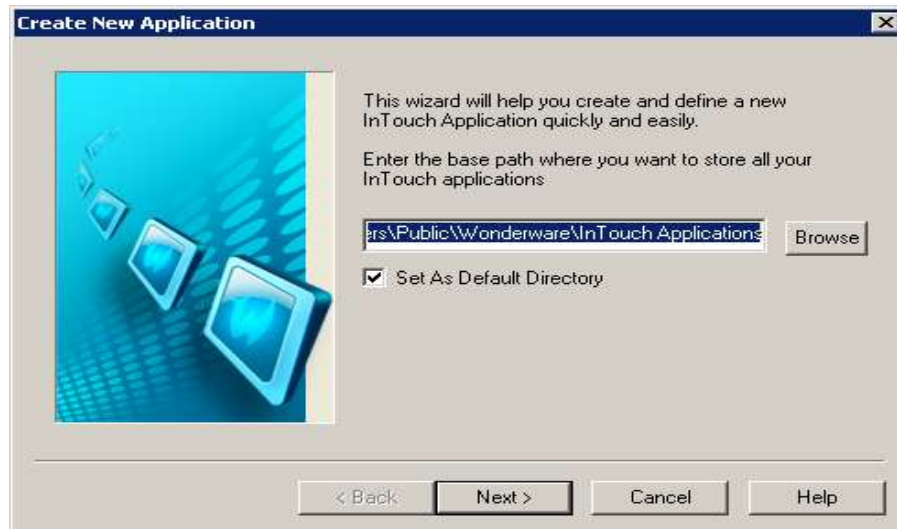
2. Buat program SCADA baru.

Membuat program SCADA baru dapat dengan menekan shortcut , “Ctrl+N” atau “Klik **File** > **New**”.



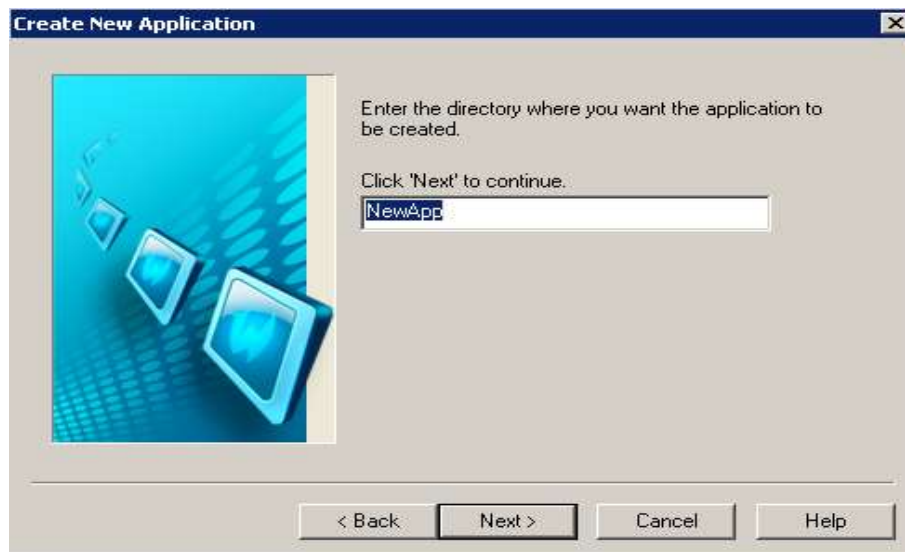
Gambar 3.12 Membuat program SCADA baru 1

Lalu akan muncul tampilan dibawah ini:



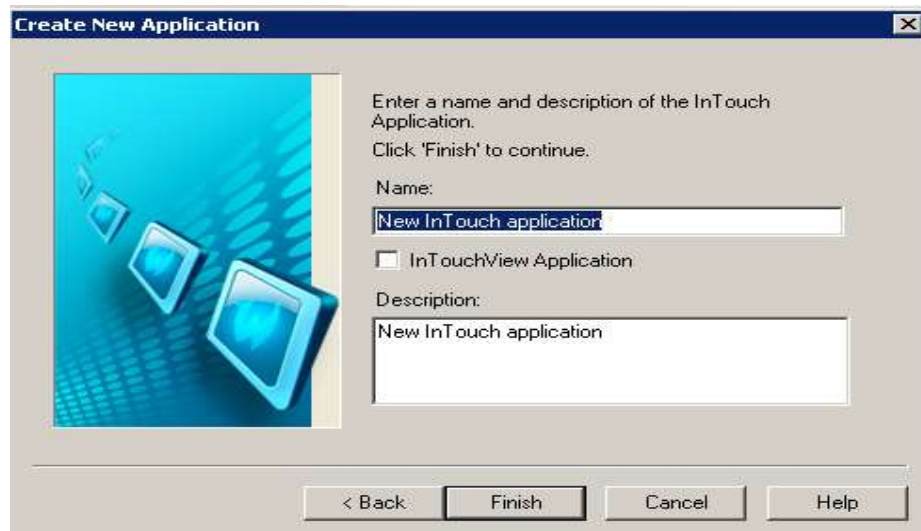
Gambar 3.13 Membuat program SCADA baru 2

Klik **Browse** untuk memilih tempat penyimpanan data > Klik **Next**.



Gambar 3.14 Membuat program SCADA baru 3

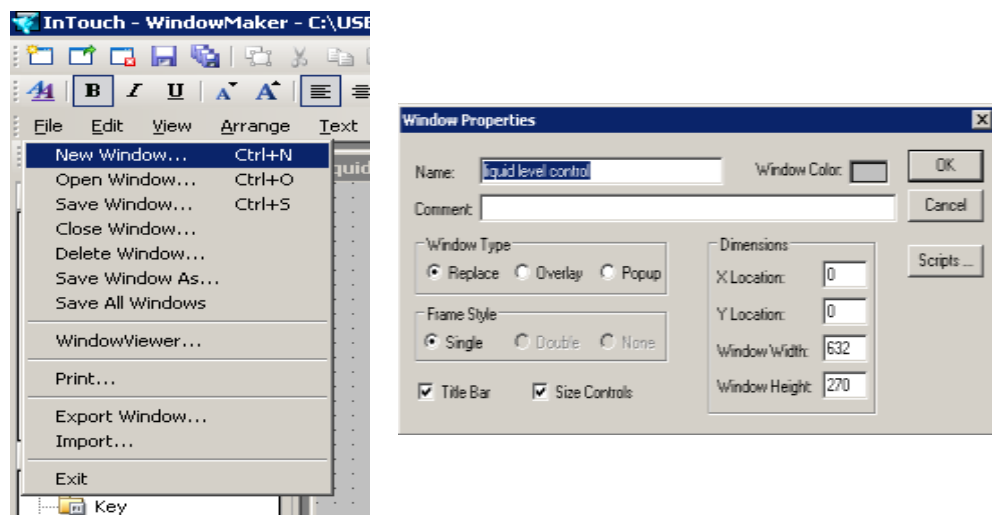
klik **Next**.



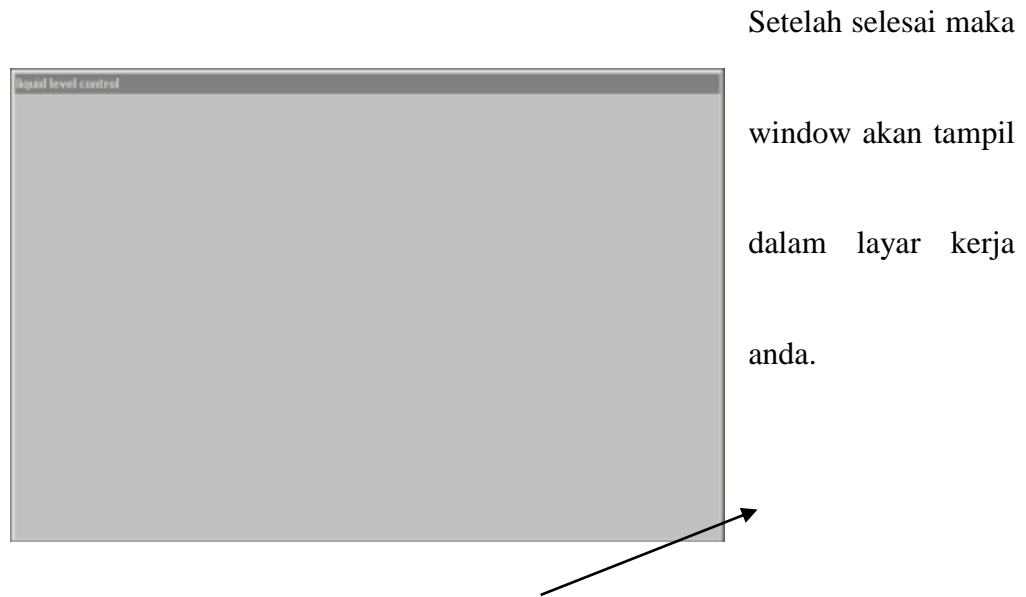
Gambar 3.15 Membuat program SCADA baru 4

Ubah nama sesuai dengan keinginan kemudian klik **Finish**.

3. Membuat lembar kerja baru dengan klik **file > New Window >** beri nama pada kolom **Name** dan atur **properties window**. Klik **OK**.

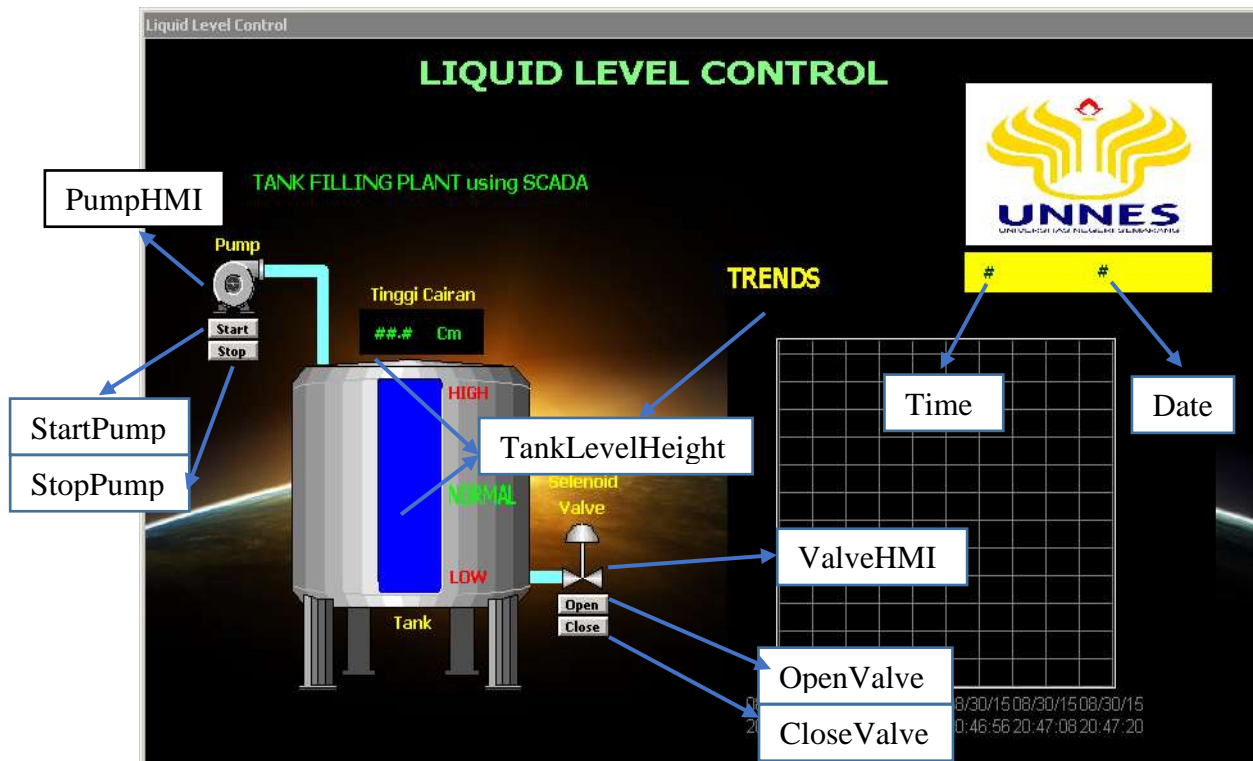


Gambar 3.16 Membuat lembar kerja baru



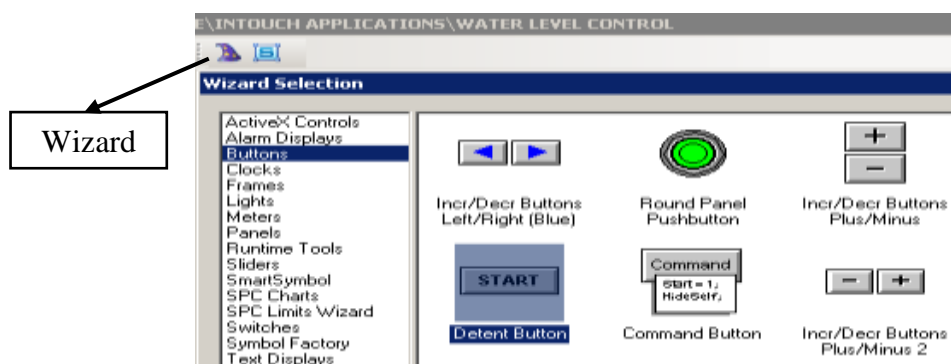
Gambar 3.17 Lembar kerja yang telah dibuat

4. Buat object scada seperti gambar berikut.



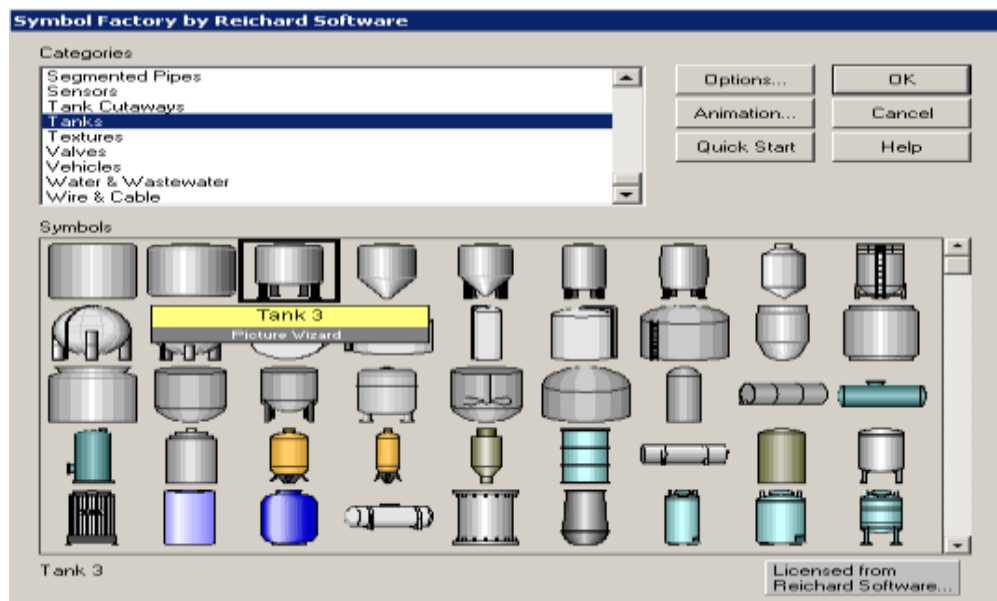
Gambar 3.18 Tampilan HMI *liquid level control*

Untuk objek tombol dan trend bisa diambil objeknya di tools bar wizard,
caranya: Klik **wizard** > pilih objek wizard > OK



Gambar 3.19 Tampilan tool wizard

Untuk objek tangki, retakan tangki, valve, pompa, bisa diambil di “Sysmbol Factory” dalam tool wizard. Caranya: Klik **wizard** > pilih **Symbol Factory** > **klik 2x** pada gambar **Symbol Factory** > kemudian **klik lembar kerja** > Pilih objek > **OK**

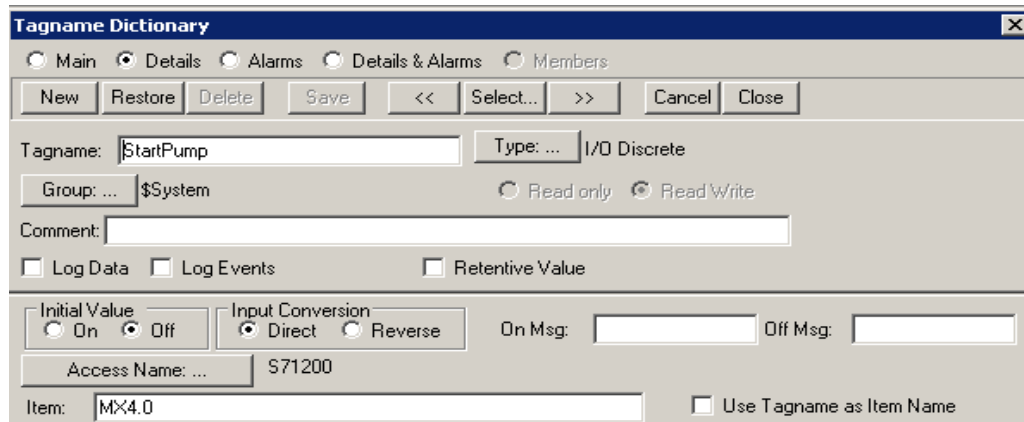


Gambar 3.20 Tampilan objek Tangki dalam Symbol Factory

Jika semua objek sudah dibuat, langkah selanjutnya adalah membuat tagname.

5. Pembuatan Tagname pada semua object.

Langkah membuat tagname: Klik menu bar “**special** > **tagname dictionary** > **new** > isi kolom tagname > tentukan tipe tagname & item > **save** > **close**”.



Gambar 3.21 Pembuatan Tagname

Lalu buat tagname sebagai berikut:

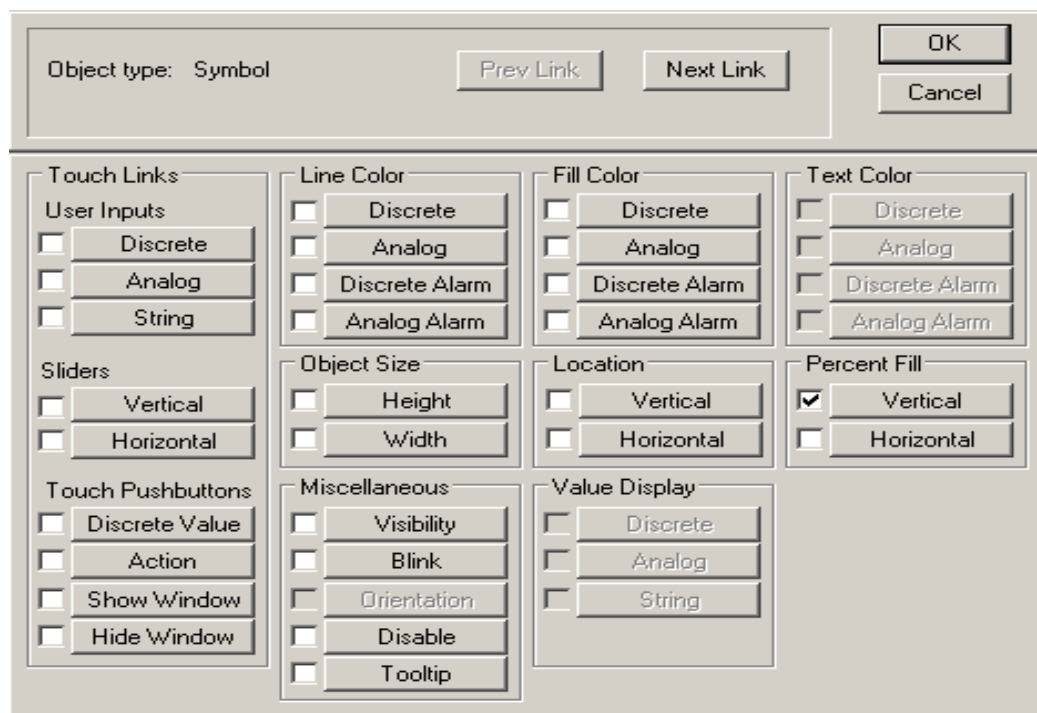
Tabel 3.3 Daftar tagname

No	Objek	Tagname	Type	item
1	Tombol start	StartPump	I/O Discrete	MX4.0
2	Tombol stop	StopPump	I/O Discrete	MX4.1
3	Pompa	PumpHMI	I/O Discrete	MX4.2
4	Tombol open	OpenValve	I/O Discrete	MX4.3
5	Tombol close	CloseValve	I/O Discrete	MX4.4
6	Valve	ValveHMI	I/O Discrete	MX4.5
7	Retakan tangki,##.# (tinggi cairan) & Trend	TankLevelHeight	I/O Real	MREAL10

Fungsi dari tagname adalah untuk mengidentifikasi objek, sedangkan penentuan type bergantung pada fungsi objek dan penulisan item disesuaikan dengan memory PLC yang digunakan dalam ladder diagram agar wonderware intouch dapat berkomunikasi dengan TIA portal.

6. Pembuatan animation link pada semua object.

Untuk memasang animation link pada objek, caranya yaitu: Klik2x pada **objek** > pilih **animation link** > isi **kolom expression** (klik 2x untuk membuka tagname dictionary) pilih tagname untuk objek yang sudah dibuat.



Gambar 3.22 Tampilan animation link

Lalu buat *animation link* sebagai berikut:

Tabel 3.4 Daftar animation link

No	Objek	Animation link	Expression
1	Tombol start	Touch Pushbutton (discrete value)	StartPump
2	Tombol stop	Touch Pushbutton (discrete value)	StopPump

3	Tombol open	Touch Pushbutton (discrete value)	OpenPump
4	Tombol close	Touch Pushbutton (discrete value)	ClosePump
5	Pompa	-	PumpHMI
6	Valve	Fill Color (Discrete)	ValveHMI
7	Retakan tangki	Percent Fill (Vertical)	TankLevelHeight
8	##.# (tinggi cairan)	Value Display (Analog)	TankLevelHeight
9	# (Time)	Value Display (String)	\$TimeString
10	# (Date)	Value Display (String)	\$DateString

Untuk retakan tangki pada tampilan animation link (vertical), isi parameter seperti berikut ini: value at max fill = 23; value at min fill = 0 ; max % fill 100 ; min % fill = 0. Penggunaan parameter tersebut bertujuan untuk mengkondisikan nilai 23 sebagai kondisi penuh atau 100% dan nilai 0 sebagai kondisi kosong atau 0%.

BAB IV

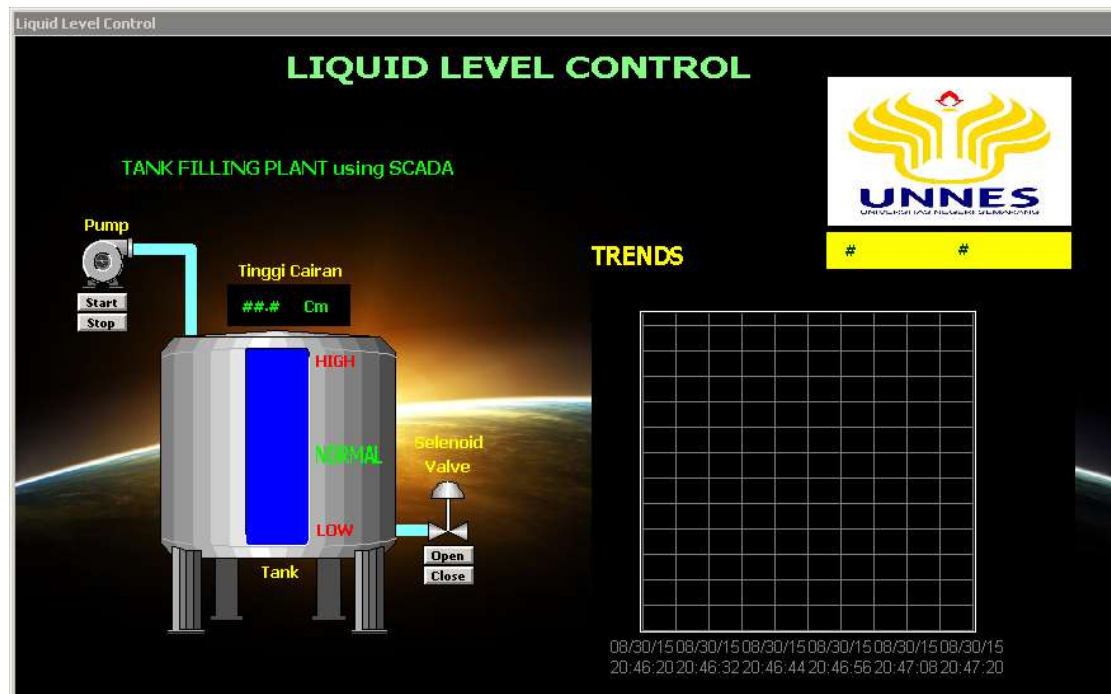
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil dari tugas akhir yang didapatkan adalah hasil akhir realisasi alat (*unit*) dan hasil baca sistem SCADA *liquid level control*.

4.1.1 Hasil akhir realisasi alat (*unit*)

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



Gambar 4.1 Tampilan plant HMI SCADA *liquid level control*



Gambar 4.2 PLC dan Box Arduino



Gambar 4.3 Unit *liquid level control*



Gambar 4.4 Tampilan keseluruhan alat

4.1.2 Hasil baca sistem SCADA *liquid level control*

Hasil baca sistem SCADA *liquid level control* pada tugas akhir ini adalah variabel terikat yang dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu variasi ketinggian cairan dalam tangki. Dengan mengatur ketinggian maksimal cairan dalam tangki maka ketinggian cairan secara keseluruhan akan terbaca dengan otomatis.

Berikut *sample* hasil pembacaan sistem SCADA *liquid level control*:

Tabel 4.1 Tabel hasil pembacaan sistem SCADA *liquid level control*

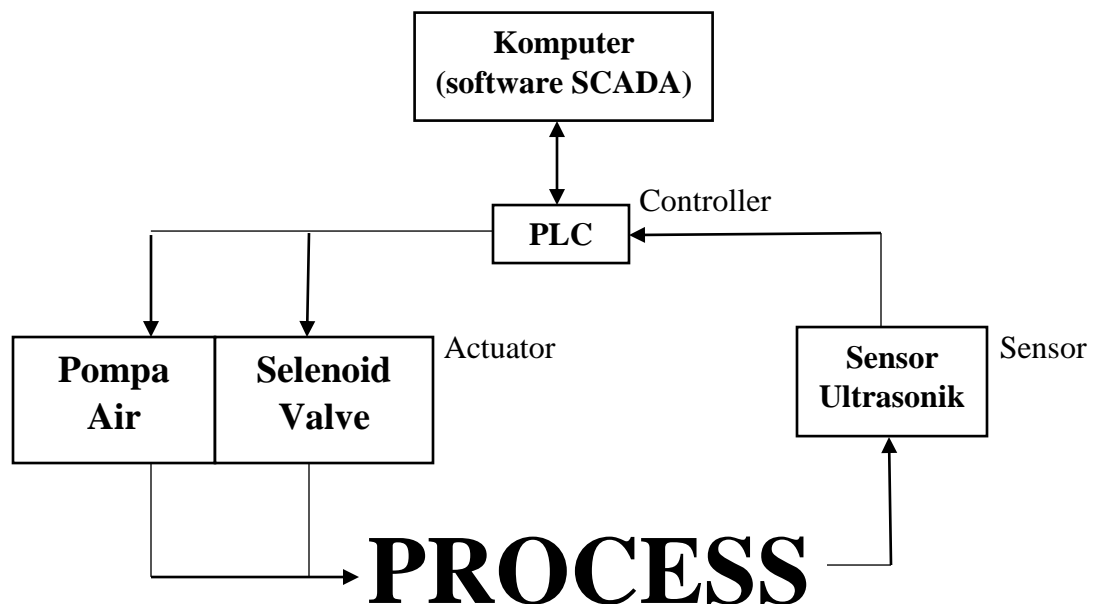
No	Tinggi cairan dalam tangki (cm)	Hasil baca sistem SCADA	Kondisi
		Tinggi cairan pada tampilan HMI (cm)	
1	0	0	Low
2	5	5.6	Low
3	10	10.4	Normal
4	15	15.7	Normal
5	20	20.3	High
6	23	23	High

4.2 Pembahasan

Pada tugas akhir ini tangki yang digunakan berbentuk tabung dengan ketinggian 23 cm.

Untuk mencegah cairan tangki tumpah maka digunakan batas maksimal dengan melakukan penyetingan pada ladder diagram, dengan logika “pompa air akan mati jika cairan melebihi 20.0 cm”, dan untuk mencegah kekosongan cairan dalam tangki digunakan juga batas minimal dengan melakukan penyetingan pada ladder diagram, dengan logika “solenoid valve akan mati jika cairan kurang dari 10.0 cm”.

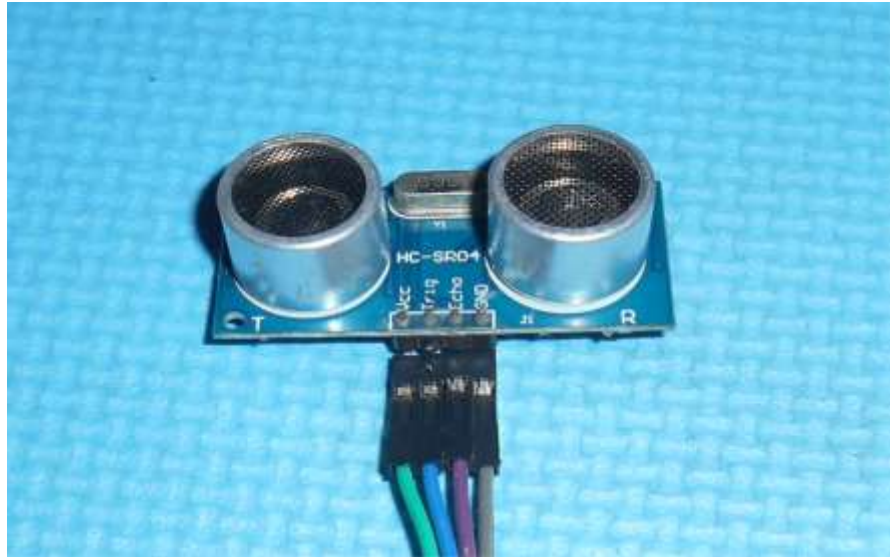
Fungsi SCADA terlihat jelas pada proses pengawasan (*supervisory*), proses pengendalian (*controlling*) dan proses akuisisi data (*data acquisition*). Proses pengawasan (*supervisory*) bertujuan untuk mengetahui keseluruhan proses sistem secara (*real time*) melalui layar HMI (*Human Machine Interface*). Sedangkan proses pengendalian (*controlling*) bertujuan untuk mengontrol proses-proses yang terjadi pada *plant* secara *real time* dari jarak jauh. Pada tugas akhir ini proses kontrol diwujudkan dengan dibuatnya tombol *start/stop* pada HMI, tombol inilah yang akan berfungsi untuk mengendalikan pompa air dan solenoid valve secara langsung. Dan proses akuisisi data (*data acquisition*) bertujuan untuk untuk mengambil dan memproses data untuk kemudian disajikan sesuai kebutuhan yang dikehendaki.



Gambar 4.5 Alur kerja sistem SCADA *liquid level control*

4.2.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

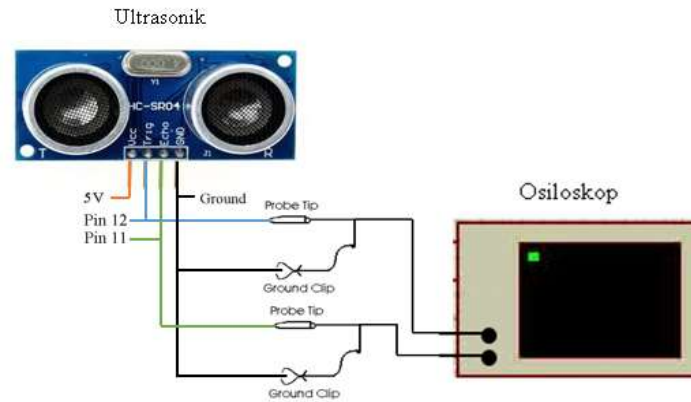
Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor dalam mengukur ketinggian cairan dalam tangki.



Gambar 4.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang digunakan

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 pin kerja dimana pin 1 merupakan pin vcc, pin 1 mendapatkan *supply* tegangan dari arduino sebesar 5V. Pin 2 adalah pin *trigger*, pin *trigger* berfungsi untuk menembakkan sinyal (*transmitter*), sinyal tersebut akan dipantulkan oleh objek didepannya dan kemudian diterima oleh pin 3, pin *trigger* ditempatkan pada pin12 arduino. Pin 3 adalah pin Echo, pin Echo berfungsi untuk menerima sinyal (*receiver*) yang ditembakkan oleh pin *trigger* setelah dipantulkan objek di depan sensor, pin Echo berada pada pin 11 arduino. Pin 4 adalah pin ground, pin 4 mendapat ground dari Arduino.

Berikut skematik letak probe osiloskop untuk melihat bentuk gelombang ultrasonik.

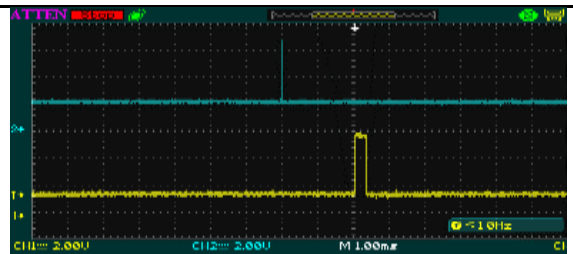


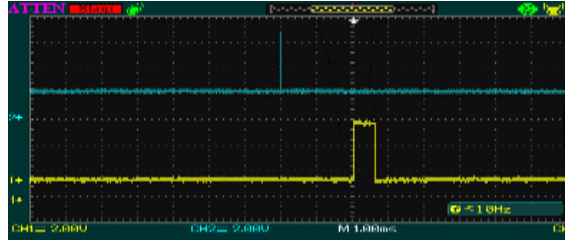
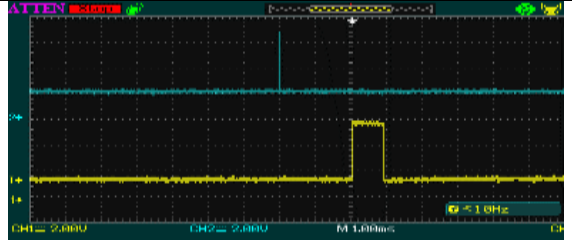
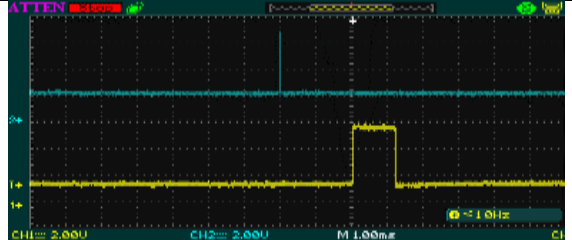
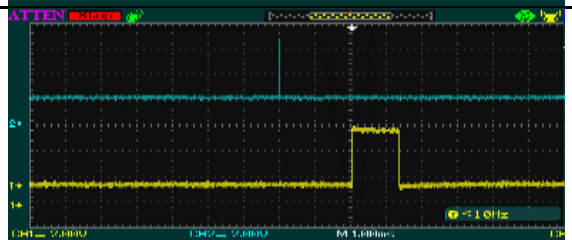
Gambar 4.7 Letak probe osiloskop untuk melihat bentuk gelombang ultrasonik

Untuk mengetahui bentuk gelombang yang dipancarkan ultrasonik digunakan 2 buah probe. Probe pertama dihubungkan pada pin *trigger* sensor ultrasonik, probe ini digunakan untuk melihat bentuk gelombang *trigger* sedangkan probe kedua dihubungkan pada pin Echo sensor ultrasonik, probe ini digunakan untuk melihat bentuk gelombang Echo.

Berikut hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

No	Jarak Objek (cm)	Bentuk Gelombang	Waktu Tempuh (ms)
1	6		0.352

2	10		0.588
3	15		0.882
4	20		1.17
5	23		1.35

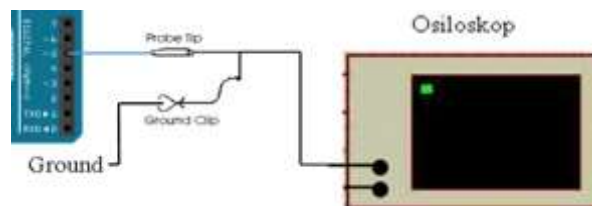
Pengertian waktu tempuh pada tabel 4.2 adalah waktu yang dibutuhkan Echo menerima sinyal setelah ditembakkan oleh *trigger*.

4.2.2 Pengujian Rangkaian IC L293D

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja IC L293D dalam mengubah output Arduino menjadi tegangan 0-10V. Untuk menghasilkan tegangan tersebut kita dapat menyeting program arduino agar menghasilkan output berupa PWM (*Pulse Width Modulation*).

Pulsa Width Modulation merupakan teknik untuk mengatur lebar sinyal yang dinyatakan dalam bentuk pulsa untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang bervariasi dari 0 sampai 5V. Tegangan inilah yang akan digunakan sebagai input IC L293D untuk menghasilkan output yang diinginkan.

Berikut skematik letak probe osiloskop untuk melihat output PWM arduino.

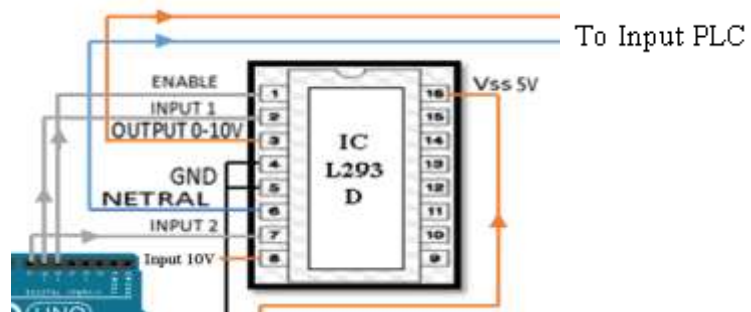


Gambar 4.8 Letak probe osiloskop untuk melihat output PWM Arduino

Peletakan Probe Tip pada pin 5 arduino dikarenakan pin 5 arduino merupakan pin output yang digunakan untuk menghasilkan output PWM. Sedangkan Ground Tip dihubungkan pada pin *ground* Arduino.

Setelah Arduino dapat menghasilkan output PWM, langkah selanjutnya adalah menyambungkan Arduino dengan IC L293D.

Berikut skematik IC L293D.



Gambar 4.9 Skematik IC L293D

Dalam skematik pada gambar 4.8, pin 5 Arduino merupakan output PWM yang digunakan dalam sistem ini, output tersebut kemudian masuk ke dalam *enable* pin 1 IC L293D, dimana *enable* merupakan sebuah inputan yang mengizinkan IC untuk menerima perintah. Perintah yang masuk tersebut akan diolah oleh IC untuk mengendalikan tegangan yang dimasukkan ke pin 8 IC L293D yang kemudian dikeluarkan pada output 3 dan 6 IC L293D.

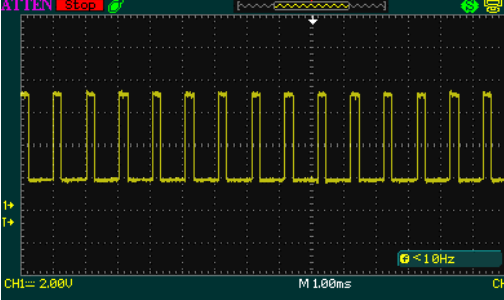
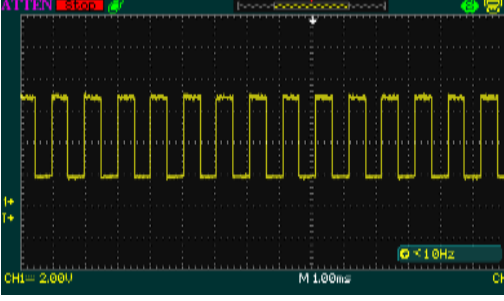
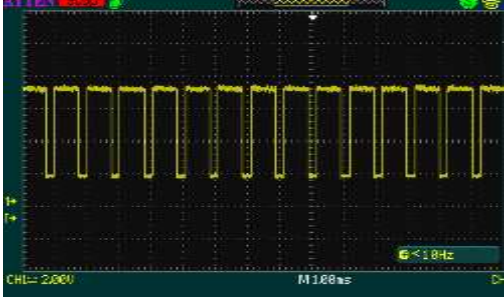
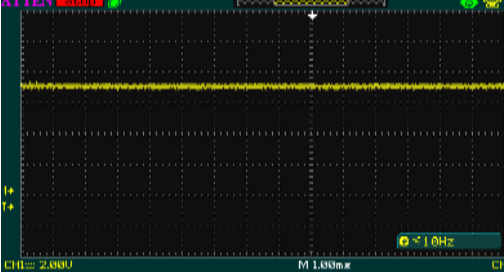
Dalam sistem ini pin 6 arduino merupakan pin yang memberikan nilai HIGH dan pin 7 arduino merupakan pin yang memberikan nilai LOW. Pemberian input tersebut untuk menentukan pin mana yang akan mengeluarkan tegangan dan mana yang akan menjadi netral pada output IC L293D.

Berikut tabel penjelasannya.

Tabel 4.3 Pengujian kondisi IC L293D

No	Pin 6 Arduino	Pin 7 Arduino	Keterangan output IC L293D
1	HIGH	HIGH	Pin 3 dan Pin 6 Tidak ada yang mengeluarkan Tegangan
2	HIGH	LOW	Pin 3 mengeluarkan tegangan 0-10V dan pin 6 menjadi netral
3	LOW	HIGH	Pin 3 menjadi neral dan pin 6 mengeluarkan tegangan 0-10V
4	LOW	LOW	Pin 3 dan Pin 6 Tidak ada yang mengeluarkan Tegangan

Tabel 4.4 Hasil Pengujian IC L293D

NO	Output PWM Arduino (8 Bit)	Tegangan Output Arduino Pin 5 (V)	Bentuk Gelombang PWM	Tegangan Output IC L293D Pin 3 (V)
1	64	1.25		2.5
2	127	2.5		5
3	191	3.75		7.5
4	255	5		10

4.2.3 Pengujian PLC

Pengujian PLC yang digunakan bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan PLC dalam menerima sinyal input berupa tegangan 0-10V dan keakuratan output yang dihasilkannya.

Berikut tabel pengujian PLC.

Tabel 4.5 Pengujian PLC Siemens S7-1200

No	Tegangan yang dimasukkan ke analog input PLC pin 0 (V)	Ketinggian pada HMI (cm)
1	0	0
2	1	2.3
3	2	4.6
4	3	6.9
5	4	9.2
6	5	11.5
7	6	13.8
8	7	16.1
9	8	18.4
10	9	20.7
11	10	23

Berdasarkan tegangan yang dimasukkan kedalam input PLC diatas, dapat menghasilkan pembacaan yang akurat pada HMI. Hasil pembacaan HMI berdasarkan input tegangan yang diberikan pada PLC dapat dibuktikan menggunakan rumus regresi linier seperti yang dijelaskan pada gambar 3.6 sampai 3.9.

Berikut rumus regresi linier yang digunakan.

$$(Y-Y_1) / (Y_2-Y_1) = (X-X_1) / (X_2-X_1)$$

Dimana:

X = Variabel yang terbaca oleh input PLC (Variabel Independen).

Y1 = Nilai minimal yang ditampilkan.

Y2 = Nilai maksimal yang ditampilkan.

X1 = Nilai minimal analog PLC Siemens S7-1200 (0).

X2 = Nilai maksimal analog PLC Siemens S7-1200 (27648).

Y = Variabel yang dihasilkan (Variabel Dependen).

Berikut pengujian menggunakan rumus regresi linier:

Ketinggian pada Tegangan 1V, (Catatan: nilai analog dari 1V adalah 2764.8)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (2764.8-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/10$$

$$Y=2.3 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 2V, (Catatan: nilai analog dari 2V adalah 5529.6)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (5529.6-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/0.2$$

$$Y=4.6 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 3V, (Catatan: nilai analog dari 3V adalah 8294.4)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (8294.4-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/0.3$$

$$Y=6.9 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 4V, (Catatan: nilai analog dari 4V adalah 11059.2)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (11059.2-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/0.4$$

$$Y= 9.2 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 5V, (Catatan: nilai analog dari 5V adalah 13824)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (13824-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/0.5$$

$$Y=11.5 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 6V, (Catatan: nilai analog dari 6V adalah 16588.8)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (16588.8-0)/(27648 -0)$$

$$Y = 23/0.6$$

$$Y=13.8 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 7V, (Catatan: nilai analog dari 7V adalah 19353.6)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (19353.6-0)/(27648 -0)$$

$$Y = 23/0.7$$

$$Y=16.1 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 8V, (Catatan: nilai analog dari 8V adalah 22118.4)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (22118.4-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/0.8$$

$$Y=18.4 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 9V, (Catatan: nilai analog dari 9V adalah 22118.4)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (22118.4-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/0.9$$

$$Y=20.7 \text{ cm}$$

Ketinggian pada Tegangan 10V, (Catatan: nilai analog dari 10V adalah 27648)

$$(Y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (X-X_1)/(X_2-X_1)$$

$$(Y-0)/(23-0) = (27648-0)/(27648-0)$$

$$Y = 23/1$$

$$Y = 23 \text{ cm}$$

Kesimpulan dari pengujian PLC siemens S7-1200 adalah PLC yang digunakan masih sangat akurat dan layak untuk digunakan dalam sistem ini.

4.2.4 Pengujian HMI

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa HMI yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik. Proses ini akan menunjukkan kondisi cairan dalam tangki saat berada pada kondisi *high* dan *low level*, serta pengujian ini juga akan menunjukkan kondisi pompa air dan solenoid valve saat berada pada kondisi hidup dan mati.

Berikut tampilan HMI berdasarkan kondisi cairan dalam tangki.



Gambar 4.10 Kondisi cairan dalam tangki saat *low level*

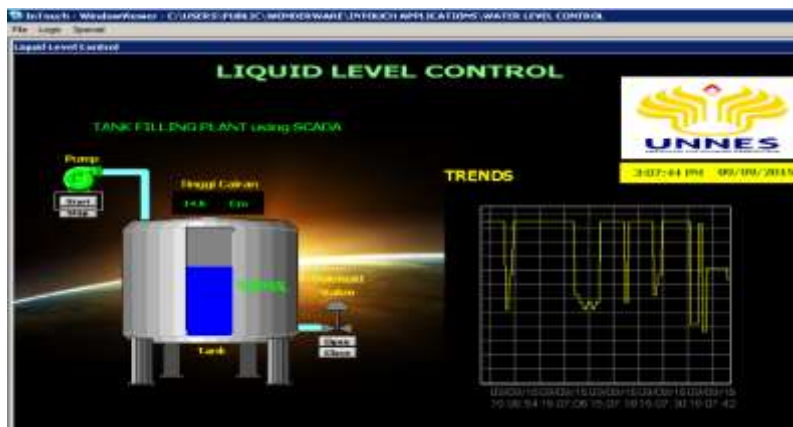


Gambar 4.11 Kondisi cairan dalam tangki saat normal

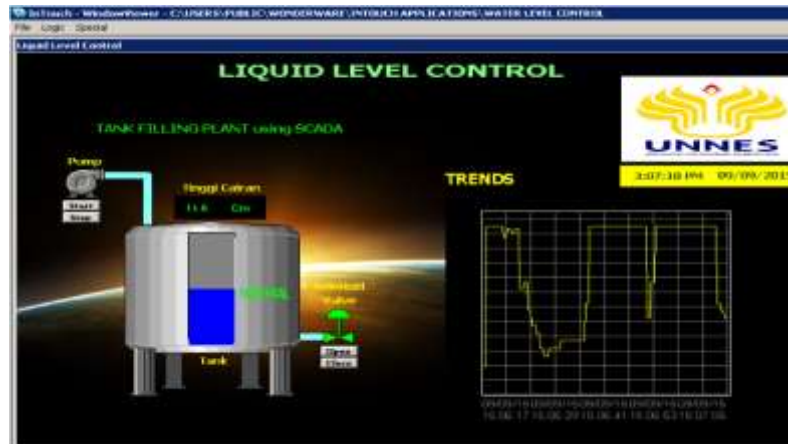


Gambar 4.12 Kondisi cairan dalam tangki saat *high level*

Berikut tampilan HMI berdasarkan kondisi aktuator.



Gambar 4.13 Kondisi pompa air dalam keadaan hidup



Gambar 4.14 Kondisi selenoid valve dalam keadaan hidup

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa HMI dapat bekerja dengan baik sesuai dengan keinginan penulis.

4.2.5 Pengujian Pembacaan Sistem

Pengujian pembacaan sistem yang dimaksud adalah membandingkan jarak sebenarnya ketinggian cairan dalam tangki dengan hasil baca dari sistem SCADA.

Tabel 4.6 Ketelitian Pengukuran Sistem

No	Tinggi cairan dalam tangki (cm)	Hasil baca sistem SCADA	
		Tinggi cairan pada HMI (cm)	Error (%)
1	0	0	0
2	5	5.6	12
3	10	10.4	4
4	15	15.7	4.6
5	20	20.3	1.5
6	23	23	0
Rata-rata Error pengukuran			3.68

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{x_2 - x_1}{x_2} \right| \times 100\%$$

Dimana: x_2 = output yang diinginkan.

x_1 = output hasil pengukuran.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa sistem SCADA *liquid level control* mampu mengukur jarak dengan ketelitian yang cukup baik walaupun terdapat sedikit penyimpangan, sehingga dapat diambil rata- rata kesalahan dari sistem tersebut sebesar **3.68%**.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan, hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem SCADA *liquid level control* yang telah dibuat dapat melakukan proses kontrol, pengawasan dan pengambilan data secara *real time* dengan baik, sehingga sistem ini dapat memudahkan pekerja dalam memantau ketinggian cairan dalam tangki.
2. Sistem SCADA *liquid level control* menggunakan sensor ultrasonik dapat bekerja dengan cukup baik dengan tingkat *error* rata – rata sebesar **3.68%**.

Sehingga alat ini dirasa cukup akurat untuk digunakan dalam memantau ketinggian cairan dalam tangki.

5.2 Saran

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

1. Pada penempatan sensor ultasonik harus ditempatkan pada posisi yang benar agar hasil pembacaan lebih stabil.
2. Pada proses inisialisasi *tagname*, perlu diperhatikan alamat memory PLC yang digunakan agar tidak terjadi kegagalan sistem dan kesalahan penampilan nilai baca sensor.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dermanto, Triukeni. 2013. “Pengertian dan Prinsip Kerja Solenoid Valve”. <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2013/08/Solenoid-Valve.html>. 16 Juli 2015 (10.00)
2. Hendriono, Dede. 2014. “Mengenal Arduino Uno”. <http://www.hendriono.com/blog/post/mengenal-arduino-uno>. 16 Juli 2015 (11.00)
3. Iksan. 2013. “Fungsi Sekering atau Fuse”. <http://fungsi.info/fungsi-sekering-atau-fuse/>. 16 Juli 2015 (09.00)

4. Listantya, Budi Ginanjar. 2012. "Tipe-Tipe Tangki Penyimpanan". <https://tentangteknikkimia.wordpress.com/2012/06/06/tipe-tipe-tanki-penyimpanan/>. 15 Juli 2015 (17.00)
5. Kho, Dickson. 2015. "Pengertian Relay Dan Fungsinya". <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>. 16 Juli 2015 (17.00)
6. Kurniawan, Yuda. _____. "Implementasi Ultrasonik leveldetektor pada sistem monitoring tangki pendam pada SPBU". ITS. Surabaya
7. Laksono, Teguh Pudar Mei. 2013. "Sistem SCADA *water level control* menggunakan *software* wonderware intouch". UNNES. Semarang
8. Purnama, Agus. 2012. "Driver Motor IC L293D". <http://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-l293d/>. 16 Juli 2015 (20.00)
9. Sasonto, Hari. 2015. "Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian & Cara Kerjanya". <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>. 16 Juli 2015 (14.00)
10. Tri Wibowo, Cahyo. 2015. "Pelatihan PLC – SCADA". UGM-Schneider Electric Training Center. Yogyakarta
11. _____. 2015. "Regresi Linier". <https://www.coursehero.com/file/p3h62f9/%C5%B6-adalah-nilai-trend-pada-periode-tertentu-variabel-tak-bebas-X-adalah-periode/>. 31 Juli 2015 (14.20)
12. _____. 2015. "Bab 1 Pengukuran dan Kesalahan". https://www.academia.edu/5727905/PENGUKURAN_LISTRIK_-_Bab_1_Pengukuran_dan_Kesalahan. 16 Agustus 2015 (16.30)

LAMPIRAN

NO	Nama Bahan	Harga	Jumlah	Total Harga
1	PLC S7-1200 CPU 1211C DC/DC/Relay	Rp.900.000	1	Rp.900.000

Lampiran 1. Kalkulasi Biaya Pembuatan Alat.

2	Arduino Uno	Rp.200.000	1	Rp.200.000
3	IC L293D	Rp.21.000	1	Rp.21.000
4	Adaptor 24VDC	Rp.87.500	1	Rp.87.500
5	Adaptor 12VDC	Rp.25.000	1	Rp.25.000
6	Adaptor 9VDC	Rp.45.000	1	Rp.45.000
7	Solenoid Valve	Rp.60.000	1	Rp.60.000
8	Galon air 5Liter	Rp.55.000	1	Rp.55.000
9	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Rp.50.000	1	Rp.50.000
10	Potensiometer 5 Kohm	Rp.5.000	1	Rp.5.000
11	Kotak Hitam Kecil	Rp.5.000	1	Rp.5.000
12	Kotak Hitam Besar	Rp.8.000	1	Rp.8.000
13	Fuse	Rp1.750	1	Rp1.750
14	Relay 24VDC 5P	Rp.5.000	2	Rp.10.000
15	DIN Rail	Rp.20.000	1	Rp.20.000
16	Jack DC	Rp.1.900	7	Rp.13.300
17	Soket DC	Rp.2.000	8	Rp.16.000
18	Kabel	Rp.2000	10	Rp.20.000
19	Steker	Rp.8.000	1	Rp.8.000
20	Besi siku lubang	Rp.27.000	3	Rp.81.000
21	Mur + Baut	Rp.500	62	Rp.31.000
22	Kaca 18x18x25	Rp.40.000	1	Rp.40.000
23	Stop Kontak	Rp.45.000	1	Rp.45.000
24	Kabel jumper	Rp.12.500	4	Rp.50.000
25	Pylox	Rp.15.000	1	Rp.15.000
26	Selang	Rp.5.000	2	Rp.10.000
27	Pompa Air	Rp.45.000	1	Rp.45.000
28	Resistor	Rp.100	12	Rp.3.200
29	Led Biru	Rp.500	10	Rp.5.000
Jumlah Pengeluaran				Rp.1.875.750,-



Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

5V Supply

Trigger Pulse Input

Echo Pulse Output

0V Ground

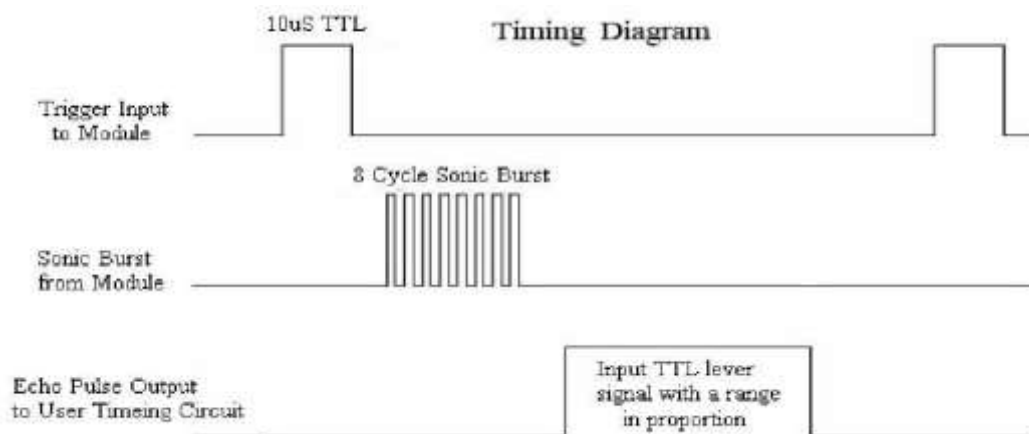
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 μ s pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{s} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{s} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



⚠Attention:

⚠The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.

⚠When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

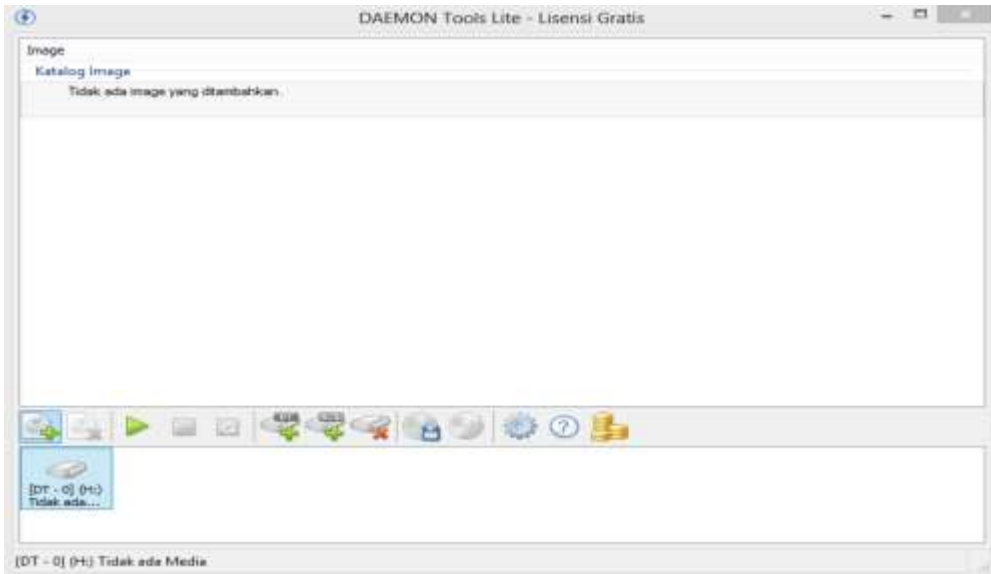
www.Electfreaks.com




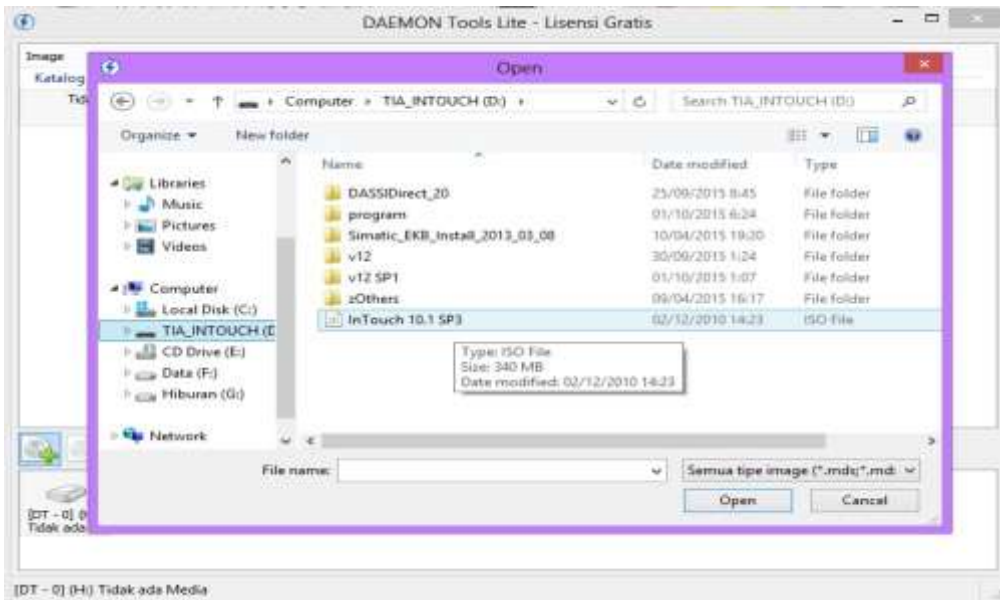
Lampiran 3. Instalasi Wonderware Intouch.

Langkah-langkah dalam proses Instalasi Wonderware Intouch

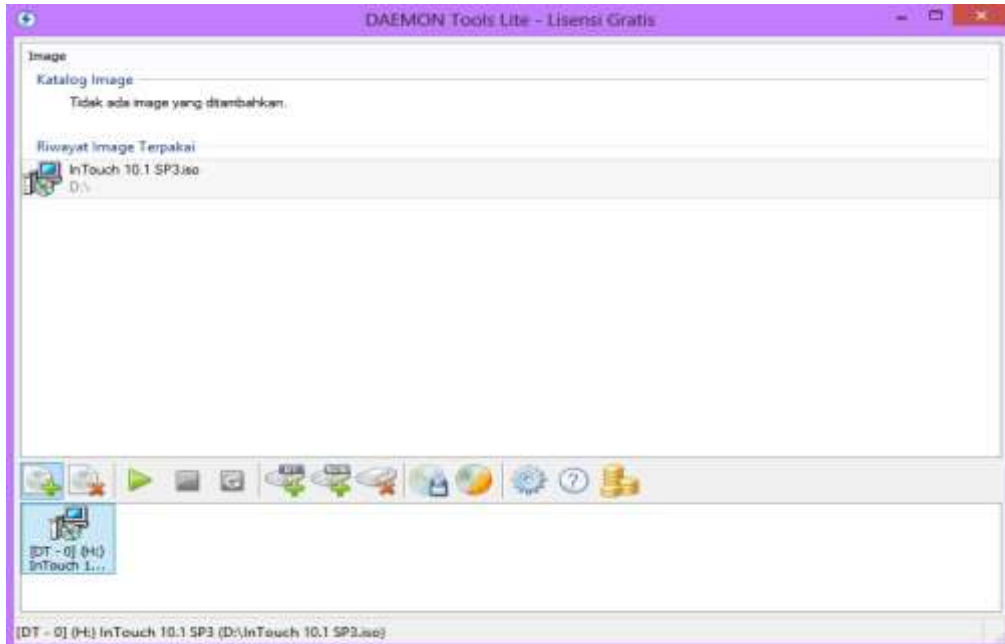
1. Buka software DAEMON Tool Lite.



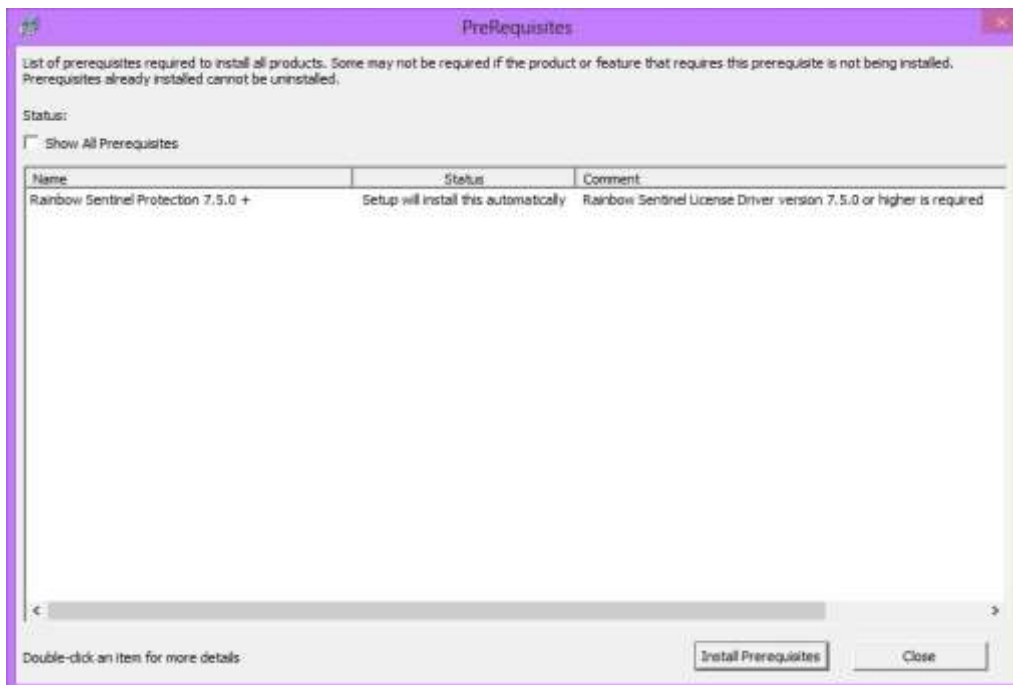
2. Klik Gambar , kemudian pilih "InTouch 10.1 SP3.ISO" seperti gambar di bawah.



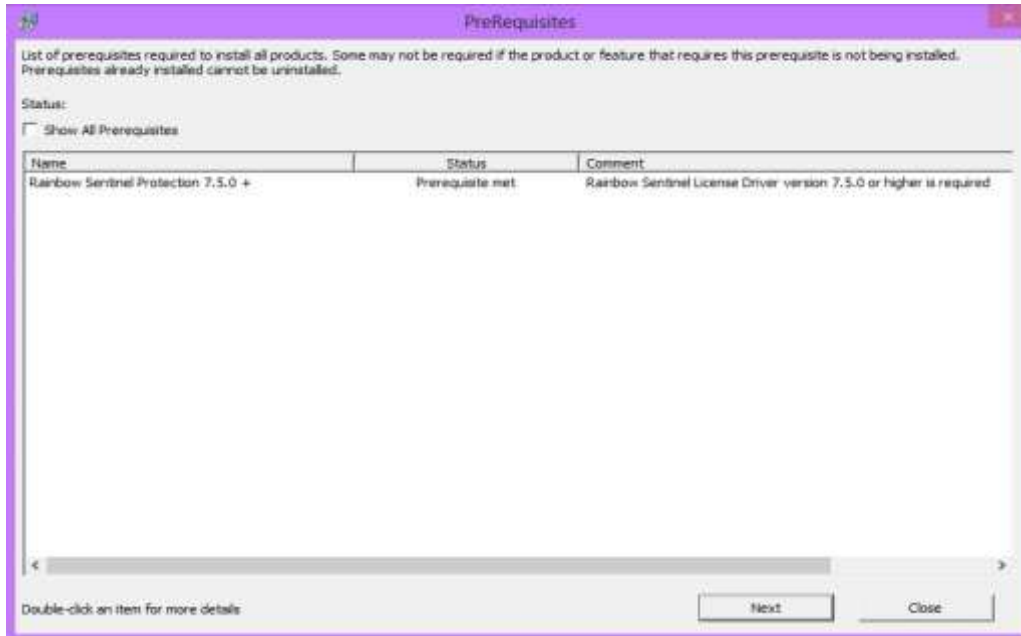
3. Selanjutnya program Auto Play akan muncul, kemudian **KLIK** *Start Setup*.



4. Akan muncul tampilan seperti di bawah, **KLIK** *Install Prerequisites*.



5. **KLIK** Next.



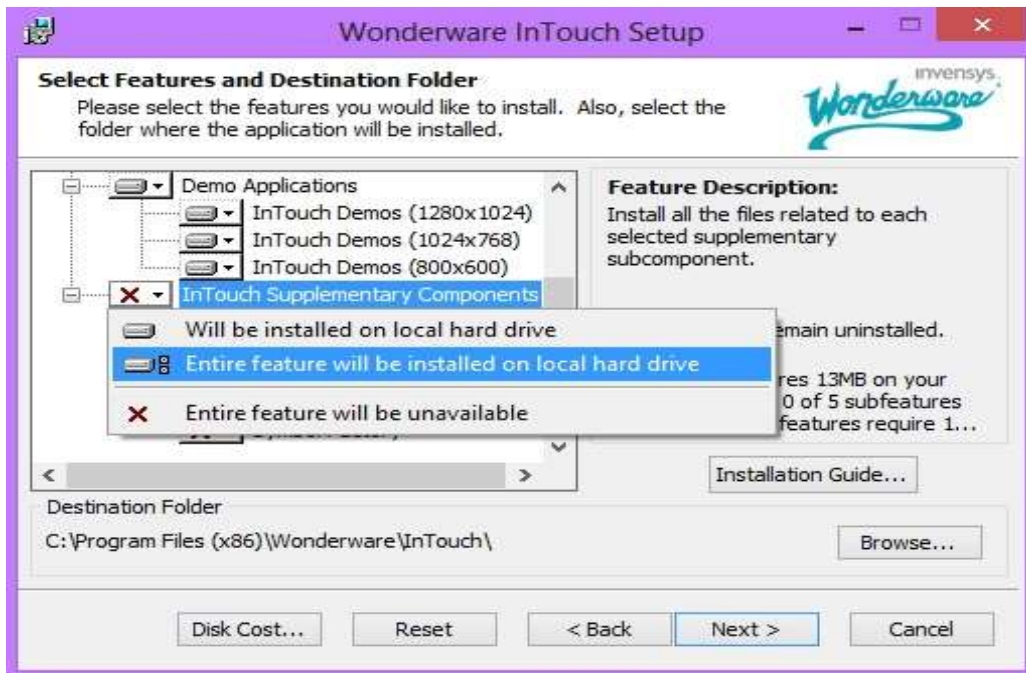
6. **KLIK** Next.



7. Beri tanda pada kalimat *I accept the License Agreement* kemudian **KLIK** *Next*.

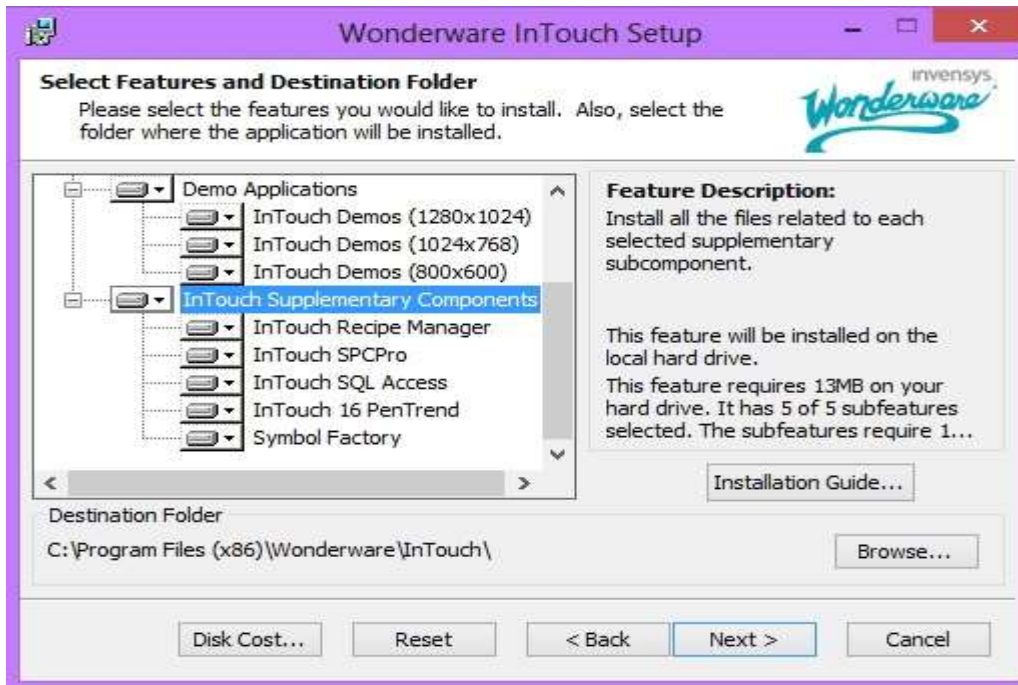


8. Beri tanda pada seluruh *features* dengan **KLIK** *Entire will be installed on local hard drive*.



a

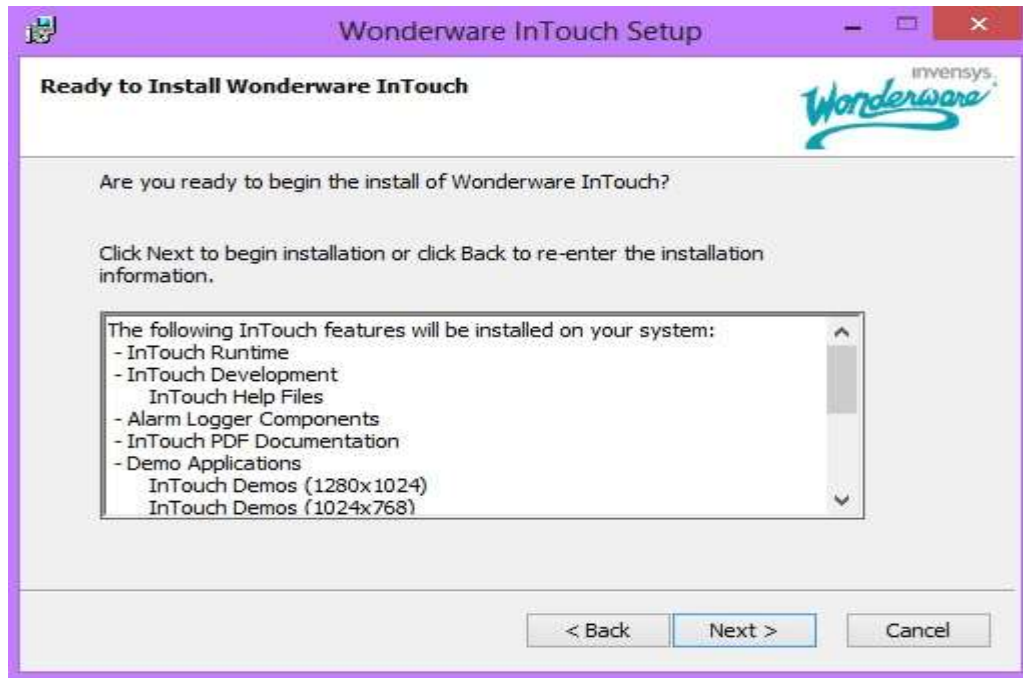
9. Setelah melakukan langkah di atas maka tampilan akan menjadi seperti gambar di bawah ini. **KLIK Next**.



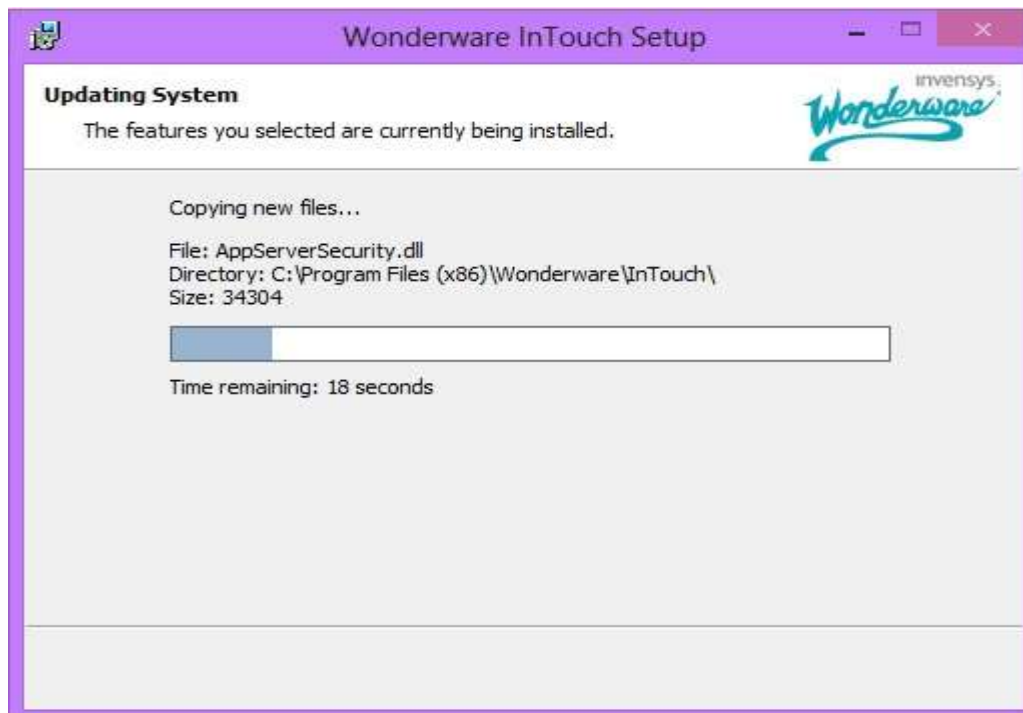
10. Beri nama serta password untuk membuat account baru. "Bebas".



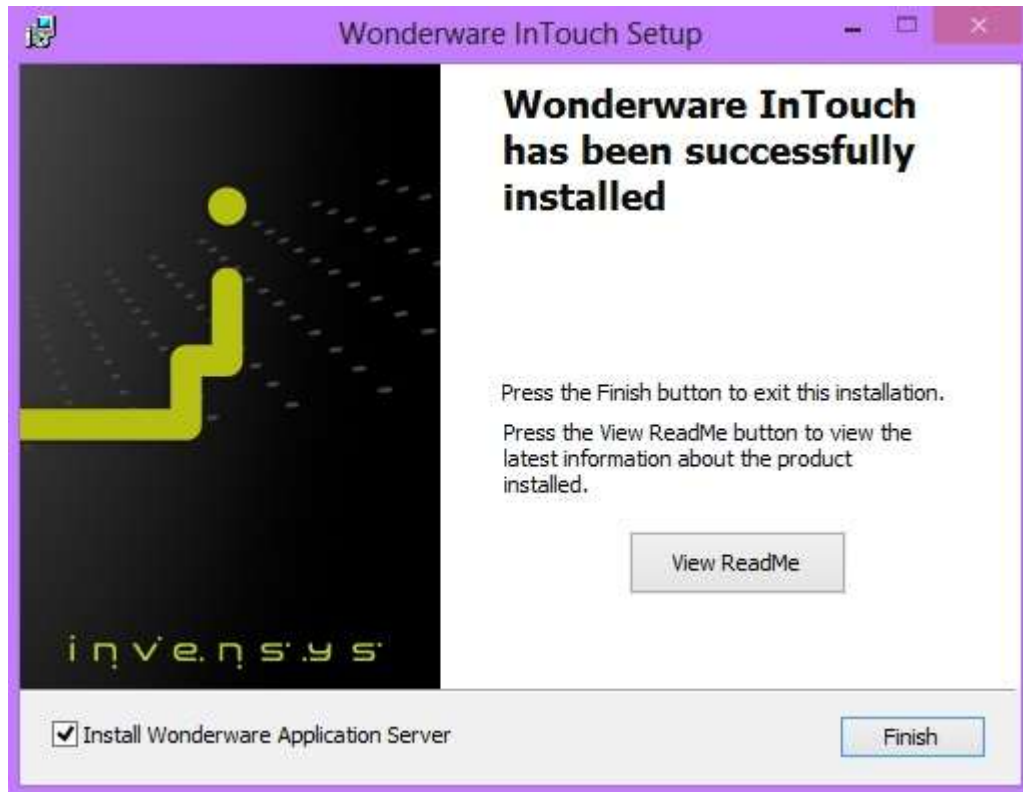
11. **KLIK** Next.



Tunggu Proses Install...

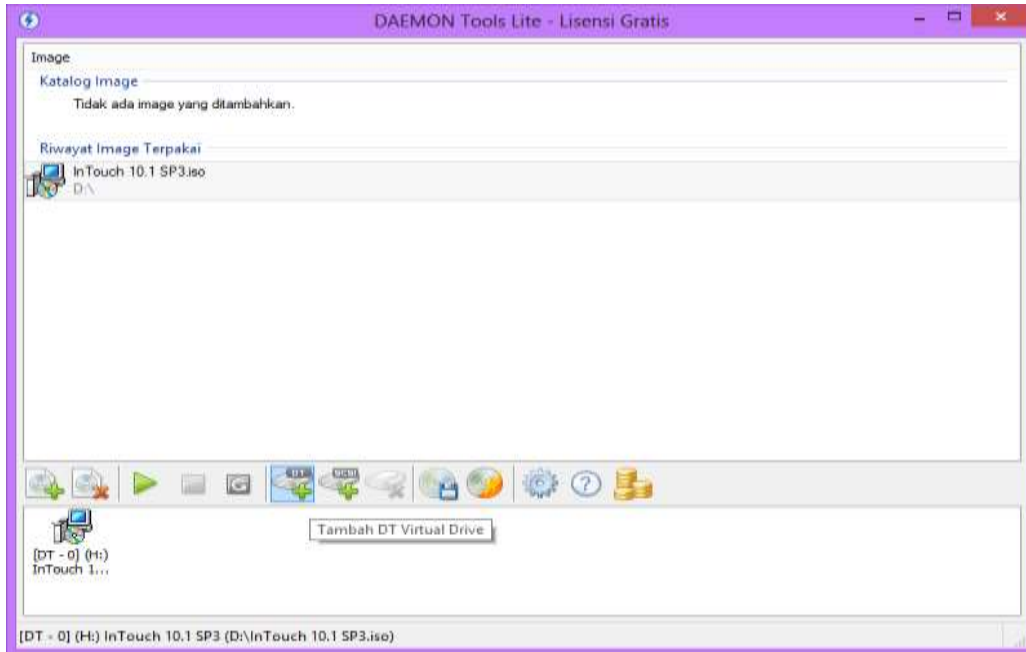


12. Proses Instal Selesai. **KLIK Finish.**

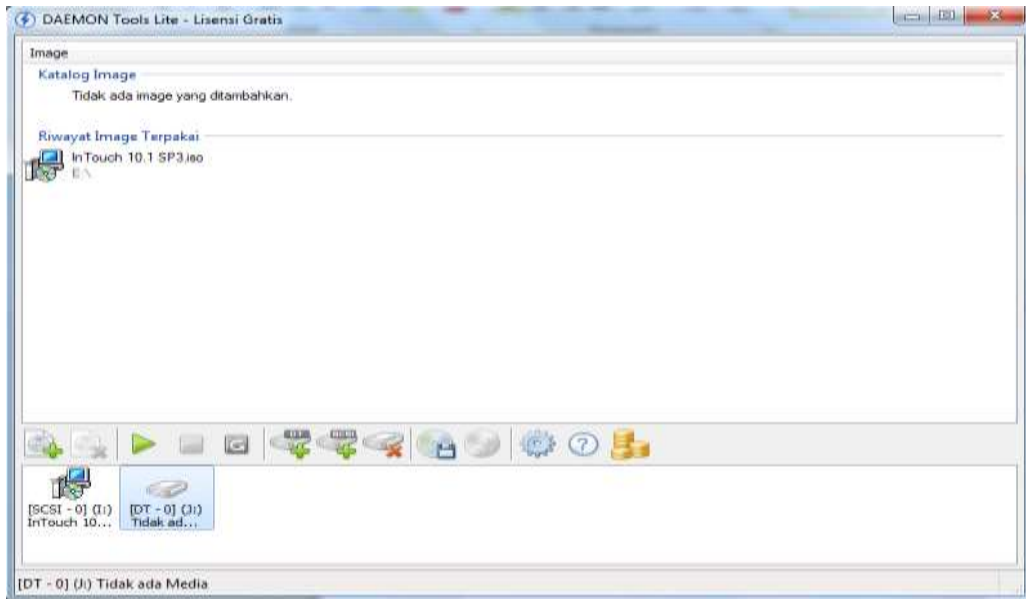


Langkah-langkah dalam proses Instalasi TIA PORTAL.

1. Tambahkan DT Virtual Drive.

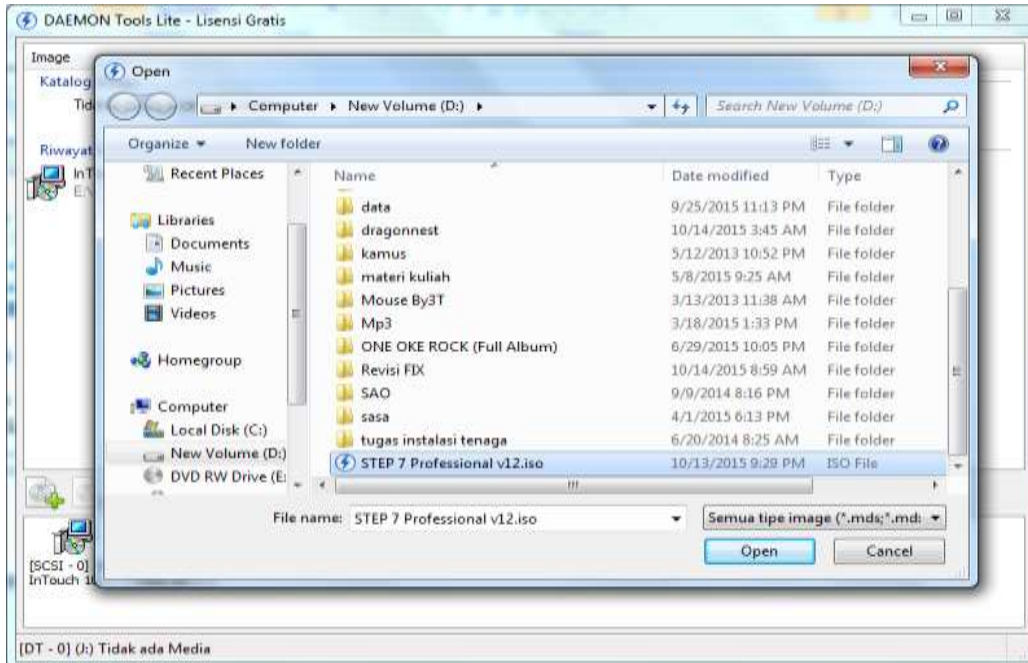


2. Tampilan akan menjadi seperti gambar di bawah ini.

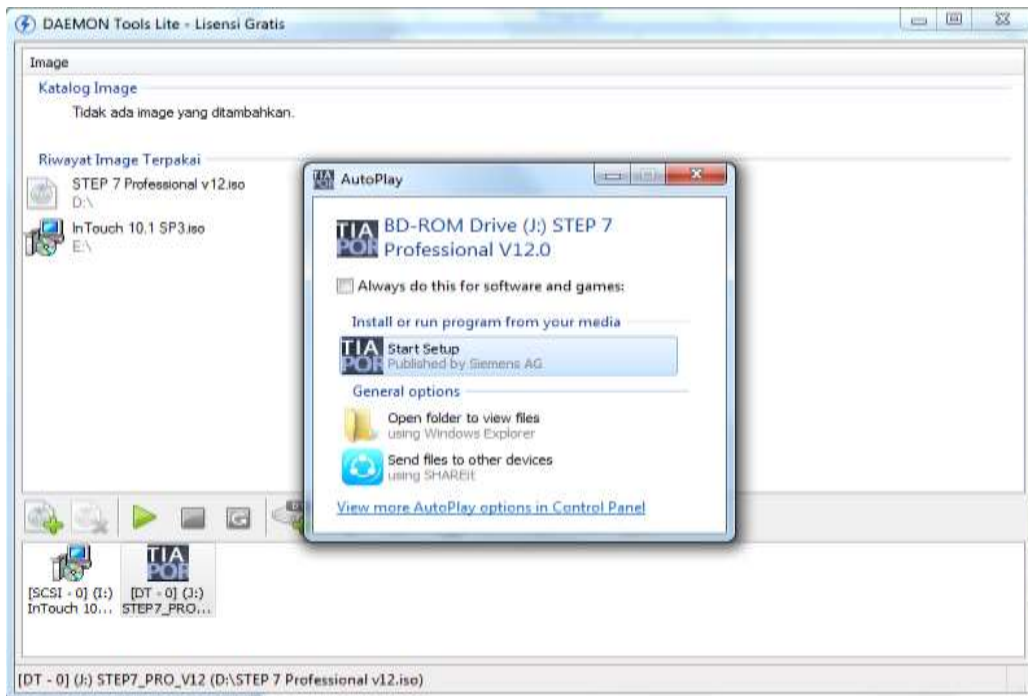


3. Kemudian **KLIK** Icon  .

4. Pilih file STEP 7 Professional v12.iso.



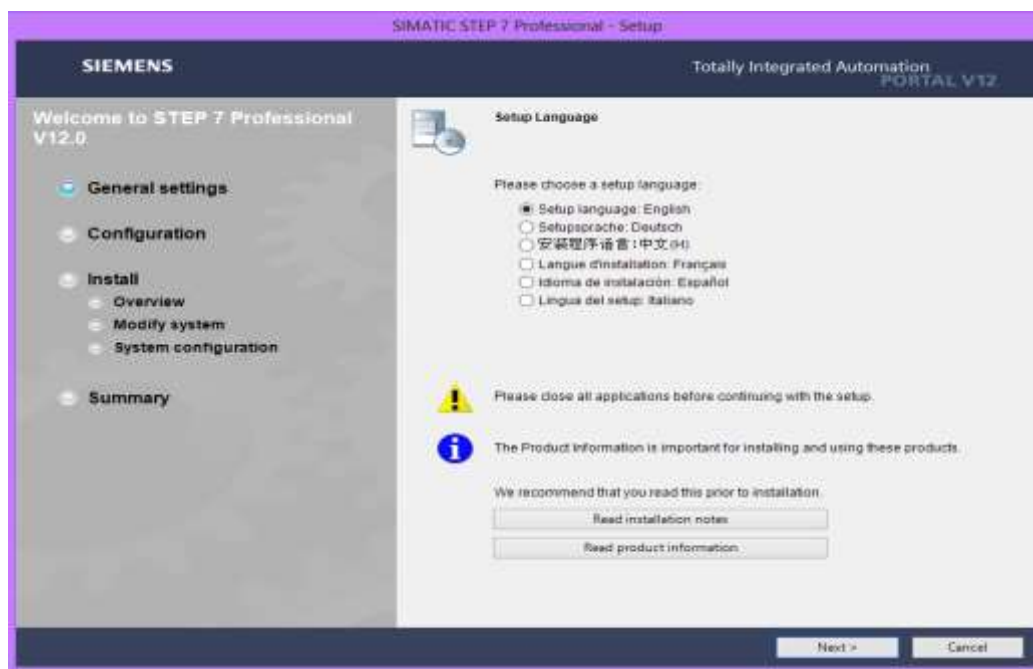
5. **KLIK** Start Setup.



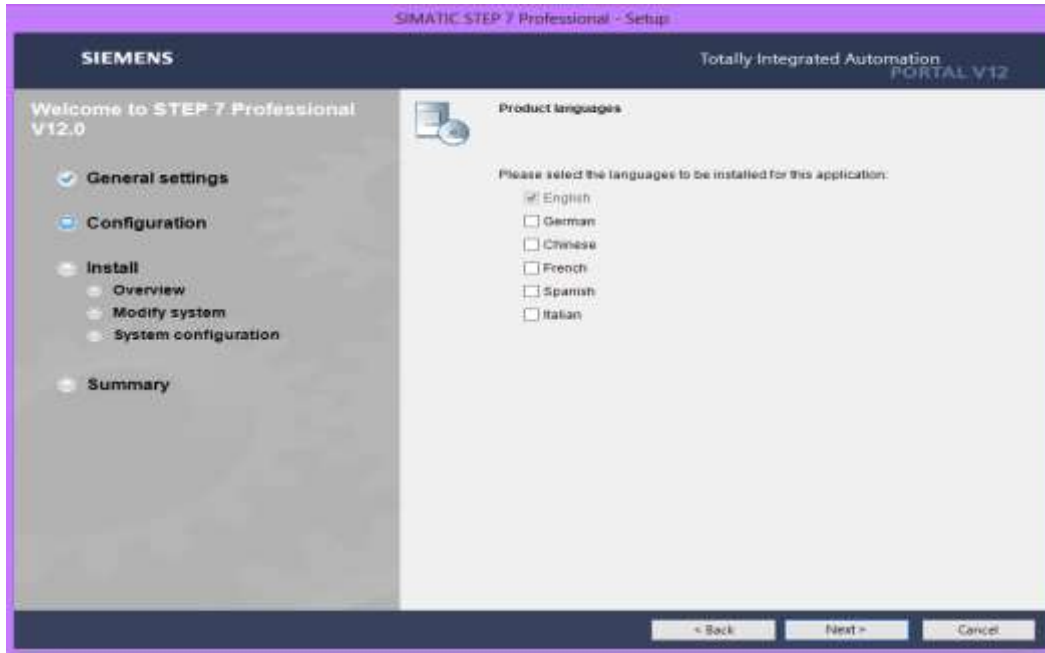
Proses Install dimulai.



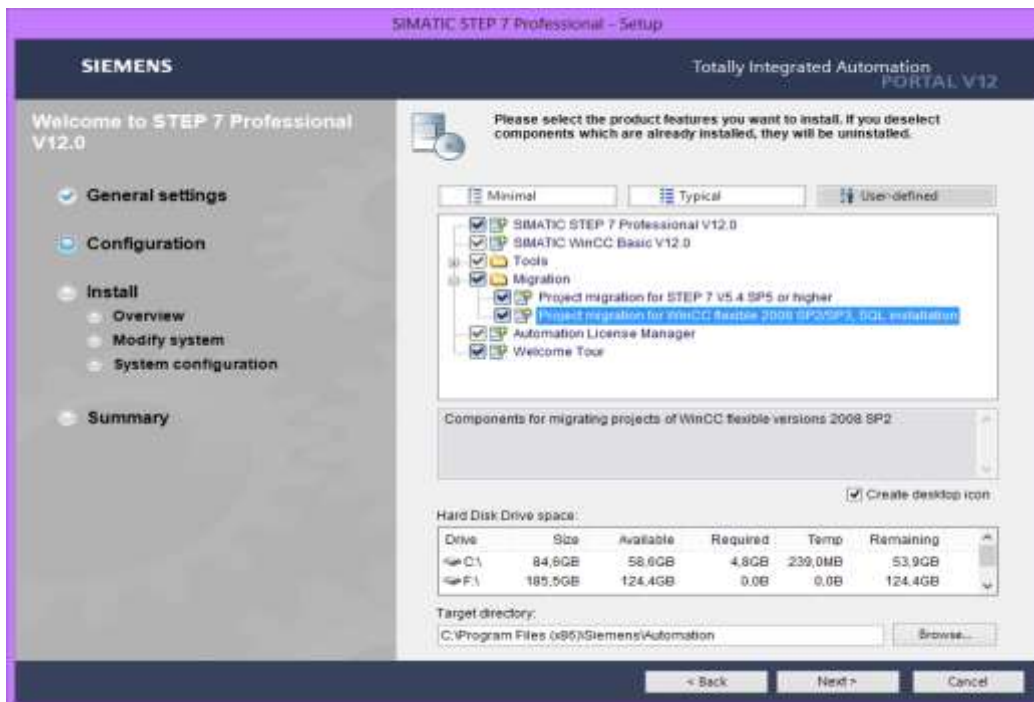
6. **KLIK** Next.



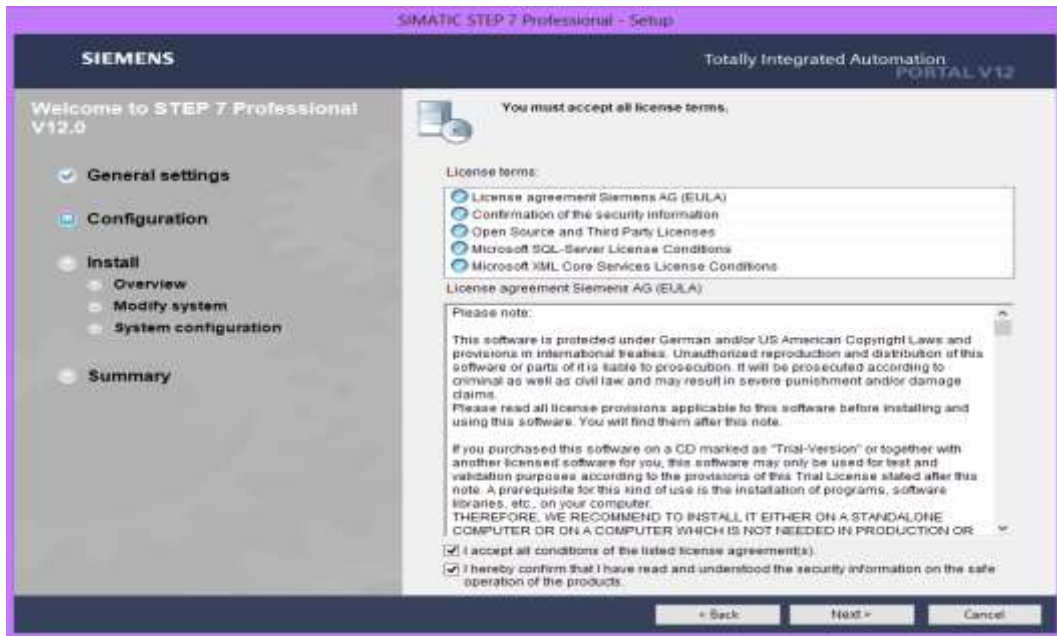
7. **KLIK** Next.



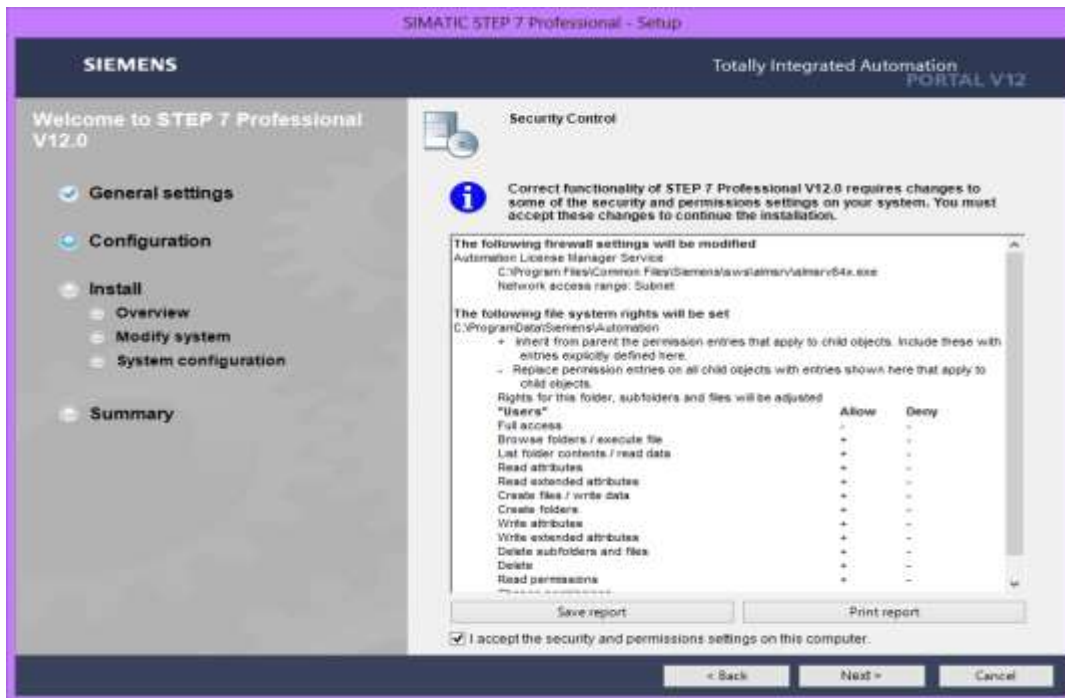
8. Centang semua tanda, kemudian **KLIK** Next.



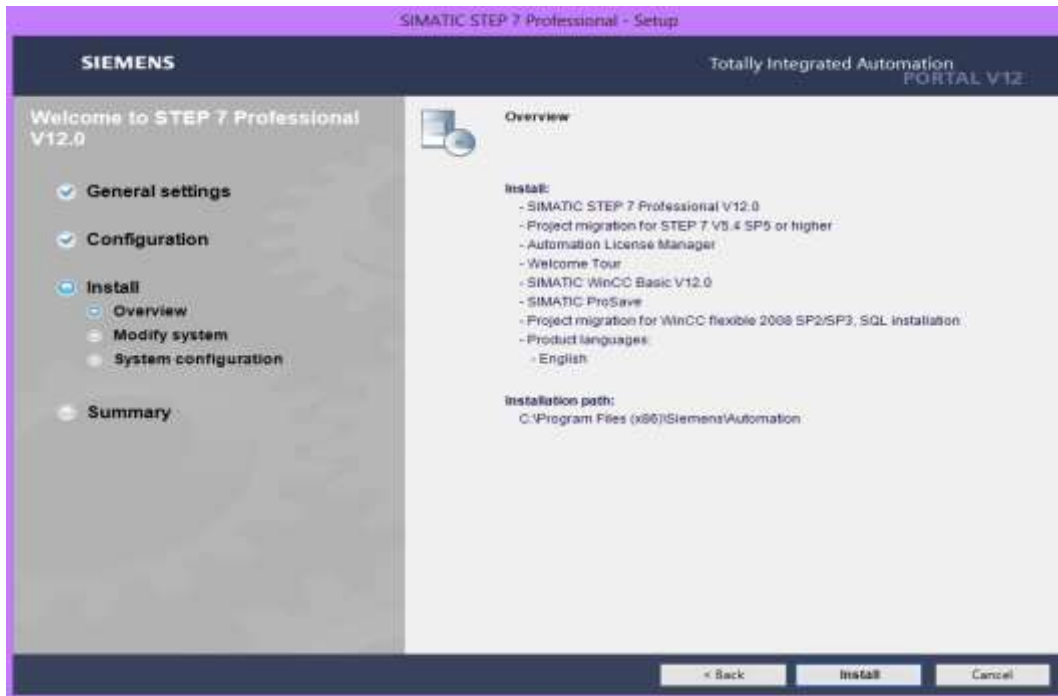
9. Centang semua tanda, kemudian **KLIK Next**.



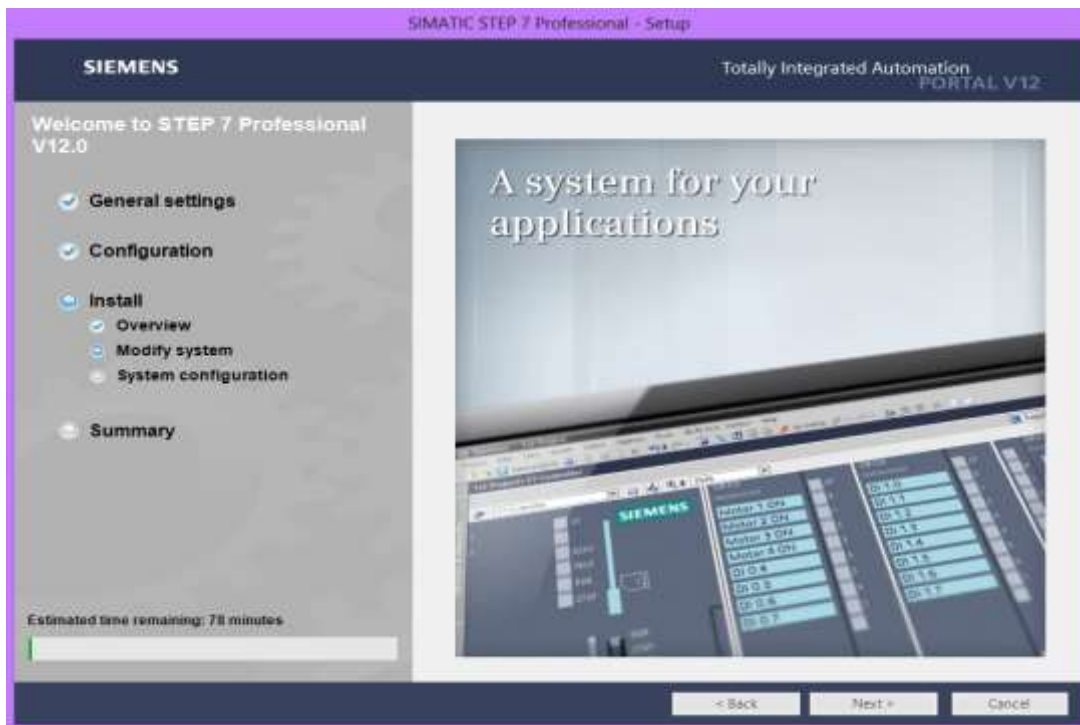
10. Centang semua tanda, kemudian **KLIK Next**.



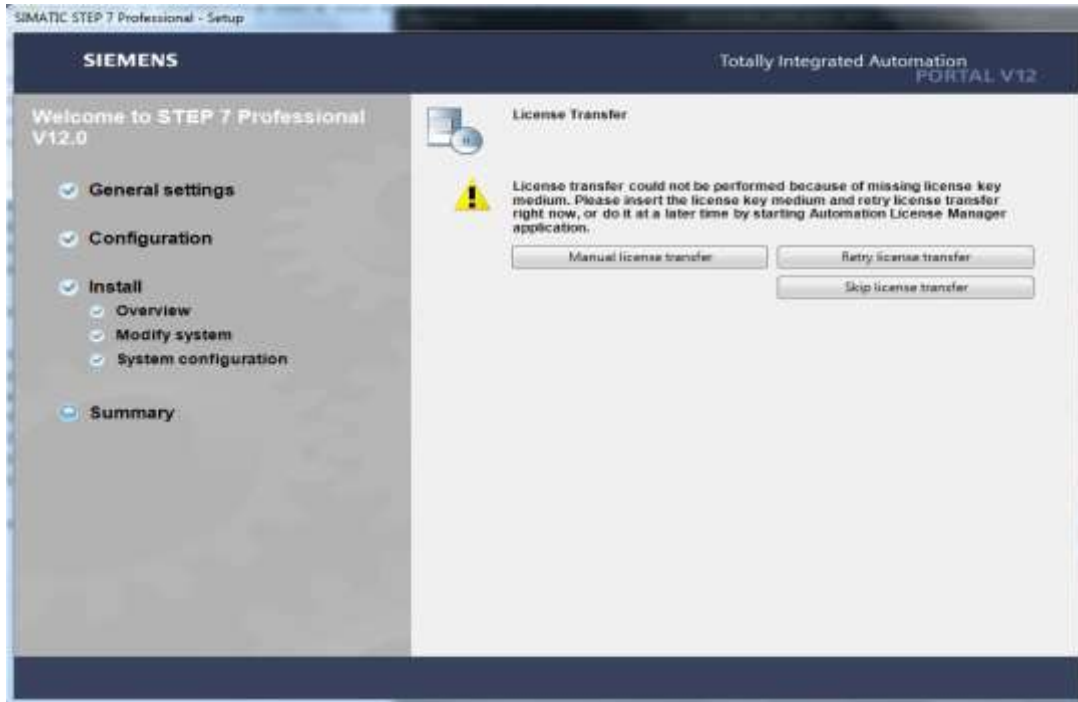
11. **KLIK** Next.



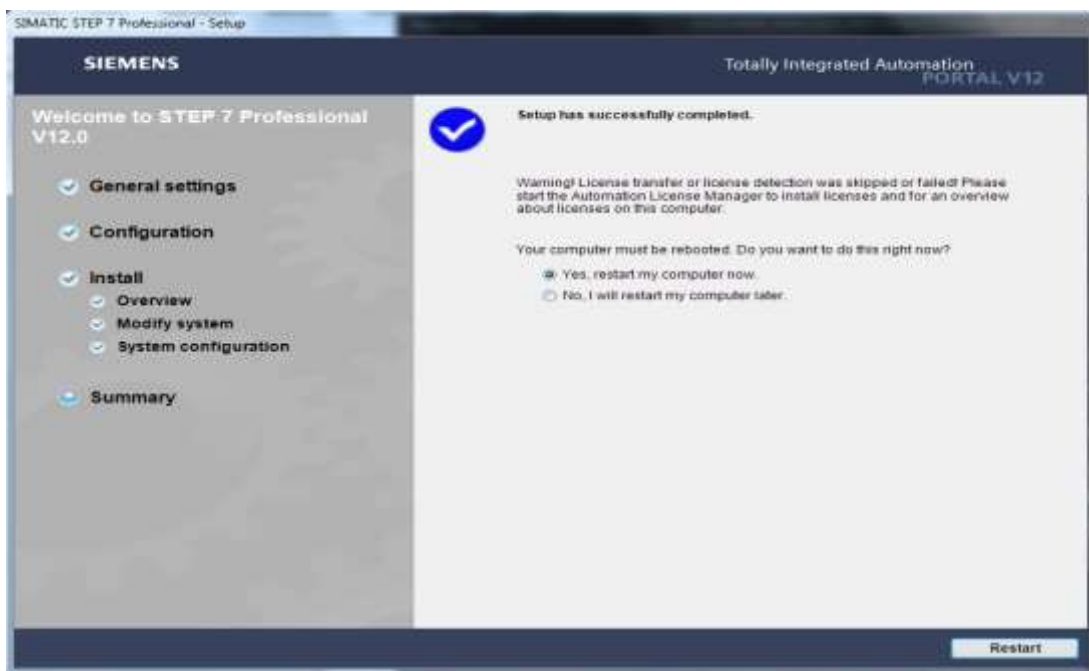
Tunggu proses Install...



12. Setelah selesai maka tampilan akan menjadi seperti gambar di bawah, **KLIK** *Skip License transfer*.

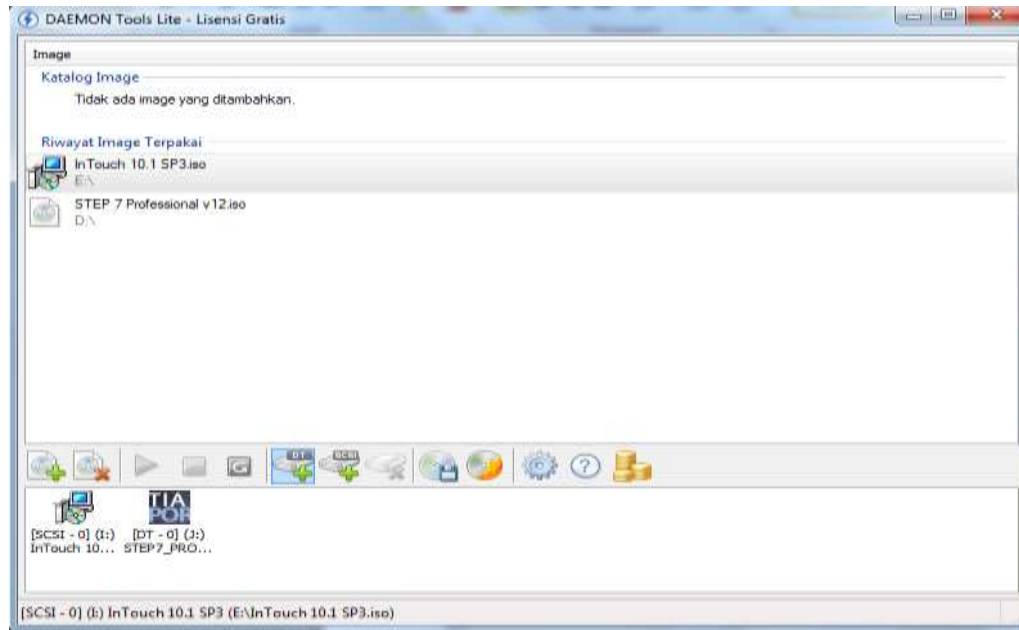


13. **KLIK** *Restart*.

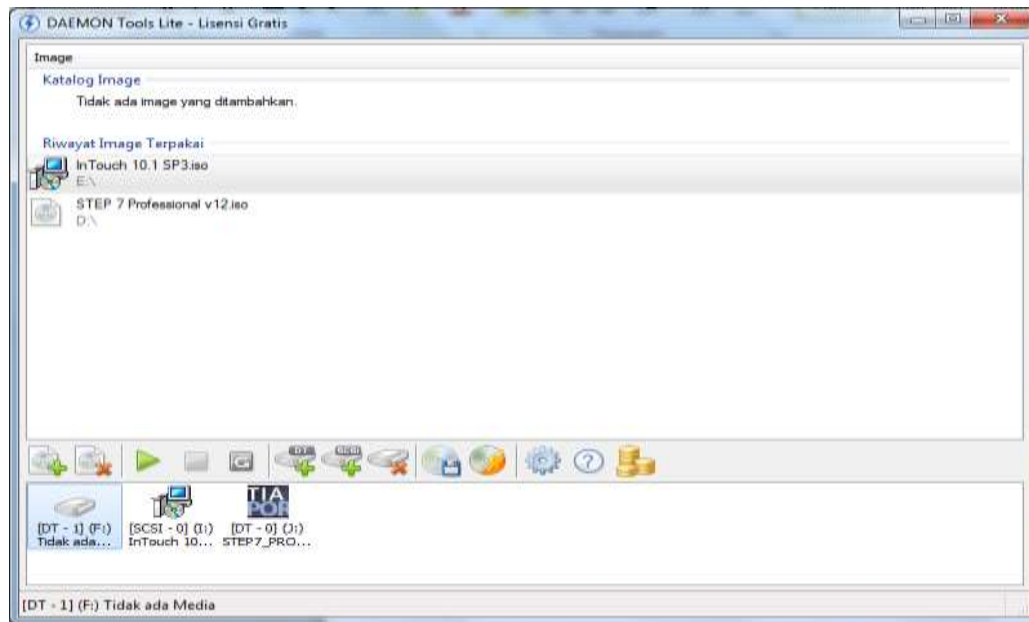


Install TIA PORTAL SP1 V12

1. Tambahkan DT Virtual Drive.



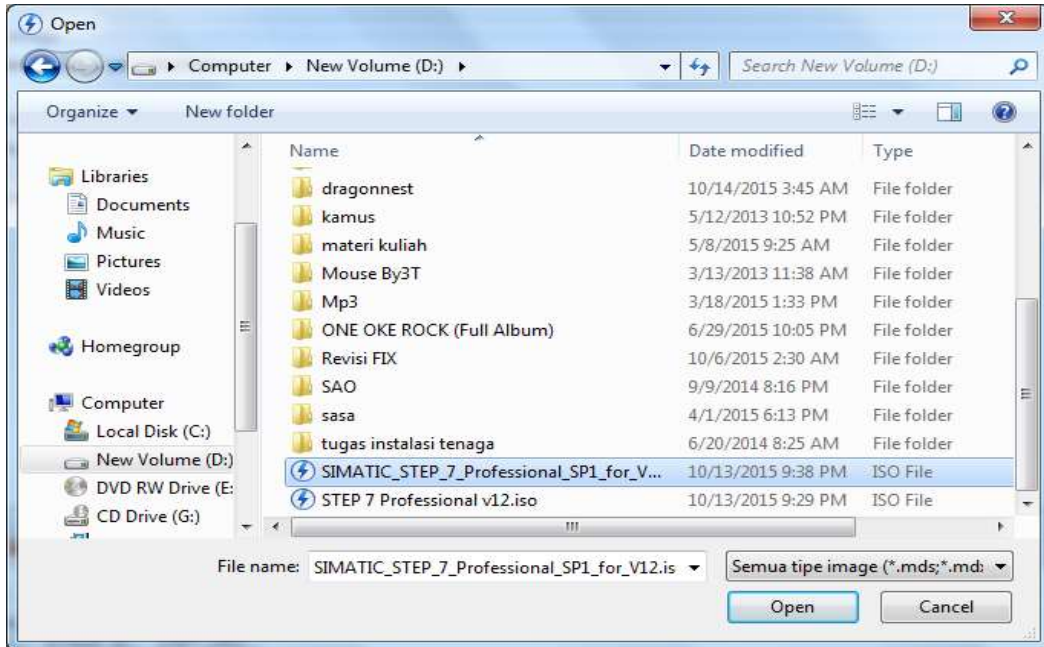
2. Tampilan akan menjadi seperti gambar di bawah ini.



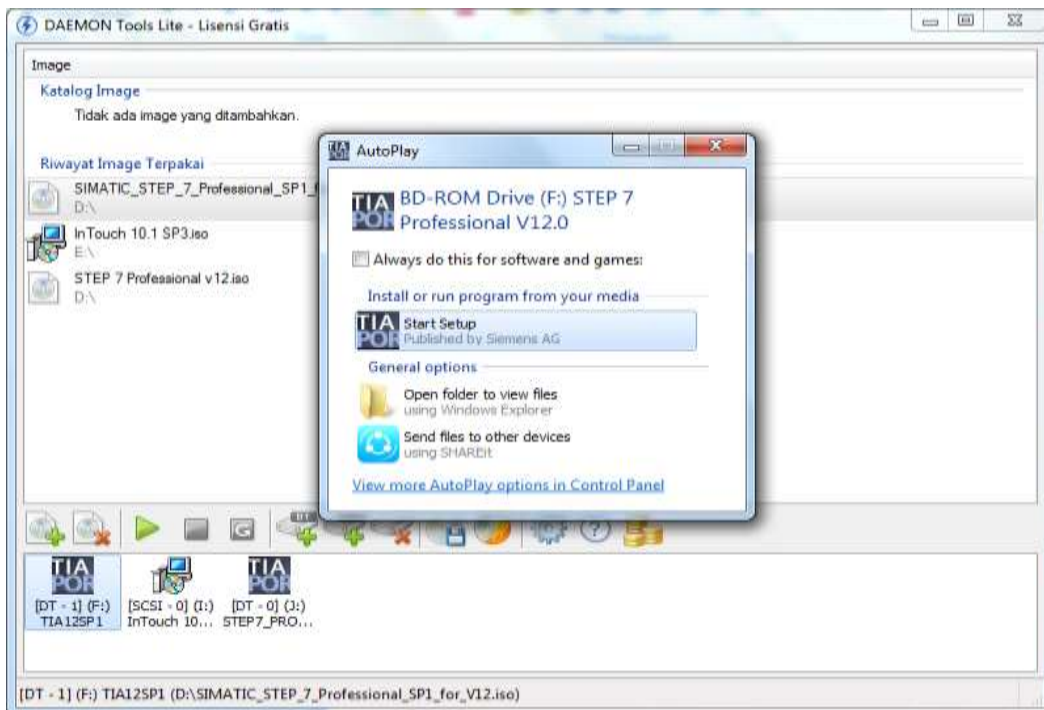
3. Kemudian **KLIK** Icon



4. Pilih file STEP 7 SIMATIC_STEP_7_Professional_SP1_for_V12.iso.



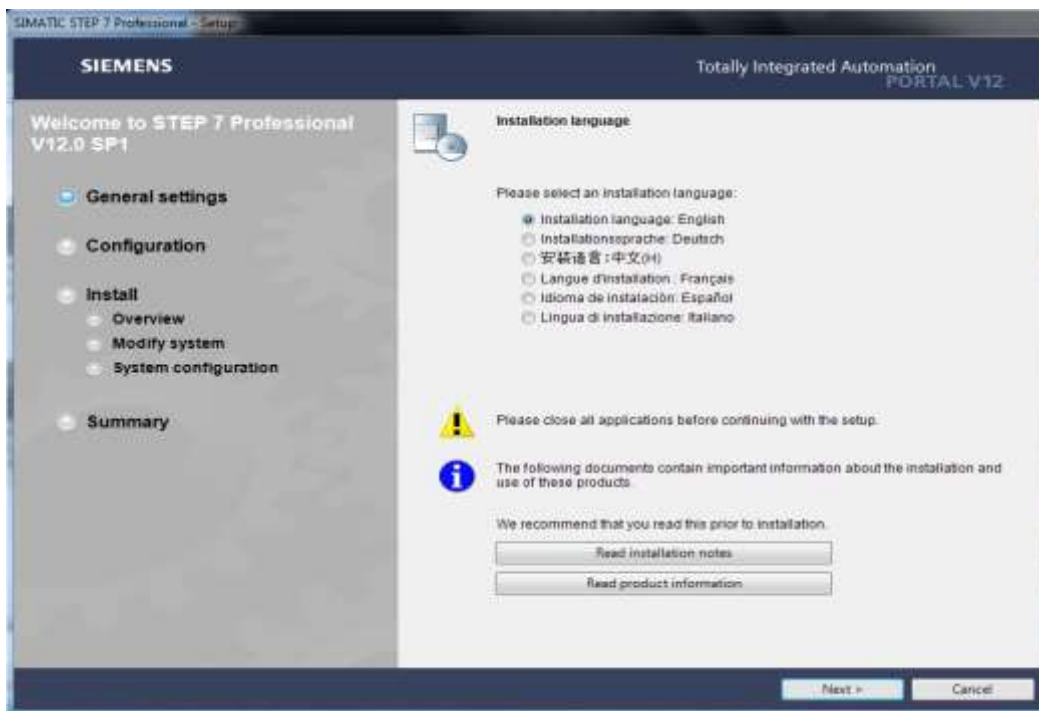
5. **KLIK** Start Setup.



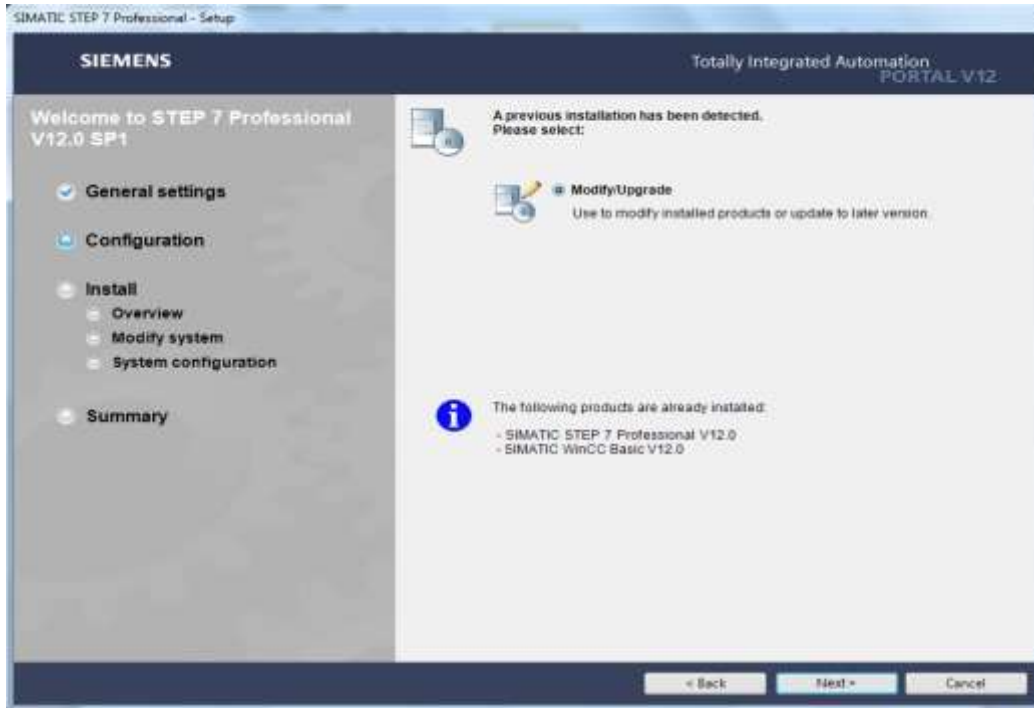
Proses Install dimulai.



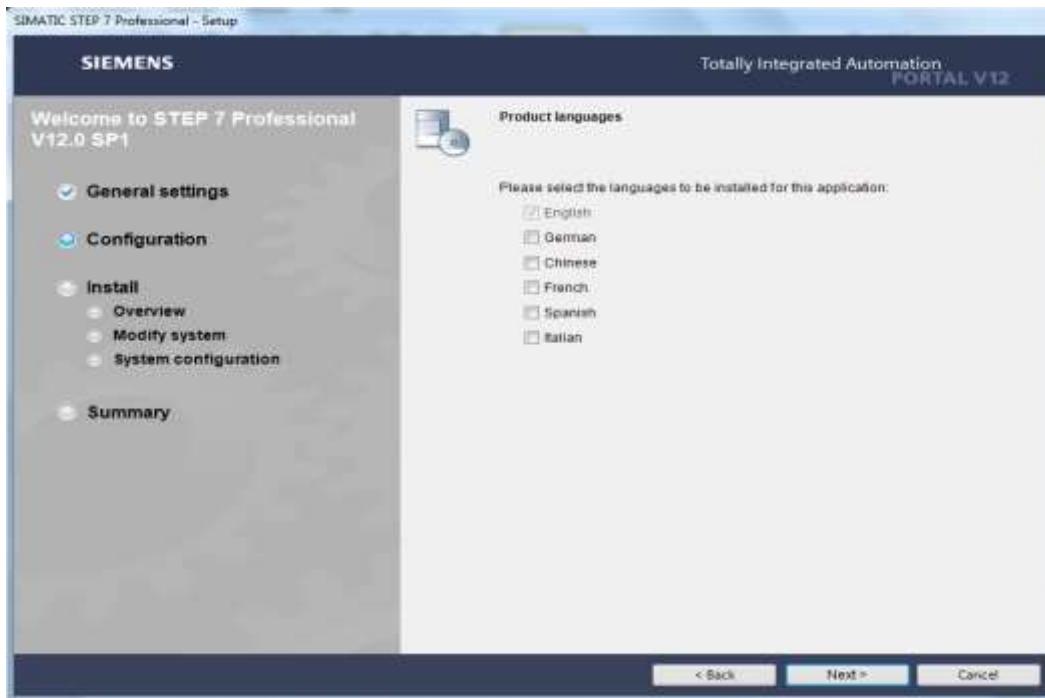
6. **KLIK** Next.



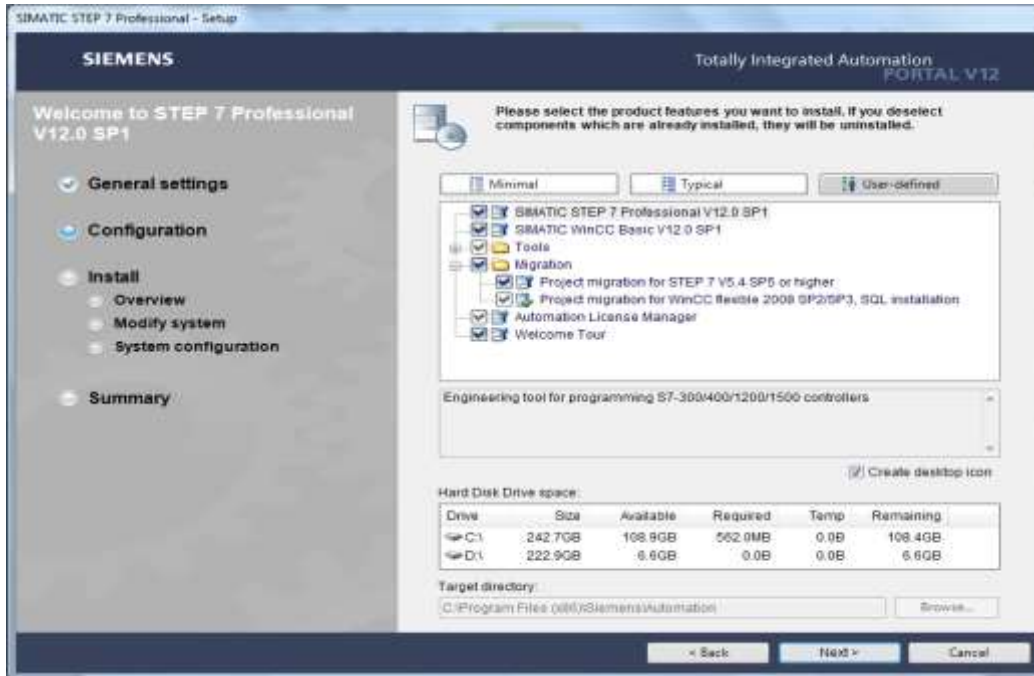
7. **KLIK Next.**



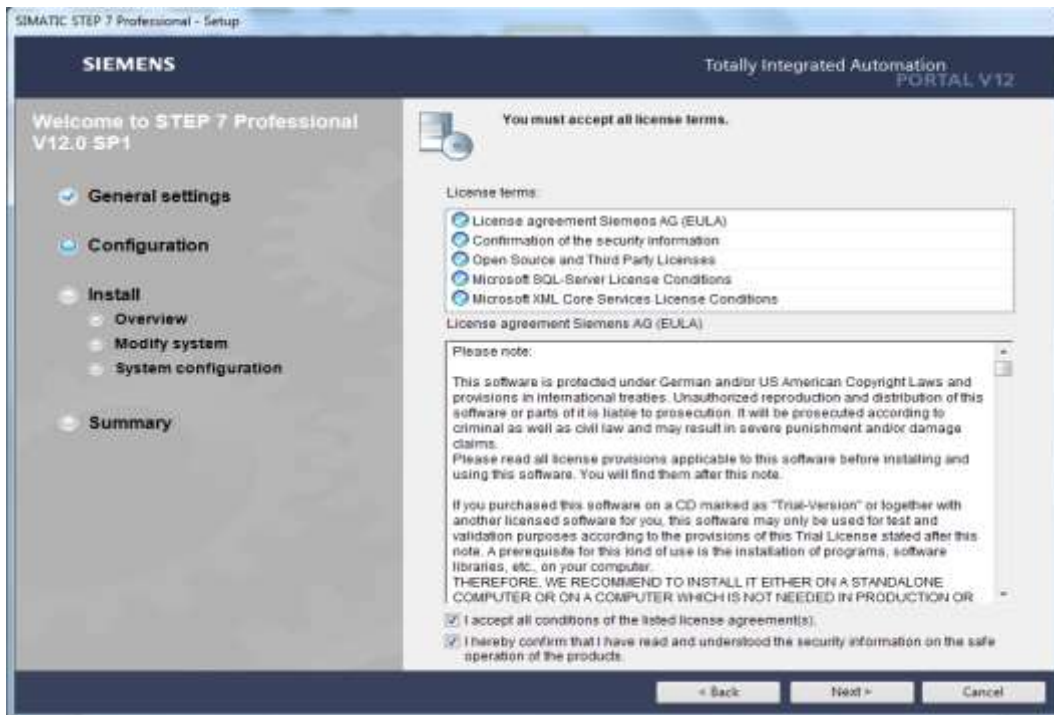
8. **KLIK Next.**



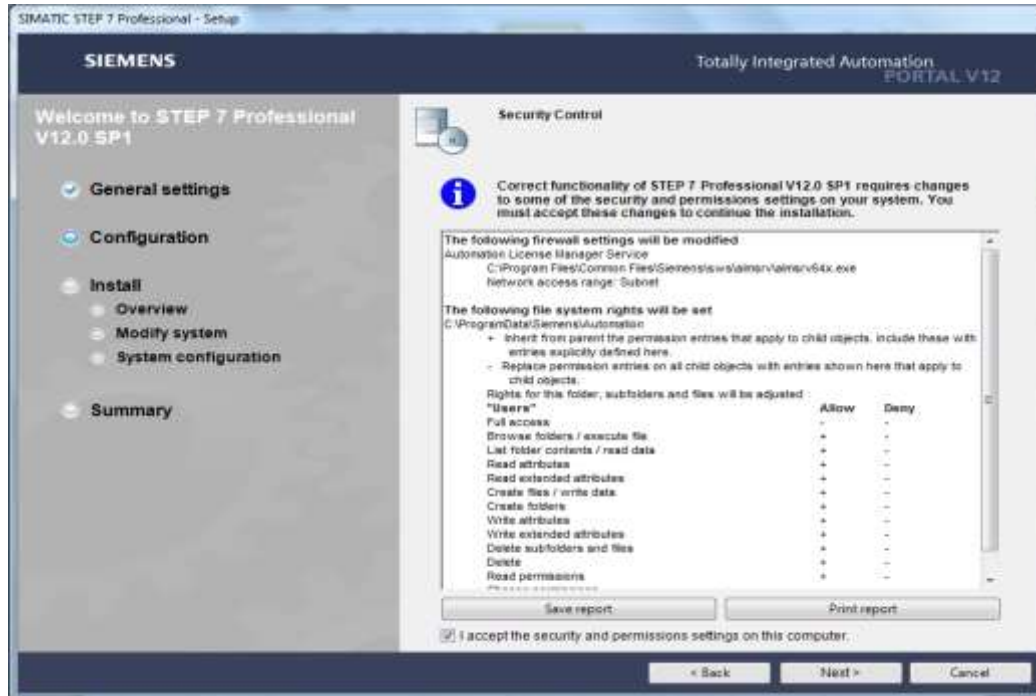
9. **KLIK Next.**



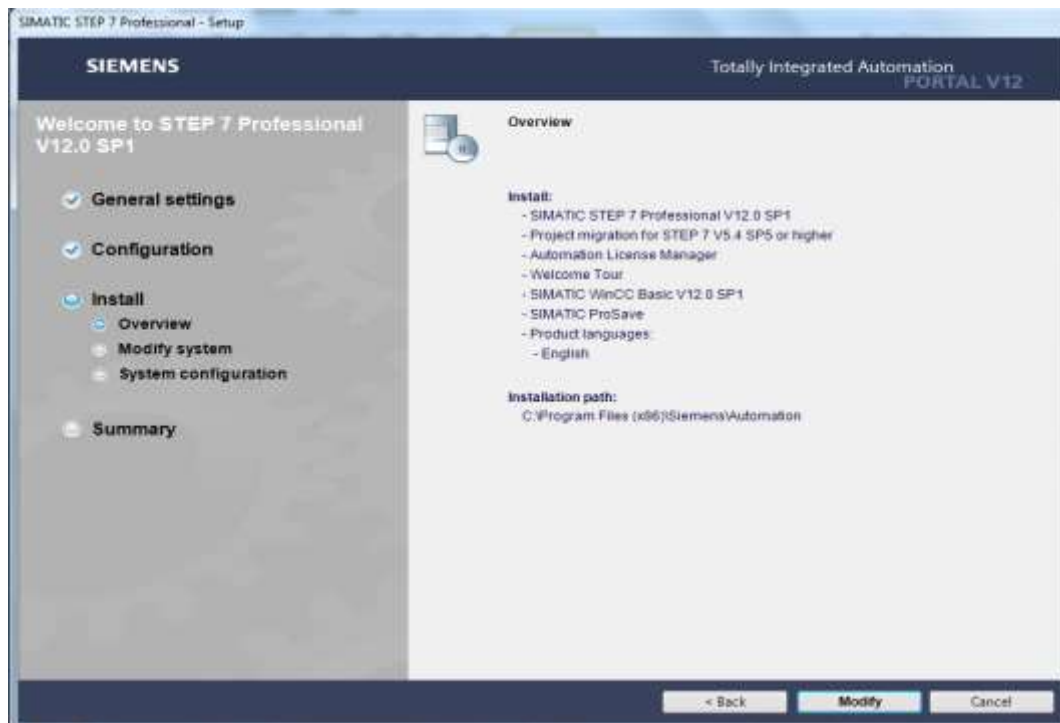
10. Centang semua tanda, kemudian **KLIK Next.**



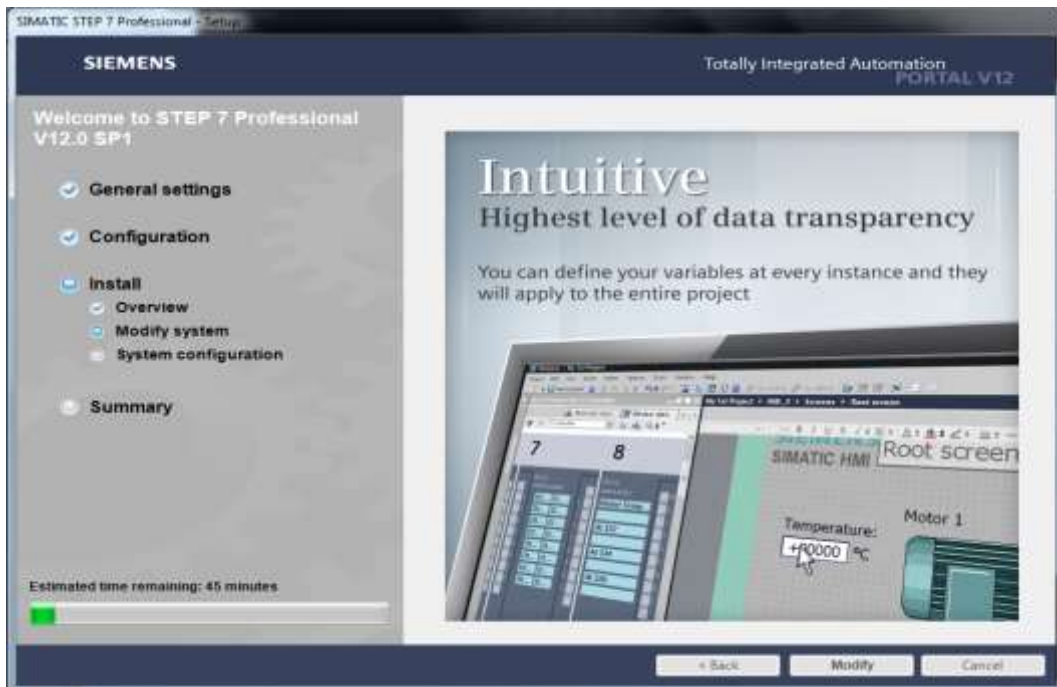
11. Centang semua tanda, kemudian **KLIK Next**.



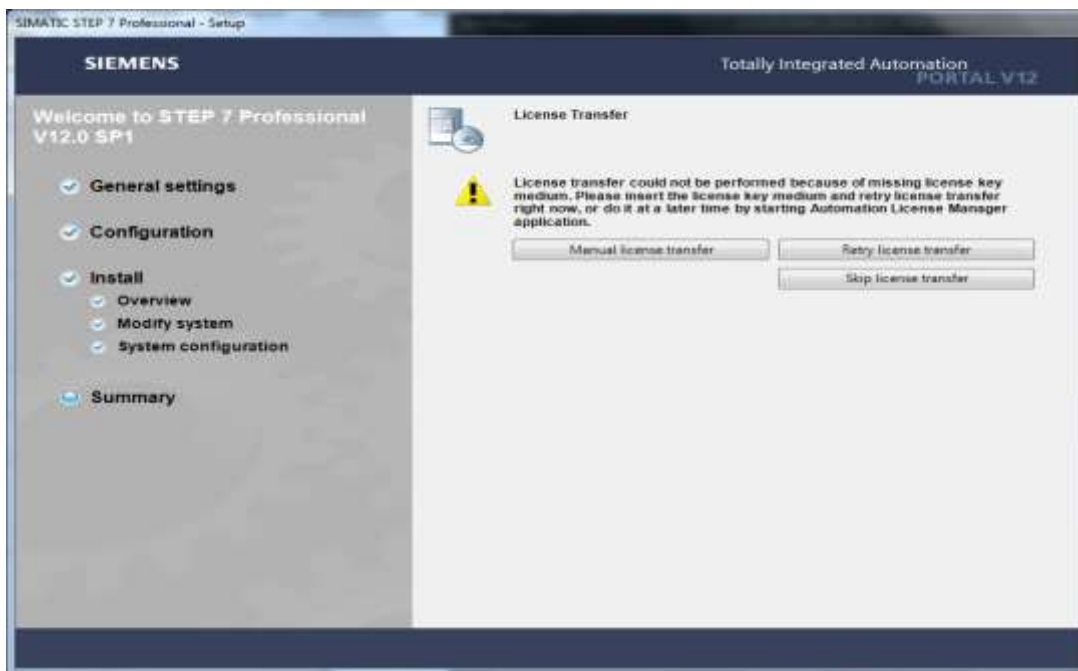
12. **KLIK Modify**.



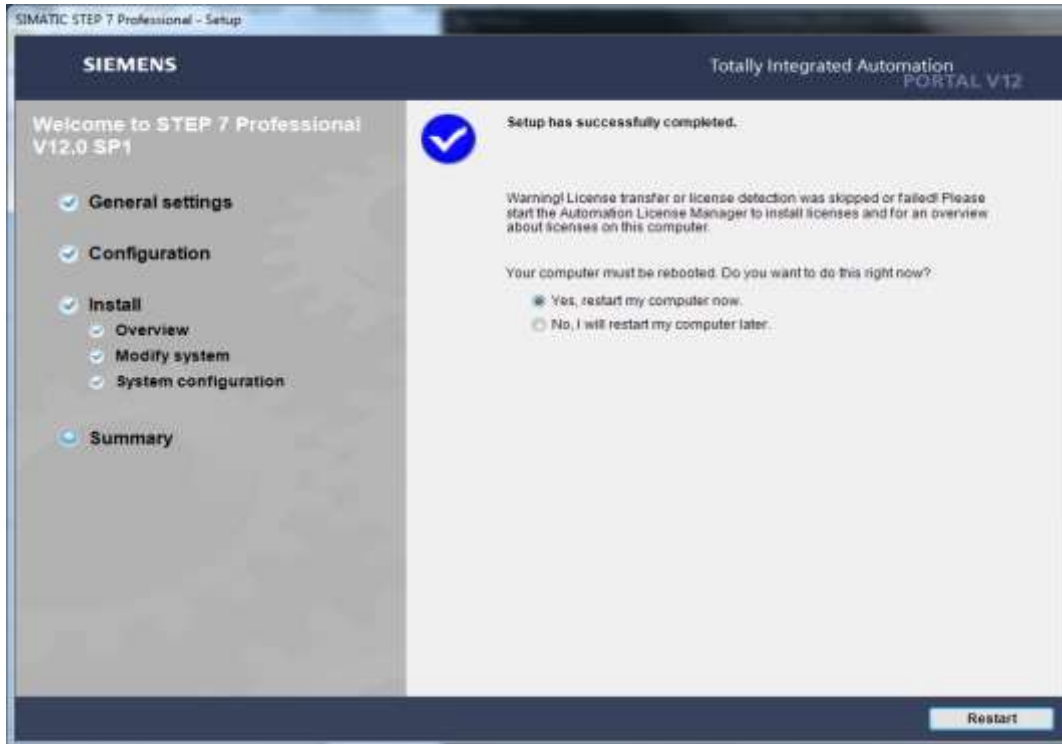
Tunggu Proses Install.



13. Setelah selesai maka tampilan akan menjadi seperti gambar di bawah, **KLIK** *Skip License transfer*.



14. **KLIK** Restart.



Lampiran 4. Surat Penetapan Dosen Pembimbing.


**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**
Nomor : 316 / FT - UNNES/2015
Tentang
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan Teknik Elektro/Prodi Teknik Elektro DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro/Prodi Teknik Elektro DIII Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :

1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78);
2. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Diploma III UNNES;
3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor. 362/P/2011, tanggal 24 Oktober 2011 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :

Nama : Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T.
NIP : 196803161999031001
Pangkat/Golongan : Pembina, IV/a
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir :

Nama : Saputra Setiawan
NIM : 531312002
Prodi : D3 Teknik Elektro
Judul : Trainer Sistem SCADA Water Level Control Berbasis PLC S7-12 Dengan Software Wonderware Intouch.

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 24 April 2015




Drs. H. Muhammad Harlano, MPd.
NIP. 196502151991021001

Tembusan :

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan TE
3. Dosen Pembimbing
4. Peringgal

Lampiran 5. Surat Tugas Panitia Ujian Diploma

 **KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009
Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, surel: ft_unnes@yahoo.com

Nomor : **3495/UN.37.1.5**
Lampiran : -
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Diploma

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Diploma Fakultas Teknik UNNES untuk Jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut :

I. Susunan Panitia Ujian :

- a. Ketua : Tatyantoro Andrasto, ST.MT
- b. Sekretaris : Riana Defi Mahadji Putri, ST.MT
- c. Pembimbing Utama : Tatyantoro Andrasto, ST.MT
- d. Penguji : 1. Drs. Herdi Saputra
2. Tatyantoro Andrasto, ST.MT

II. Calon yang diuji


Nama	NIM / Jurusan / Program Studi	Judul Tugas Akhir
Saputra Setiawan	5311312002 / Teknik Elektro / D3 Teknik Elektro	Sistem SCADA Liquid Level Control Menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04 Dengan Software Wonderware Intouch

III. Waktu dan Tempat Ujian

- Hari / Tanggal : Kamis, 05 November 2015
- Jam : 14.00 – 16.00 Wib s/d Selesai
- Tempat : E11.109
- Pakaian : Hitam Putih Berjaket Almamater

Demikian surat tugas ini kami buat untuk dilaksanakan sebaik-baiknya

Semarang, 23 November 2015
Dekan


Nur Qudus, MT
Nip. 196911301994031001

Tembusan :
1 Ketua Jurusan Teknik Elektro
2 Calon yang diuji