

Perancangan *Water Level Control* Menggunakan PLC Omron Sysmac C200H Yang Dilengkapi *Software SCADA Wonderware InTouch 10.5*

Indra Saputra¹, Lukmanul Hakim², Sri Ratna S.³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

¹indraelektrounila@gmail.com

²plgsekip@unila.ac.id

³sriratnasulistiyanti@gmail.com

Intisari---*Feed water tank* merupakan salah satu komponen pada *boiler* yang memiliki fungsi penting dalam menyuplai air ke *boiler*. Level air pada *feed water tank* harus tetap dijaga agar tidak terjadi kekosongan saat proses pengisian air ke *boiler*. Selama ini operator masih memantau secara langsung level air pada *feed water tank*. Sehingga diperlukan sistem otomasi *water level control* yang dapat membantu operator dalam mengontrol dan memantau level air pada *feed water tank*. Sistem otomasi *water level control* dikendalikan oleh PLC Omron Sysmac C200H dengan menggunakan panel *push button* yang terpasang pada *plant* atau juga dapat dikendalikan dan dimonitor melalui PC menggunakan *software SCADA Wonderware InTouch 10.5*. Selain itu sistem otomasi menggunakan SCADA ini dilengkapi *password* sebagai pengaman dari orang yang tidak bertanggung jawab.

Kata kunci---PLC, SCADA, *water level control*, *feed water tank*

Abstract---*Feed water tank* is one component of the boiler system which has an important function in supplying water to the boiler. Water levels in feed water tank must be guarded to avoid emptiness at filling process to the boiler. This time, the operator is directly to monitor water level in the feed water tank. So that, it is required water level control that can help the operators to control and monitor the water level in the feed water tank. Water level control is controlled by PLC Omron C200H Sysmac using the push button panel that attached to the plant or also can be controlled and monitored by PC using Wonderware InTouch 10.5. Beside it, SCADA system is equipped with a password to secure from irresponsible people.

Keyword---PLC, SCADA, water level control, feed water tank

I. PENDAHULUAN

Boiler merupakan salah satu komponen utama sistem Pembangkitan Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada PT Gunung Madu Plantations.

Boiler memiliki peralatan pendukung *feed water tank* yang berfungsi sebagai penyuplai air ke dalam *boiler*. Hal yang harus diperhatikan pada *feed water tank* adalah level air yang harus tetap dijaga pada level tertentu, karena jika air pada *feed water tank* kosong bisa berakibat fatal pada *boiler* yang dapat mengganggu proses produksi listrik. Selain itu, kendali air pada *feed water tank* masih dilakukan secara manual. Sehingga dibutuhkan sistem otomasi yang dapat membantu operator dalam mengontrol level air pada *feed water tank*.

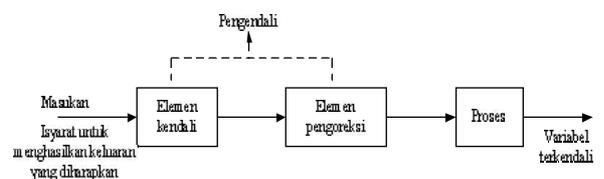
Pada tugas akhir ini telah dibuat suatu sistem otomasi *water level control* yang diaplikasikan pada *feed water tank* menggunakan PLC Omron Sysmac C200H yang dilengkapi dengan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

menggunakan *software Wonderware InTouch* versi 10.5.

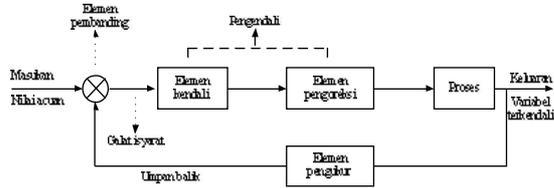
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu sistem yang keluarannya sistem dikendalikan pada suatu nilai tertentu atau untuk mengubah beberapa ketentuan yang telah ditetapkan oleh masukan ke sistem. Sistem kendali dibagi menjadi dua yaitu sistem kendali *loop* terbuka dan sistem kendali *loop* tertutup.



Gbr. 1 Subsistem-subsistem pada sebuah sistem kendali *loop* terbuka

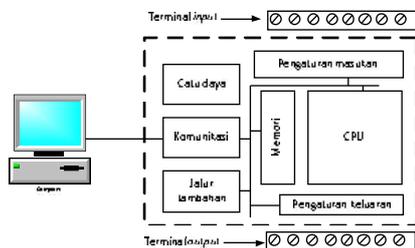


Gbr. 2 Subsistem-subsistem pada sebuah sistem kendali loop tertutup

B. Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederatan relai yang dijumpai pada sistem kendali konvensional. Hanya dengan mengeksekusi program yang tersimpan dalam memori, PLC dapat memonitor status dari suatu sistem berdasarkan sinyal input yang masuk pada PLC. Dalam pengontrolan suatu proses yang sangat kompleks sehingga dimungkinkan untuk menggunakan lebih dari satu PLC.

PLC merupakan sistem mikrokontroler khusus untuk industri, artinya seperangkat *software* dan *hardware* yang diadaptasi untuk keperluan aplikasi dalam dunia industri. Secara umum PLC memiliki bagian-bagian yang sama dengan komputer maupun mikrokontroler, yaitu CPU, Memori dan I/O. Susunan komponen PLC dapat dilihat pada gambar berikut :



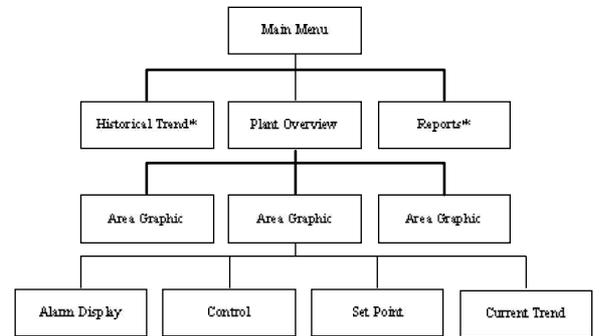
Gbr. 3 Elemen-elemen dasar PLC

C. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah sistem yang melakukan pengawasan (*supervisory*), pengendalian (*control*), dan akuisisi data (*Data Acquisition*) terhadap sebuah *plant*.

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah sistem yang melakukan pengawasan (*supervisory*), pengendalian (*control*), dan akuisisi data (*Data Acquisition*) terhadap sebuah *plant*.

Salah satu *software* yang banyak digunakan adalah *Wonderware*. *Software* utama yang digunakan dalam sistem SCADA adalah *InTouch* yang berfungsi sebagai *Human Machine Interface* (HMI). Secara sederhana HMI berfungsi sebagai “jembatan” bagi manusia (*operator*) untuk memahami proses yang terjadi pada *plant*. Sebuah HMI yang baik akan memiliki struktur yang jelas dan lengkap seperti yang digambarkan pada stuktur HMI dibawah ini:



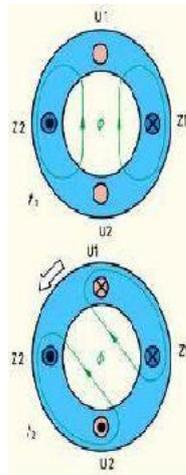
* Tidak bisa dibuat hanya dengan *Wonderware InTouch* saja

Gbr. 4 Struktur HMI

D. Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi satu fasa memiliki dua belitan stator, yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2) dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2).

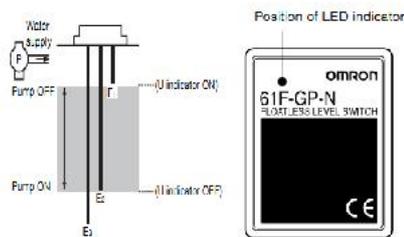
Belitan bantu Z1-Z2 pertama dialiri arus I_{bantu} menghasilkan fluks magnet Φ tegak lurus, beberapa saat kemudian belitan utama U1-U2 dialiri arus utama I_{utama} yang bernilai positif. Hasilnya adalah medan magnet yang bergeser sebesar 45° dengan arah berlawanan jarum jam. Kejadian ini berlangsung terus sampai satu siklus sinusoida, sehingga menghasilkan medan magnet yang berputar pada belitan statornya. Medan putar stator akan memotong belitan rotor, sehingga menghasilkan tegangan induksi, interaksi antara medan putar stator dan medan magnet rotor akan menghasilkan torsi putar pada rotor.



Gbr. 5 Medan magnet pada stator motor induksi satu fasa

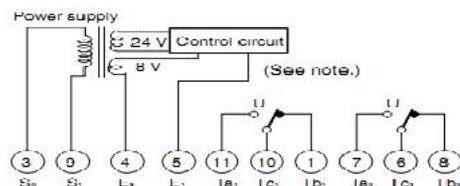
E. Level Controller

Level controller berfungsi untuk melakukan kendali terhadap ketinggian air didalam tangki dengan jalan mengirimkan output sinyal kepada kendali motor. Salah satu contoh level controller adalah Floatless Level Switch Omron 61F-GP-N.



Gbr. 6 Omron 61F-GP-N

Omron 61F-GP-N memiliki 11 piranti pin dan bekerja pada tegangan supply 220 VAC. Pin 3 dan 9 merupakan terminal power supply dengan tegangan 220 VAC. Untuk pin 4 dan 5 digunakan sebagai elektrode E₃ dan E₁. Pin 1, 10, dan 11 adalah kontak output. Sedangkan pin 6, 7, dan 8 merupakan kontak relai.



Gbr. 7 Internal circuit diagram Omron 61F-GP-N

F. Push Button

Push button adalah saklar yang beroperasi dengan cara ditekan. Pada push button terdapat knop yang berfungsi sebagai area penekan yang biasanya berwarna merah dan

pada bagian bawahnya terdapat terminal yang berupa kontak normally open dan normally close.

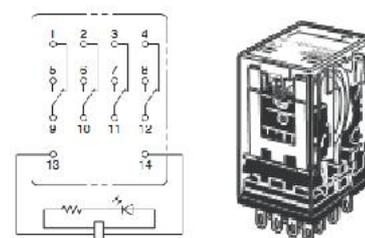


Gbr. 8 Push button

Berdasarkan fungsinya, push button memiliki 2 jenis yaitu PTM (push to make) switch atau NOPB (normally open push button) dan PTB (push to break) atau NCPB (normally close push button). PTM adalah tombol yang menutup sirkuit bila ditekan, sedangkan PTB adalah tombol yang membuka sirkuit bila ditekan

G. Relay Omron MY4N

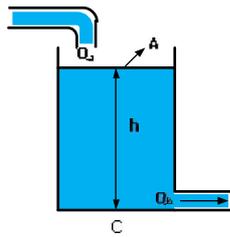
Relay MY4N memiliki 8 kontak yaitu 4 normally open dan 4 normally close. Pin 13 dan 14 adalah coil 220 VAC. Prinsip kerja dari relai ini adalah ketika coil mendapatkan arus listrik (energized), maka akan timbul elektromagnetik yang akan menggerakkan kontak, dimana kontak yang awalnya normally close (NC) akan menjadi normally open (NO). Arus beban maksimum yang dapat dipikul oleh relay MY4N ini adalah 5 A.



Gbr. 9 Relay Omron MY4N

H. Pengisian dan Pengosongan Tangki

1) Pengisian Tangki



Gbr. 10 Model pengisian tangki

Tinggi tangki dimisalkan sebagai sebuah kapasitansi, laju perubahan volume (V) di dalam sebuah tangki adalah sama dengan beda laju volumetrik air yang masuk Q_a dengan laju volumetrik yang keluar Q_b sehingga bila ditulis dalam persamaan matematisnya^[8] :

$$Q_a - Q_b = \left(\frac{dV}{dt}\right) \quad (2.1)$$

$$V = A \cdot h \quad (2.2)$$

$$Q_a - Q_b = \left(\frac{d(A \cdot h)}{dt}\right)$$

$$Q_a - Q_b = \left(\frac{A \cdot dh}{dt}\right) \quad (2.3)$$

Dengan mengintegrasikan persamaan 2.3, diperoleh persamaan umum untuk pengisian tangki :

$$(Q_a - Q_b) t + C = A \cdot h \quad (2.4)$$

Diketahui bahwa ketinggian mula-mula air pada tangki 1 (*feed water tank*) dan 2 (*boiler*) adalah 0 cm ($h(0) = 0$ cm), diameter (d) tangki 1 dan 2 masing-masing adalah 22 cm dan 13 cm, maka diperoleh persamaan khusus dari persamaan 2.4:

$$(Q_1 - Q_2) t = A_1 \cdot h_1$$

$$t = \frac{A_1 \cdot h_1}{Q_1 - Q_2} \quad (2.5)$$

$$(Q_3 - Q_4) t = A_2 \cdot h_2$$

$$t = \frac{A_2 \cdot h_2}{Q_3 - Q_4} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Q_1 = Laju volumetrik masuk pada tangki 1

Q_2 = Laju volumetrik keluar pada tangki 1

Q_3 = Laju volumetrik masuk pada tangki 2

Q_4 = Laju volumetrik keluar pada tangki 2

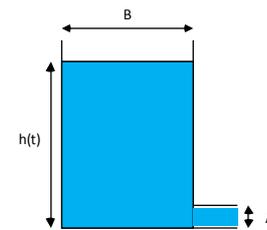
A_1 = Luas penampang tangki 1

A_2 = Luas penampang tangki 2

h_1 = Ketinggian cairan pada tangki 1

h_2 = Ketinggian cairan pada tangki 2

2) Pengosongan Tangki



Gbr. 11 Model pengosongan tangki

Pada saat pengosongan tangki, metode yang digunakan adalah dengan mengalirkan air yang ada di dalam suatu tangki dengan luas penampang B pada level ketinggian $h(t)$ melalui sebuah lubang yang memiliki luas penampang A ke atmosfer atau udara^[3].

Air yang keluar memiliki suatu kecepatan, sehingga berdasarkan Hukum Torricelli :

$$V(t) = 0.6 \sqrt{2gA(h)} \quad (2.7)$$

Untuk mendapatkan suatu persamaan, diambil suatu hubungan penurunan level ketinggian air $h(t)$ yang mengalir melalui lubang. Sehingga volume V air yang terjadi dalam waktu yang singkat t adalah :

$$V = A \cdot v \cdot t \quad (2.8)$$

A = Luas penampang lubang (cm^2)

Nilai V harus sama dengan V^* pada suatu volume air di dalam tangki, sehingga:

$$V^* = -B \cdot h$$

B = Luas penampang tangki (cm^2)

h merupakan penurunan level ketinggian $h(t)$. Tanda minus (-) muncul karena volume air yang ada dalam tangki menurun. Sehingga persamaan yang dapat diberikan dari V dan V^* adalah :

$$V^* = V$$

$$-B \cdot h = A \cdot v \cdot t$$

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{A}{B} \cdot v \quad (2.9)$$

$$\frac{dh}{dt} = -0.6 \frac{A}{B} \sqrt{2g \cdot h} \quad (2.10)$$

$$\frac{dh}{dt} = -0.6 \frac{A}{B} \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot h}$$

$$\frac{dh}{dt} = -26.56 \frac{A}{B} \sqrt{h} \quad (2.11)$$

$$\int \frac{dh}{\sqrt{h}} = \int -26.56 \frac{A}{B} dt$$

$$2\sqrt{h} = -26,56 \frac{A}{E} t + c$$

$$\sqrt{h} = -13,28 \frac{A}{E} t + \frac{c}{2} \quad (2.12)$$

Dengan mengasumsikan $c = C$, maka :

$$t = \left(-13,28 \frac{A}{E} t + \frac{c}{2} \right)^2 \quad (2.13)$$

Diketahui bahwa ketinggian mula-mula air pada tangki 1 dan 2 adalah 18 cm ($h(0) = 18$ cm), diameter lubang pada tangki 1 dan 2 adalah 1,1 cm, diameter (d) tangki 1 dan 2 masing-masing adalah 22 cm dan 13 cm, sehingga didapat persamaan khusus dari persamaan 2.13 yaitu :

$$h_1 = (4,24 - 0,0332t)^2 \quad (2.14)$$

$$h_2 = (4,24 - 0,0951t)^2 \quad (2.15)$$

Keterangan :

h_1 = Ketinggian air pada tangki 1

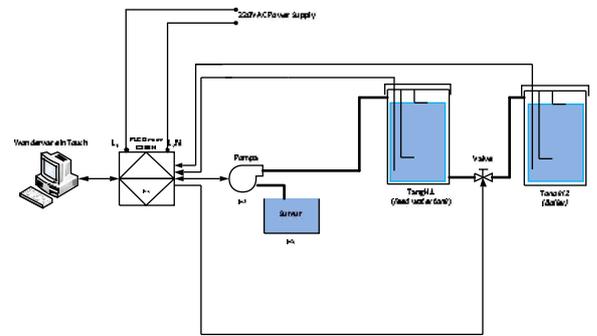
h_2 = Ketinggian air pada tangki 2

t = waktu pengosongan

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini akan merancang sebuah *water level control* yang dilengkapi dengan sistem SCADA dengan bantuan *software Wonderware InTouch 10.5*. Dalam proses penelitian, hal-hal yang dilakukan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan pustaka yang akan digunakan pada penelitian sebagai bahan pembelajaran guna menunjang keberhasilan penelitian,
2. Membuat miniatur *water level control*,
3. Membuat *ladder diagram* untuk *water level control* dengan menggunakan *CX-One Programmer*.
4. Membuat desain SCADA untuk *water level control* dengan menggunakan *Wonderware InTouch 10.5*.
5. Melakukan analisa terhadap sistem *water level control*
6. Perancangan sistem *water level control* selesai telah siap digunakan

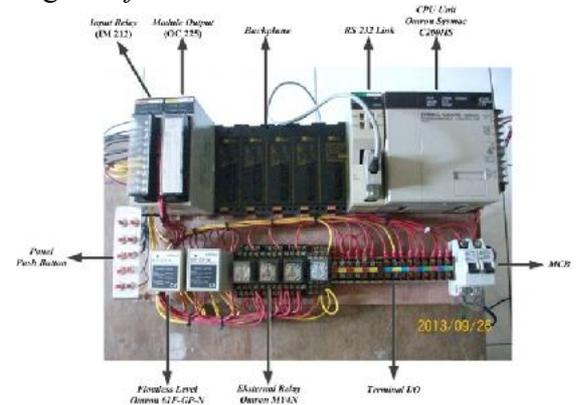


Gbr. 11 Skema rancangan *water level control*

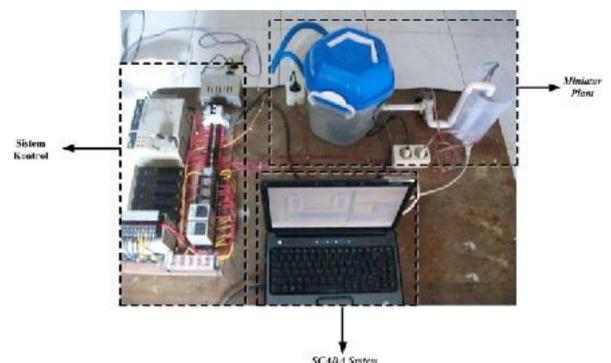
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Desain Hardware

Pada penelitian ini telah dibuat *water level control* yang diaplikasikan pada miniatur *plant feed water tank*. *Water level control* ini dikendalikan menggunakan PLC Omron Sysmac C200H dan dimonitor menggunakan *software* berbasis SCADA *Wonderware InTouch 10.5*. Sistem dapat bekerja secara manual maupun otomatis sesuai kebutuhan yang diinginkan. Selain itu, sistem yang dibuat ini dapat dikendalikan dengan menggunakan tombol (*push button*) yang terpasang pada panel atau dengan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan *Software Wonderware InTouch*.



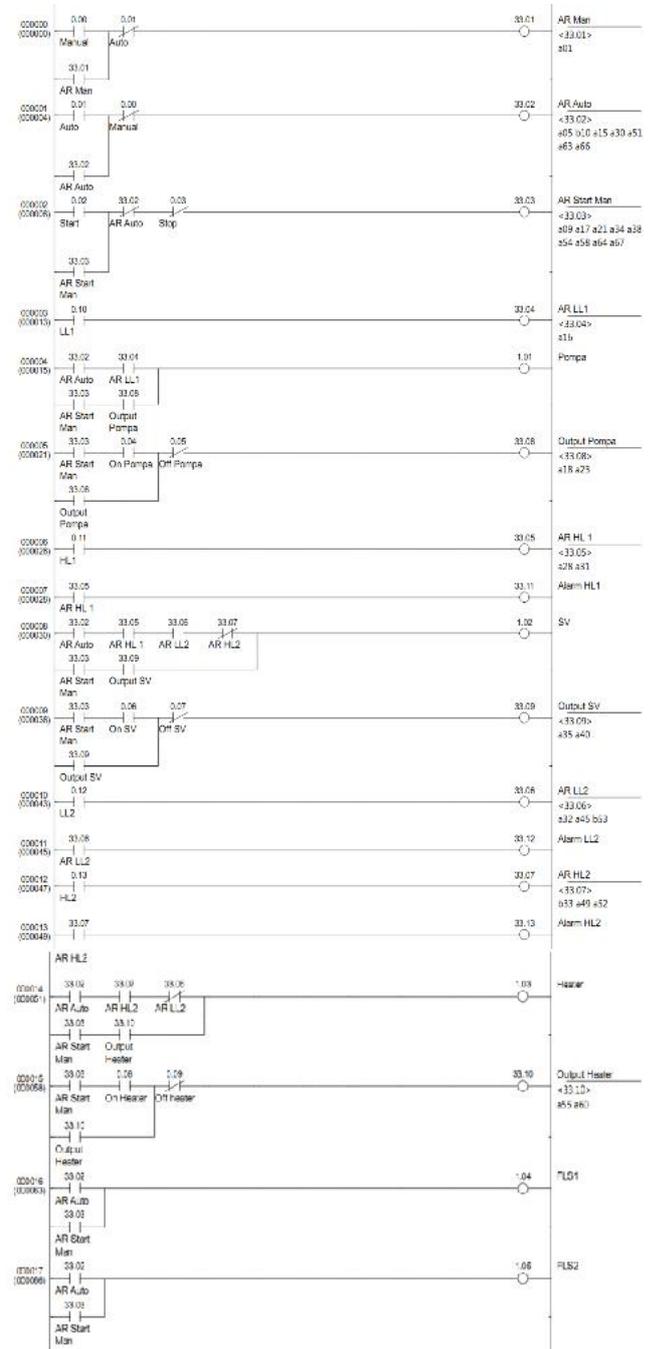
Gbr. 12 Unit sistem kendali



Gbr. 13 *Water Level Control* dengan *Software SCADA*

B. Hasil Desain Software

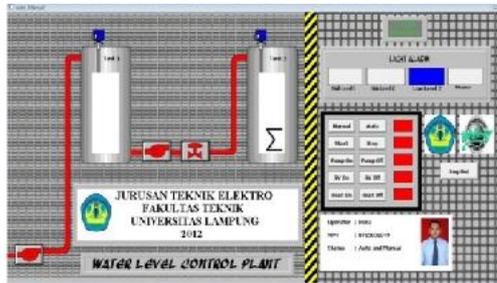
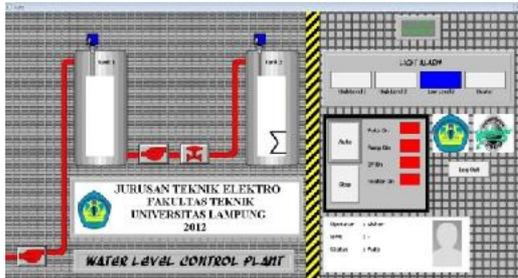
Dalam desain *software* ini, program utama yang dipakai untuk membuat suatu perintah kerja *plant* yang dikendalikan menggunakan Omron SYSMAC C200H adalah *CX-Programmer v 8.0*. Selain itu, *software* lain yang dipakai adalah *Wonderware InTouch 10.5*. *Software* ini digunakan sebagai *interface* suatu *plant*. Pada *plant* yang dibuat ini, *plant* dapat bekerja secara manual maupun otomatis. Selain itu, *plant* dibuat agar dapat dikendalikan dan dipantau menggunakan bantuan *Wonderware InTouch* atau dikendalikan melalui *panel kontrol* yang berupa *push button* yang terpasang pada *plant*. Berikut adalah hasil desain untuk *ladder diagram* dan *interface plant* pada *Wonderware InTouch* :



Gbr. 14 Hasil desain *ladder diagram*



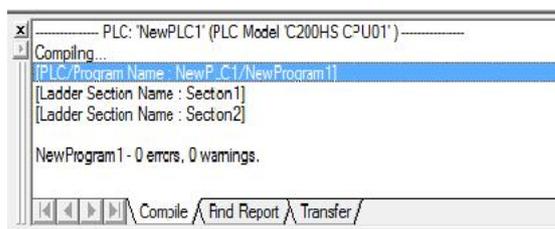
Gbr. 15 Tampilan *window welcome*

Gbr. 16 Tampilan window *Auto-Manual plant*Gbr. 17 Tampilan window *Auto plant*

C. Pengujian Hasil Desain Software

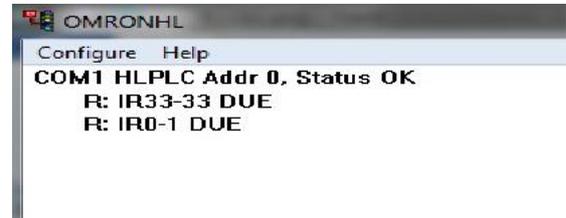
1) Pengujian Program PLC

Sebelum *ladder* diagram yang buat ditransfer ke dalam perangkat PLC Omron *Sysmac C200H*, langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan *compile* program (Ctrl+F7). Tujuannya adalah untuk melihat program yang buat terdapat *error* atau tidak. Jika tidak ditemukan *error* maka program dapat ditransfer ke dalam PLC.

Gbr. 17 Tampilan *compile* program PLC

2) Pengujian SCADA

Dalam mengendalikan dan memantau kerja dari *plant* digunakan bantuan *software Wonderware InTouch*. Hal yang perlu diperhatikan adalah koneksi antara PLC sebagai kendali *plant* dan *Wonderware InTouch* sebagai antarmuka suatu *plant*. Untuk mengkoneksikan PLC dan *Wonderware InTouch* tersebut, digunakan I/O *server Omron Host Link*. Berikut adalah uji koneksi PLC dengan *Wonderware InTouch*.

Gbr. 18 Tampilan uji koneksi pada *Omron Hostlink*

D. Pengujian Pengisian dan Pengosongan Tangki

1) Pengisian Tangki

Dalam perhitungan diasumsikan faktor *head* statis atau jarak pompa dengan tangki pengisian diabaikan dalam perhitungan. Berikut adalah data hasil perhitungan dan pengukuran untuk tangki 1 dan 2 :

Tabel 4.1 Data perhitungan dan pengukuran pada proses pengisian tangki 1 dan 2

Level Air (cm)	Tangki 1		Tangki 2	
	Waktu Hitung (s)	Waktu Ukur (s)	Waktu Hitung (s)	Waktu Ukur (s)
3	4,56	6,45	1,79	2,54
6	9,12	15,56	3,68	4,32
9	13,68	25,59	5,37	6,17
12	18,23	35,99	7,16	8,87
15	22,79	46,56	8,96	11,32
18	27,35	58,38	10,74	14,01

2) Pengisian Tangki

Dalam perhitungan diasumsikan bahwa valve dalam keadaan membuka 100 % dan faktor ketinggian air terhadap lubang diabaikan atau lubang berada pada dasar tangki. Berikut adalah data hasil perhitungan dan pengukuran untuk tangki 1 dan 2 :

Tabel 4.2 Data perhitungan dan pengukuran pada proses pengosongan tangki 1 dan 2

Level Air (cm)	Tangki 1		Tangki 2	
	Waktu Hitung (s)	Waktu Ukur (s)	Waktu Hitung (s)	Waktu Ukur (s)
15	11,05	16,16	3,86	5,2
12	23,37	33,49	8,16	10,52
9	37,34	53,35	13,04	16,35
6	53	78,24	18,83	23,54
3	75,6	121,99	26,37	48,49

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem otomasi menggunakan PLC Omron *Sysmac C200H* yang dilengkapi *software SCADA Wonderware InTouch 10.5* dapat bekerja dengan baik di mana hasil dari *compile ladder diagram 0 errors* dan koneksi Omron *Host Link* status Ok.
- 2) *Software SCADA Wonderware InTouch 10.5*, dapat mengendalikan dan memantau kerja suatu *plant* tanpa harus memantau langsung di lapangan.

B. Saran

Untuk pengembangan sistem *water level control* lebih lanjut maka dapat diberikan saran untuk menggunakan I/O analog, dimana level air dapat dikendalikan dan tampilan animasi *level control* pada SCADA dapat dilihat secara *real time*.

- [9] Wicaksono, H. 2009. *Programmable Logic Controller*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [10] Wicaksono, H. 2012. *SCADA Software dengan Wonderware InTouch*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [11] Wonderware. 2002. *InTouch User's Guide*. Invensys Systems, Inc., United States of America.
- [12] Zimmerman, Greg P. 2008. *Programmable Logic Controller & Ladder Logic*. South Dakota School of Mines & Technology, South Dakota.

REFERENSI

- [1] Gupta, Himanish. 2011. *Training Program On PLC*. Seacom Engineering College, India.
- [2] Killian, C.T. 2000. *Modern Control Technology*. Cengage Learning, Stamford.
- [3] Kreyszig, Erwin. 2006. *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley & Sonc Inc., United States of America.
- [4] OMRON. 2003. *Operation Manual Programmable Controller Sysmac C200H*. OMRON Corporation, Japan.
- [5] OMRON Industrial Automation. *Floatless Level Controller 61F-GP-N*. 2012. 6 November 2012.
http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/61f-gp-n_ds_e_6_1_csm6.pdf?id=245
- [6] OMRON Industrial Automation. *General Purpose Relay MY4N*. 2013. 17 June 2013.
http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/my_ds_e_4_1_csm59.pdf?id=948
- [7] Putra, Agfianto E. 2007. *PLC Konsep, Pemograman dan Aplikasi*. Gava Media, Yogyakarta.
- [8] Sulistiyanti, Sri Ratna & FX Arinto Setyawan. 2006. *Dasar Sistem Kendali*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.