

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

Indra Saputra, Lukmanul Hakim, Sri Ratna S

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
indraelektrounila@gmail.com

Abstrak

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 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 is must be maintained to avoid emptiness at filling process to the boiler. Previously, the operator directly to monitors water level in the feed water tank. Therefore, a control mechanism is required to help the operators to control and monitor the water level in the feed water tank autonomously. In this system, water level is controlled by PLC Omron C200H Sysmac using the push button panel attached to the plant or also can be controlled and monitored by PC using Wonderware InTouch 10.5. In addition, SCADA system is equipped with a password to secure from irresponsible people.

Key word : 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.

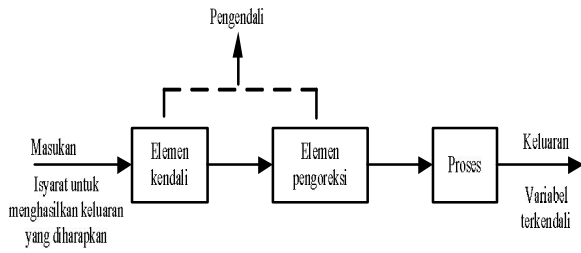
Boiler memiliki peralatan pendukung *feed water tank* yang berfungsi sebagai penyuplai air ke dalam *boiler*. Hal yang harus diperhatikan pada *feed water tank* adalah level air yang harus tetap dijaga pada level tertentu, karena jika air pada *feed water tank* kosong bisa berakibat fatal pada *boiler* 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.

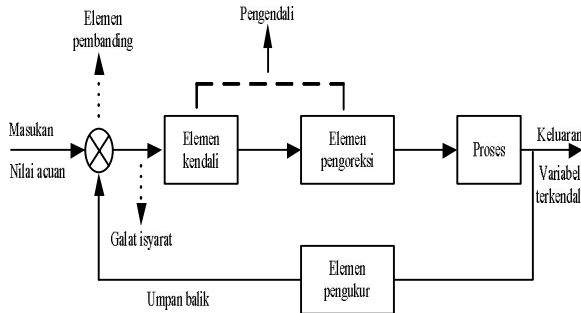
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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[1].



Gambar 1. Subsistem-subsistem pada sebuah sistem kendali loop terbuka

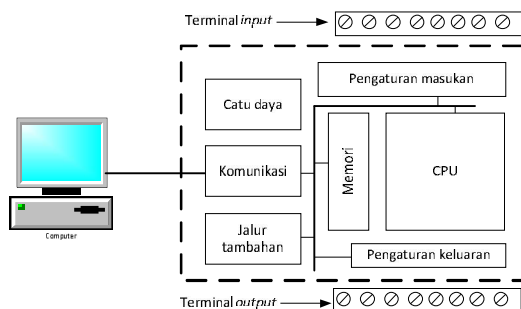


Gambar 2. Subsistem-subsistem pada sebuah sistem kendali loop tertutup

2.2 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[2][3].

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[4]:

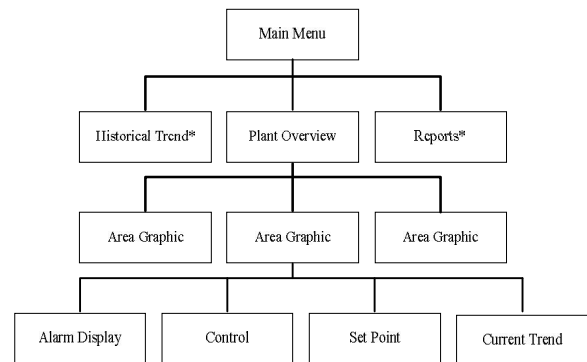


Gambar 3. Elemen-elemen dasar PLC

2.3 SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah sistem yang melakukan pengawasn (*supervisory*), pengendalian (*control*), dan akuisisi data (*data acquisition*) terhadap *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 struktur HMI di bawah ini[5] :



*Tidak bisa dibuat hanya dengan menggunakan *Wonderware InTouch* saja.

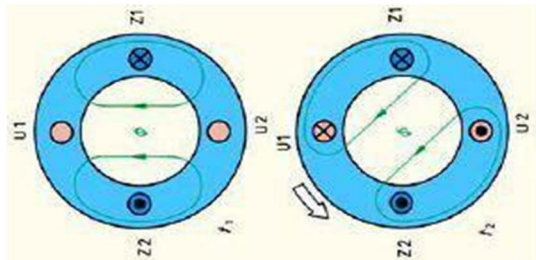
Gambar 4. Struktur HMI

2.4 Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi satu fasa memiliki dua belitan stator, yaitu belitan utama (belitan U_1-U_2) dan belitan fasa bantu (belitan Z_1-Z_2)[6].

Belitan bantu Z_1-Z_2 pertama dialiri arus I_{bantu} menghasilkan fluks magnet Φ tegak lurus, beberapa saat kemudian belitan utama U_1-U_2 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 sinusoidal, sehingga menghasilkan medan magnet yang berputar pada belitan statornya. Medan putar stator akan memotong belitan rotor, sehingga menghasilkan tegangan induksi.

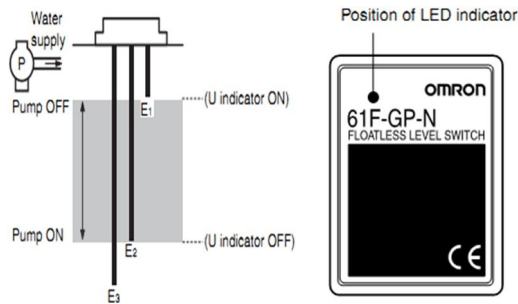
Interaksi antara medan putar stator dan medan magnet rotor akan menghasilkan torsi putar pada rotor.



Gambar 5. Medan magnet pada stator motor induksi satu fasa

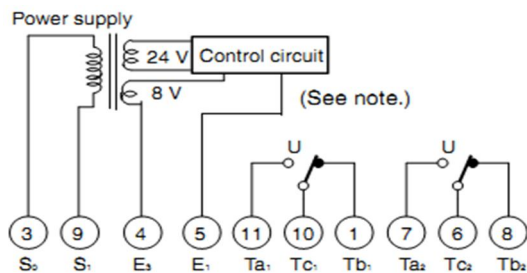
2.5 Level Controller

Level controller berfungsi untuk melakukan kendali terhadap ketinggian air di dalam tangki dengan jalan mengirimkan *output* sinyal kepada kendali motor. Salah satu contoh level controller adalah *Floatless Level Switch* Omron 61F-GP-N[7].



Gambar 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 E_3 dan E_1 . Pin 1, 10, dan 11 adalah kontak *output*. Sedangkan pin 6, 7, dan 8 merupakan kontak relai.



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

2.6 Push Button

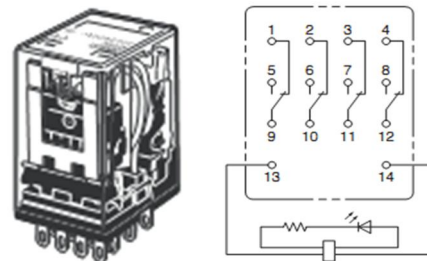
Push button adalah saklar yang beroperasi dengan cara ditekan. Pada push button terdapat *knop* yang berfungsi sebagai area penekan yang biasanya berwarna merah dan pada bagian bawahnya terdapat terminal yang berupa kontak *normally open*, di mana kontak akan menutup bila tombol ditekan dan *normally close*, di mana kontak akan terbuka bila tombol ditekan[4].



Gambar 8. Push button

2.7 Relay Omron MY4N

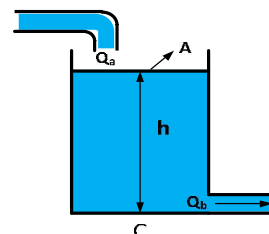
Relay MY4N memiliki 8 kontak yaitu 4 *normally open* dan 4 *normally close*. Pin 13 dan 14 adalah *coil* 220 VAC. Prinsip kerja dari relai ini adalah ketika *coil* mendapatkan arus listrik (*energized*), maka akan timbul elektromagnetik yang akan menggerakkan kontak, dimana kontak yang awalnya *normally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



Gambar 9. Relay Omron MY4N

2.8 Pengisian dan Pengosongan Tangki

2.8.1 Pengisian Tangki



Gambar 10. Model pengisian tangki

Tinggi tangki dimisalkan sebagai sebuah kapasitansi, laju perubahan volume (V) di dalam sebuah tangki ($\frac{dv}{dt}$) adalah sama dengan beda laju volumetrik air yang masuk Q_a dengan laju volumetrik yang keluar Q_b sehingga bila ditulis dalam persamaan matematisnya[1] :

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

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

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

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

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:

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

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

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

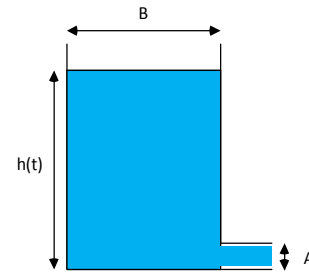
$$t = \frac{A_2 \cdot h_2}{(Q_2 - Q_3)} \quad (2.6)$$

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

2.8.2 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[1].



Gambar 11. Model pengosongan tangki

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

$$V(t) = 0,6 \sqrt{2gh(t)} \quad (2.7)$$

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

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

A = Luas penampang lubang (cm^2)

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

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

B = Luas penampang tangki (cm^2)

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

$$\Delta V^* = \Delta V$$

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

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = -\frac{A}{B} \cdot v \quad (2.9)$$

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = -0,6 \frac{A}{B} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h(t)} \quad (2.10)$$

$$\frac{dh}{dt} = -0,6 \frac{A}{B} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$\frac{dh}{dt} = -26,56 \frac{A}{B} \sqrt{h} \quad (2.11)$$

$$\int \frac{dh}{\sqrt{h}} = \int -26,56 \frac{A}{B} dt$$

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

$$\sqrt{h} = -13,28 \frac{A}{B} t + \frac{c}{2}$$

Dengan mengasumsikan $\frac{c}{2} = C$, maka :

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

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

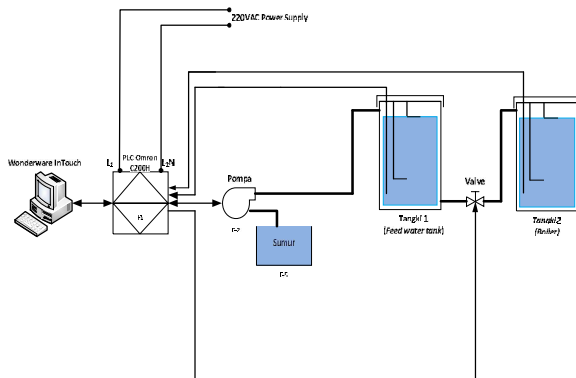
h_2 = Ketinggian air pada tangki 2

t = waktu pengosongan

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merancang sebuah *water level control* yang dilengkapi dengan sistem SCADA menggunakan *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 untuk 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

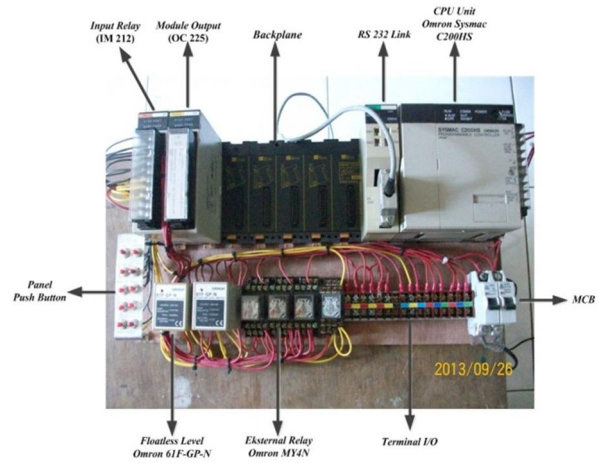


Gambar 11. Skema rancangan *water level control*

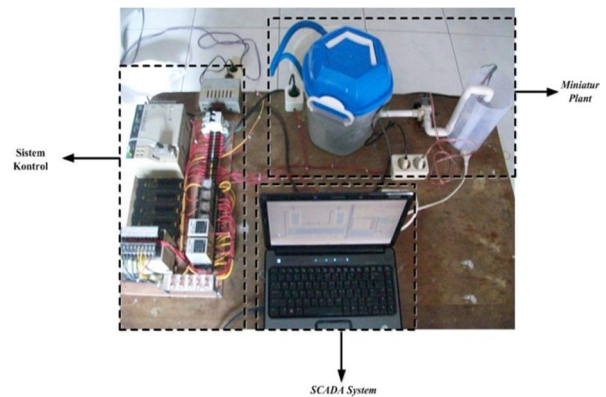
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Desain *Hardware*

Penelitian ini telah membuat *water level control* yang diaplikasikan pada miniatur *plant feed water tank*. *Water level control* ini dikendalikan menggunakan PLC Omron *Sysmac C200H* dan dimonitor oleh *software SCADA Wonderware InTouch 10.5*. Sistem dapat bekerja secara manual maupun otomatis. Selain itu, sistem dapat dikendalikan dengan menggunakan *push button* yang terpasang pada panel atau dengan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan *Software Wonderware InTouch*.



Gambar 12. Unit sistem kendali

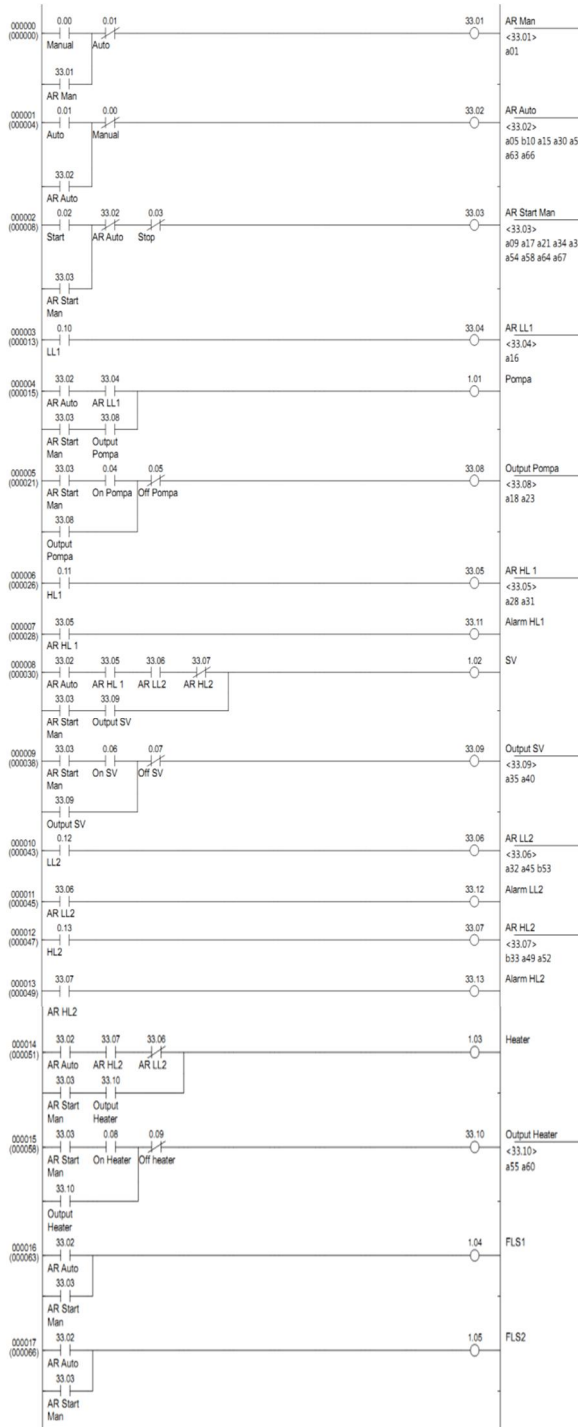


Gambar 13. *Water Level Control* dengan *Software SCADA*

4.2 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

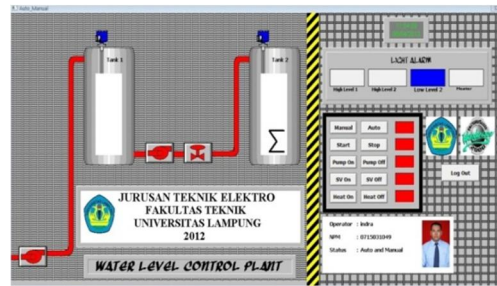
Wonderware InTouch 10.5. Software ini digunakan sebagai *interface* suatu *plant*. Pada *plant* yang dibuat ini, *plant* dapat bekerja secara manual maupun otomatis. Selain itu, *plant* dibuat agar dapat dikendalikan dan dipantau menggunakan bantuan *Wonderware InTouch* atau dikendalikan melalui *panel* kontrol yang berupa *push button* yang terpasang pada *plant*. Berikut adalah hasil desain untuk *ladder diagram* dan *interface plant* pada *Wonderware InTouch* :



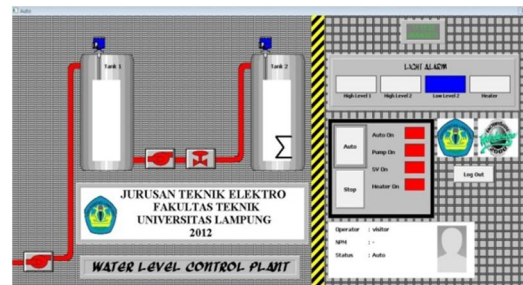
Gambar 14. Hasil desain *ladder diagram*



Gambar 15. Tampilan *window welcome*



Gambar 16. Tampilan *window Auto-Manual plant*

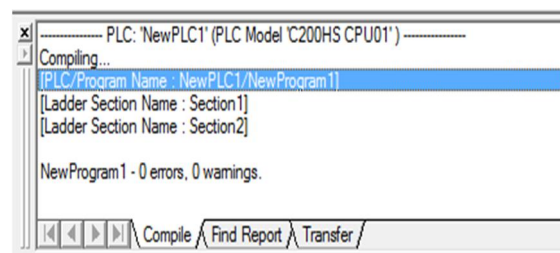


Gambar 17. Tampilan *window Auto plant*

4.3 Pengujian Hasil Desain Software

4.3.1 Pengujian Program PLC

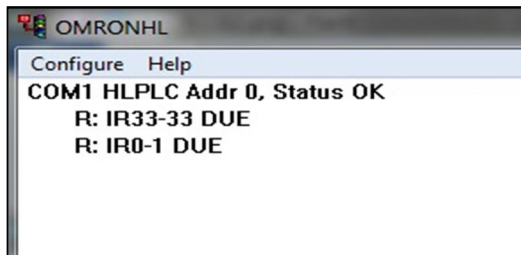
Sebelum *ladder diagram* yang buat ditransfer ke dalam perangkat PLC Omron *Systemac C200H*, langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan *compile* program (Ctrl+F7). Tujuannya adalah untuk melihat program yang buat terdapat *error* atau tidak. Jika tidak ditemukan *error* maka program dapat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



Gambar 17. Tampilan *compile* program PLC

4.3.2 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*.



Gambar 18. Tampilan uji koneksi pada Omron *Hostlink*

4.4 Pengujian Pengisian dan Pengosongan Tangki

4.4.1 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

4.4.1 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)	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

5.1 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.

5.2 Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulistiyanti, Sri Ratna & FX Arinto Setyawan. *Dasar Sistem Kendali*. Universitas Lampung. 2006.
- [2] Putra, Agfianto E. *PLC Konsep, Pemograman dan Aplikasi*. Gava Media. 2007.
- [3] Gupta, Himanish. *Training Program On PLC*. Seacom Engineering College. 2011.

- [4] Wicaksono, H. *Programmable Logic Controller*. Graha Ilmu. 2009.
- [5] Wicaksono, H. *SCADA Software dengan Wonderware InTouch*. Graha Ilmu. 2012.
- [6] Zuhail. *Dasar Teknik Tenaga Listrik & Elektronika Daya*. Gramedia. 1995.
- [7] OMRON. *Floatless Level Controller 61F-GP-N*. OMRON Corporation. 2012. hal 1-4.
<http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/61f-gp-n_ds_e_6_1_csm6.pdf?id=245>
dipublikasi 6 November 2012.
- [8] OMRON. *General Purpose Relay MY4N*. OMRON Corporation. 2013. hal 8-9.
<http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/my_ds_e_4_1_csm59.pdf?id=948> dipublikasi
17 Juni 2013.
- [9] Kreyszig, Erwin. *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley & Sonc Inc. 2006.