

Rancang Bangun Pengendali Otomatik Ketinggian Fluida dan Temperatur Menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*

Saumi Syahreza

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Syiah Kuala
 Jl. T. Syech Abdurrauf, Darussalam, Banda Aceh, NAD, Indonesia
 ssyahreza@yahoo.co.id

Abstrak— PLC (*programmable logic controller*), ialah kendali logika terprogram yang merupakan suatu piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital, dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi-instruksi internal untuk menjalankan fungsi-fungsi logika dan fungsi-fungsi lainnya, dengan cara memrogram. Penelitian ini merancang bangun suatu sistem pengendalian otomatis menggunakan PLC. PLC tersebut diprogram berdasarkan urutan-urutan proses yang telah ditentukan dengan waktu tertentu, yang terdiri dari proses pencampuran fluida, proses pemanasan dan proses pengosongan tangki. Proses-proses tersebut diprogramkan pada PLC dengan metode desain program menggunakan diagram keadaan STD (*state transition diagram*). Untuk melihat kestabilan pada proses pengaturan level dan temperatur, dibuat suatu eksperimen pada masing-masing proses tersebut. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa PLC dapat mengendalikan ketinggian fluida pada batas maksimum level rendah 5 cm dan tinggi 25 cm, dengan deferensial gap masing-masing 2 cm. Sedangkan hasil eksperimen temperatur menunjukkan bahwa bahan campuran akan mencapai nilai set point 40 °C dalam waktu 140 detik. Secara umum, urutan-urutan proses tersebut dapat berjalan stabil dengan waktu yang dibutuhkan sistem untuk menyelesaikan satu siklus adalah 3. 40 menit.

Kata Kunci. *PLC, Pengendali otomatis, STD, sensor, aktuator, temperatur.*

I. PENDAHULUAN

PLC merupakan salah satu piranti elektronik yang banyak digunakan dalam proses otomasi industri. Mulai dari industri rokok, industri otomotif, industri petrokimia, industri kertas, industri tambang, misalnya pada pengendalian turbin gas dan unit industri lanjutan hasil pertambangan serta berbagai industri-industri lainnya [1].

Tidak seperti PC (*personal computer*) pada umumnya, PLC dirancang khusus agar dapat beroperasi pada kondisi-kondisi dengan keadaan temperatur tinggi, kotor dan berdebu, kebal terhadap noise listrik, serta mempunyai daya tahan terhadap getaran bahkan benturan sekalipun [2]. PLC adalah salah satu contoh sistem *real time*, karena output dihasilkan dari respon kondisi input dalam lingkup

waktu tertentu. Dengan demikian PLC adalah kumpulan rele-rele digital yang disusun secara seri.

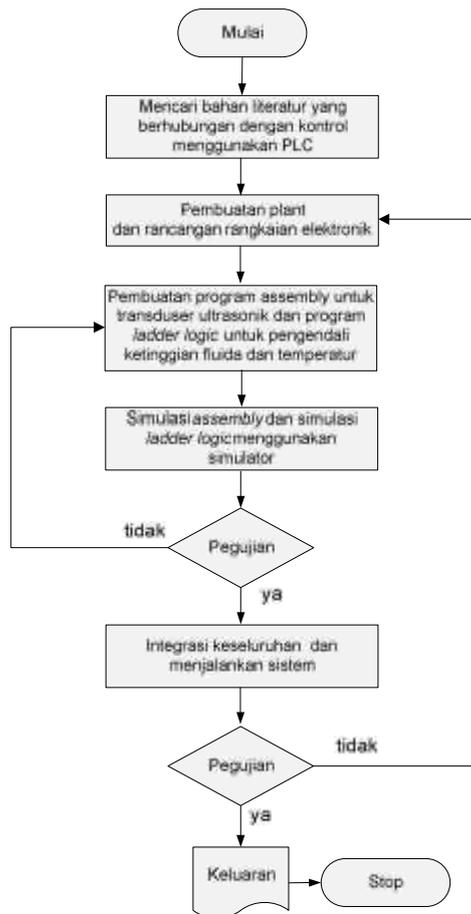
Dalam penelitian ini dirancang bangun suatu sistem pengendalian otomatis menggunakan PLC. Dalam sistem pengendalian ini, bahan pewarna (cair) sebagai bahan pertama dan air sebagai bahan kedua. Keduanya dialirkan dari masing-masing reservoir menggunakan pompa ke dalam tanki pencampuran dengan perbandingan *low* dan *high level*. Sistem ini akan mengatur ketinggian masing-masing bahan dalam tangki menggunakan sinyal digital. Dalam sistem pengendalian ini, PLC mempunyai empat sinyal masukan digital, yaitu (1) tombol start dan stop, (2) sensor *low level* ultrasonik, (3) sensor *high level* ultrasonik, dan (4) sensor temperatur. Sedangkan sinyal keluaran digital PLC digunakan untuk menghidupkan dan mematikan kedua pompa, mengaduk bahan campuran, menghidupkan pemanas, dan membuka *solenoid valve*.

Setelah tombol start *on*, sensor *level* ultrasonik belum mendeteksi adanya batas ketinggian bahan pewarna yang diinginkan, maka PLC melalui terminal output akan mengirimkan sinyal untuk mengalirkan bahan pewarna melalui pompa pertama hingga mencapai batas maksimum *low level* sensor - pompa pertama *off*. Kemudian dilanjutkan dengan mengirimkan sinyal ke pompa kedua untuk mengalirkan air hingga mencapai batas ketinggian maksimum *high level* sensor. Sensor *low* dan *high level* ultrasonik digunakan sebagai pembatas akhir dari masukan bahan pertama dan bahan kedua.

Tujuan dari rancang bangun sistem ini adalah mengembangkan sistem pengendali otomatis *plant* sederhana ketinggian fluida dan temperatur dalam satu tanki menggunakan PLC Omron. Pengendali Otomatik dibuat dengan mengembangkan program LLD, dengan metode mendesain menggunakan diagram STD yang akan mengendalikan sistem sesuai dengan keadaan yang diinginkan.

II. METODOLOGI

Penulis memisahkan rancangan penelitian ke dalam beberapa tahap. Tahap pertama ialah mencari bahan literatur yang berhubungan dengan aplikasi pengendalian menggunakan PLC dan mempelajari parameter-parameter utama yang akan diimplementasikan dalam model kendali proses.



Gambar 1. Diagram alir blok tahapan kerja keseluruhan sistem

Untuk tahap kedua, penulis menggambarkan bagian-bagian sistem menggunakan diagram dokumentasi BFD (*block flow diagram*), dan diagram P&ID (*piping and instrumentation diagram*) dalam menggambarkan keseluruhan sistem. Tahap ketiga ialah pembuatan *plant model* dan merancang bangun rangkaian elektronik yang diperlukan.

Tahap keempat ialah membuat program PLC dengan *ladder logic*, dengan metode mendesain menggunakan diagram perpindahan keadaan (*state transition diagram*). Untuk tahapan kelima, penulis mensimulasikan program *ladder logic* untuk pengendalian ketinggian dan temperatur yang telah dirancang menggunakan simulator PLC. Setelah disimulasikan dan ditemukan beberapa kelemahan pada rancangan program tersebut, maka tahapan selanjutnya adalah memperbaiki kelemahan berdasarkan teori-teori yang ada, sehingga proses tersebut dapat berjalan.

Setelah perancangan keseluruhan sistem, pemrograman dan simulasi selesai dijalankan, maka tahap terakhir dari rancangan ini ialah mengintegrasikan keseluruhan sistem,



Gambar 2. PLC Omron seri CPMA1A

serta menjalankan *plant* proses tersebut hingga sesuai seperti yang diinginkan. Untuk mendapatkan gambaran yang utuh dan mudah, penulis akan menyederhanakan metodologi rancangan dalam bentuk diagram alir seperti Gambar 1.

A. Programmable Logic Controller (PLC)

Pengendalian sistem menggunakan PLC OMRON tipe CPM1A (Gambar 2), yang cukup handal digunakan pada persoalan-persoalan dasar dan semi-komplek dalam aplikasi sistem kendali [5]. Selain itu, pemilihan PLC OMRON didasarkan pada kemudahan dalam membuat program dan tersedianya peralatan tersebut di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi FMIPA Unsyiah.

Sebagai tambahan, PLC tipe ini berukuran kecil dengan ukuran persegi, serta sudah mempunyai input DC/transistor yang dapat dihubungkan dengan elemen luar sesuai keperluan. Sudah terintegrasinya modul masukan dan keluaran yang berjumlah 20 I/O dengan antarmuka komunikasi serial.

B. Komputer

Gambar 3 memperlihatkan sistem pengendalian yang terdiri dari PC (*personal computer*), PLC dan *plant*. PC digunakan untuk memprogram dan memonitor program PLC yang telah di *download* dan juga sebagai HMI (*human machine interface*) untuk mengetahui kondisi aktual dari *plant* dan keterangan-keterangan yang diperlukan. Dalam rancang bangun sistem ini digunakan PC pentium IV dengan sistem operasi Windows XP.

C. Rancangan Hardware

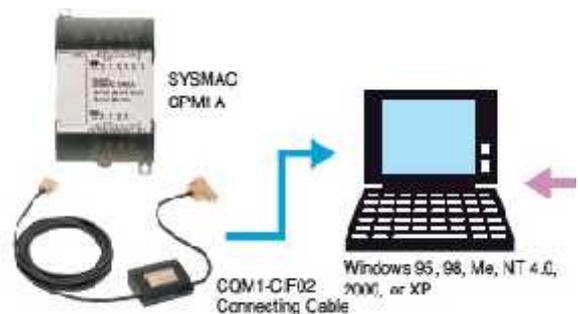
Hardware yang dirancang terdiri dari rangkaian elektronika dan instrumen proses. Rangkaian elektronika yang dirancang ialah rangkaian sensor dan aktuator/elemen kontrol akhir, serta peralatan listrik seperti tombol. Sedangkan peralatan proses yang dirancang ialah tangki sebagai wadah pencampuran sekaligus pemanasan.

1) Dimensi tangki

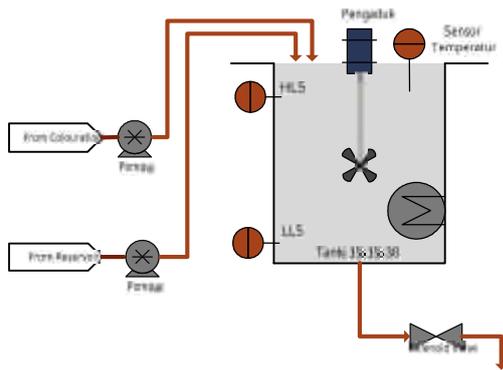
Tangki pencampuran dan pemanasan yang dirancang mempunyai dimensi 15x15x30 cm, yang terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm. Blok flow diagram dari *plant* yang dirancang diperlihatkan pada Gambar 4. Di bawah ini:

2) Pengendalian Level Fluida

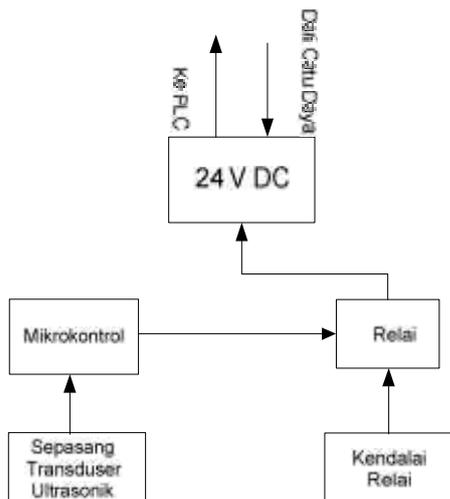
Hasil rancangan alat ukur *level* menggunakan transduser ultrasonik [6], telah dipergunakan untuk mengukur *level* fluida pada batas rendah dan tinggi dari sistem ini. Adapun spesifikasi dari alat ukur ini ialah; jarak minimum dan maksimum yang dapat dideteksi berkisar 5 dan 150 cm, dengan interval perubahan jarak tiap-tiap 2 cm. Untuk



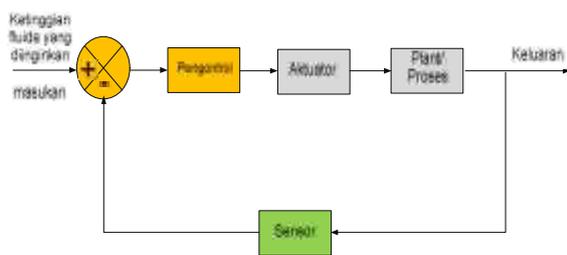
Gambar3. Diagram Sistem [2]



Gambar 4. Blok flow diagram dari plant



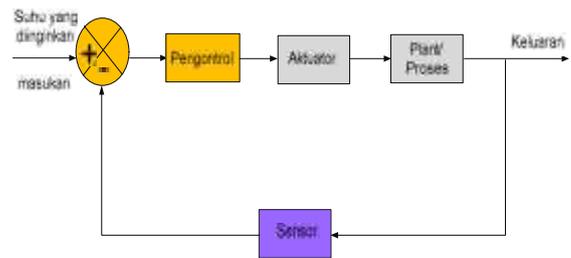
Gambar 5. Diagram blok pengendalian fluida



Gambar 6. Diagram blok pengendalian ketinggian

menentukan batas rendah dan tinggi yang akan dideteksi oleh sensor *level* ultrasonik, terlebih ditentukan batas ketinggian maksimum fluida yang akan ditampung oleh tangki, yaitu 25 cm. Sedangkan sisa 5 cm pada bagian atas dari tangki penampungan digunakan sebagai jarak minimum antara fluida dan kedudukan sensor ultrasonik.

Langkah selanjutnya ialah menentukan jumlah bahan pewarna dan air yang akan diisi kedalam tangki. Dengan penentuan 20 persen bahan pewarna atau setinggi 5 cm, dan 80 persen air atau setinggi 20 cm yang dihitung berdasarkan tinggi maksimum fluida yang akan diisi. Batas 5 cm bahan pewarna dan 20 cm air inilah yang



Gambar 7. Diagram blok pengendalian temperatur

kemudian dijadikan sebagai batas ketinggian maksimum rendah dan tinggi dari sensor *level*.

Mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke bagian input PLC untuk menghidupkan dan mematikan rele apabila masing-masing batasan rendah dan tinggi maksimum telah tercapai. Oleh karena PLC mempunyai spesifikasi masukan 24 Volt DC maka dibuat suatu *converter* yang akan mengubah tegangan 5 V DC dari mikrokontroler menjadi 24 V DC ke bagian masukan PLC. Diagram blok ultrasonik *level* dan *converter* yang dirancang seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Diagram blok proses pengendalian ketinggian fluida pada proses pengisian dan pengosongan tangki diberikan oleh pada Gambar 6. Ketinggian fluida yang diinginkan, diatur oleh pedegali dengan mengirimkan sinyal ke rele. Sedangkan sebagai pengukur *level* digunakan sensor ultrasonik, yang akan mengukur nilai ketinggian aktual pada *plant*.

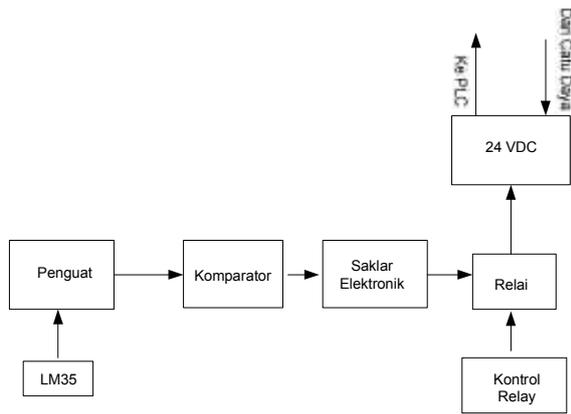
3) *Agitator dan Pengendalian Temperatur*

Untuk melakukan proses pengadukan dalam sistem ini, digunakan sebuah motor DC yang dirangkai dengan sebuah kipas. Dalam proses pengadukan ini, pengaduk dihubungkan ke bagian output dari PLC. PLC yang akan memutus dan menghubungkan arus masuk ke motor DC melalui rele. Motor DC yang digunakan bertegangan 12 Volt. Untuk mengubah tegangan masukan motor DC ke spesifikasi masukan PLC 24 Volt, maka dibuat *converter* yang akan mengubah tegangan 12 Volt DC menjadi 24 Volt DC.

Urutan selanjutnya ialah proses pemanasan fluida menggunakan elemen pemanas. Elemen pemanas yang digunakan banyak dijual di pasaran. Pemanas ini akan mengalirkan kalor ke bahan campuran ketika diberi sumber tegangan sebesar 220 V AC yang dikendalikan dari bagian keluaran PLC. Pada proses pengendalian temperatur, elemen pemanas akan mengalirkan panas ke bahan campuran. Dalam hal ini berlaku Hukum ke-nol Termodinamika. Bila dua buah benda yang berbeda temperaturnya didekatkan, maka panas akan mengalir dari benda bertemperatur tinggi ke benda yang bertemperatur rendah. Diagram blok dari proses pengendalian temperatur dapat dilihat pada Gambar 7.

Bahan campuran dengan temperatur awal yang lebih rendah dari set point akan dipanaskan oleh aktuator/elemen pemanas hingga mencapai setting point yang diinginkan. Sensor akan membandingkan harga aktual dengan dengan set point, apabila harga aktual sama dengan set point maka pengendali akan mematikan pemanas.

Untuk mengukur derajat panas pada proses pemanasan ini digunakan sensor temperatur IC LM35. IC LM35 merupakan sensor temperatur yang bekerja pada derajat celsius (°C). Tegangan output sensor sebanding dengan



Gambar 8. Diagram blok pengendalian temperatur

temperatur yang dideteksi oleh sensor dalam satuan celsius. Sensor ini bersifat linier dengan ketepatan 10 mV untuk tiap kenaikan temperatur sebesar 1°C. Sensor ini dihubungkan ke Op-Amp untuk mendapatkan penguatan dan komparator untuk membanding sinyal (Gambar 8). Harga pembandingnya diatur sesuai dengan temperatur yang diinginkan (*setting point*).

D. Rancangan Software

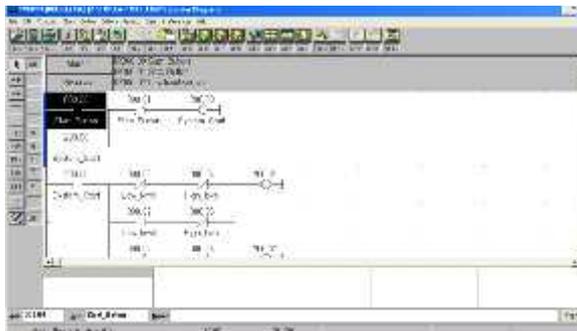
Rancangan *Software* terdiri dari dua bagian, bagian pertama rancangan perangkat lunak yang digunakan pada PLC sedangkan bagian kedua rancangan perangkat lunak pada mikrokontroler. Rancangan perangkat lunak pada mikrokontroler sama seperti yang telah dikerjakan pada rancang bangun sensor ketinggian air menggunakan transduser ultrasonik berbasis mikrokontroler MCS51[6].

1) Rancangan Software PLC

SYSWIN versi 3.4-OMRON adalah perangkat lunak yang digunakan dalam merancang program pengendalian ini. Metode yang digunakan dalam merancang *program ladder*, yaitu dengan metode STD [7]. Adapun urutan yang digunakan dalam merancang program ialah:

a) Mendeskripsikan proses yang akan dikendalikan

Saat PLC dihidupkan untuk pertama kalinya, sistem dalam keadaan *idle*, tangki campuran dalam keadaan kosong, setelah tombol *start* ditekan, maka bahan pewarna mengalir dari pompa pertama ke dalam tangki pencampuran hingga mencapai batas maksimum *low level*



Gambar 9. Potongan program *ladder logic* dan software antar muka Syswin

sensor, setelah batas maksimum *low level* tercapai, secara otomatis pompa pertama *off*, dilanjutkan dengan menghidupkan pompa ke dua untuk mengalirkan air dari reservoir secara otomatis ke tangki hingga mencapai batas maksimum *high level* sensor. Setelah batas maksimum *high level* sensor tercapai, secara otomatis pula pompa ke dua akan *off*, dan diikuti dengan berputarnya pengaduk selama kurang lebih 30 detik, setelah pengaduk berhenti berputar, elemen pemanas *on* dan akan memanaskan bahan campuran hingga mencapai temperatur *set point*.

Setelah pemanasan bahan campuran mencapai nilai *set point* 40° C, elemen pemanas secara otomatis akan *off*, dilanjutkan dengan terbukanya *solenoid valve*, sehingga bahan campuran yang telah dipanaskan akan mengalir ke bagian pembuangan akhir, dan tangki menjadi kosong. Setelah proses pengosongan pada tangki, *solenoid valve* secara otomatis akan *off*. Proses ini akan berlangsung secara terus menerus. Untuk dapat menghentikan proses tersebut, maka pada sistem ini dibuat sebuah tombol stop.

b) Penentuan Timer

Penentuan lamanya waktu pengadukan didasarkan pada asumsi bahwa dengan waktu sekian lama bahan campuran telah terdistribusi secara merata. Dalam penelitian ini diasumsikan 15 detik untuk proses pengadukan. Metode yang lebih akurat tentu saja dapat dilakukan, yaitu dengan menghitung kekentalan masing-masing fluida sebelum dan sesudah dicampur, baru kemudian diaduk. Setelah diaduk, kekentalan campuran yang telah homogen tersebut dihitung kembali. Sehingga didapatkan waktu yang tepat untuk berasumsi dengan waktu sekian lama proses pengadukan, bahan campuran telah terdistribusi secara merata.

c) Penentuan alamat masukan dan keluaran yang digunakan

Alamat masukan dan keluaran PLC yang dihubungkan ke *hardware* diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2.

d) Daftar keadaan sistem dan transisinya

Daftar keadaan beserta transisi dari sistem diperlihatkan pada Tabel 3 dan 4.

e) Persamaan Boolean dari diagram keadaan

$$\begin{aligned}
 ST1 &= (ST1 + T0 + T7) \cdot \overline{T1} \cdot \overline{T6} \\
 ST2 &= (ST2 + T1 + T8) \cdot \overline{T2} \cdot \overline{T6} \\
 ST3 &= (ST3 + T2) \cdot \overline{T3} \cdot \overline{T7} \\
 ST4 &= (ST4 + T3) \cdot \overline{T4} \cdot \overline{T6} \cdot \overline{T8} \\
 T0 &= \overline{FIRTS_SCAN} \cdot \overline{T1} \cdot \overline{T2} \cdot \overline{T3} \cdot \overline{T4} \cdot \overline{T5} \cdot \overline{T6} \cdot \overline{T7} \cdot \overline{T8} \\
 T2 &= ST2 \cdot \overline{HLS1_ON} \\
 T3 &= ST3 \cdot \overline{TIM_Selesa} \\
 T4 &= ST4 \cdot \overline{HLS2_ON} \\
 T5 &= (ST1 + ST2 + ST3 + ST4 + ST5 + ST6) \cdot \overline{STOP_ON} \\
 T6 &= ST7 \cdot (STOP_OFF + START_ON) \\
 T7 &= ST4 \cdot \overline{HLS2_ON} \\
 T8 &= ST6 \cdot \overline{LLS2_OFF}
 \end{aligned}$$

f) Mengkonversi diagram keadaan ke ladder logic.

Setelah diagram-digram keadaan dibuat, langkah selanjutnya ialah mengkonversi persamaan Boolean dari diagram keadaan ke dalam *ladder logic* diagram menggunakan Syswin 3.4 (Gambar 9).

TABEL I
ALAMAT MASUKAN

Alamat	Keterangan
000.00	Tombol <i>start</i>
000.01	Tombol <i>stop</i>
000.02	<i>Low level</i> ultrasonik
000.03	<i>High level</i> ultrasonik
000.04	Temperatur kontrol

TABEL II
ALAMAT KELUARAN

Alamat	Keterangan
010.00	Pompa 1
010.01	Pompa 2
010.02	<i>Solenoid Valve</i>
010.03	<i>Agitator (pengaduk)</i>
010.04	Elemen pemanas

TABEL III
KEADAAN-KEADAAN DARI SISTEM

Keadaan 1	Idle
Keadaan 2	Isi tangki dengan pewarna (cair) dan air
Keadaan 3	Aduk hingga rata dan panaskan
Keadaan 4	<i>Solenoid valve</i> terbuka

TABEL IV
TRANSISI-TRANSISI DARI SISTEM

Transisi 0	<i>First Scan</i>
Transisi 1	Tombol START ditkan
Transisi 2	LLU1_ON
Transisi 3	TIM_OFF
Transisi 4	HLU_ON
Transisi 5	Tombol STOP ditekan
Transisi 6	STOP_OFF/START_ON
Transisi 7	HLS2_ON
Transisi 8	LLS2_OFF

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

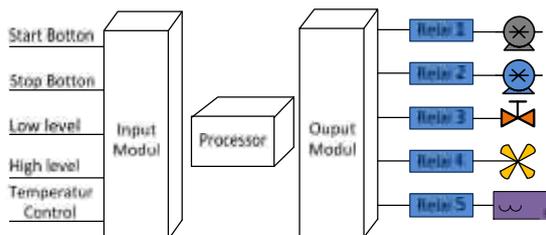
A. Implementasi Hardware

Terdapat lima modul peralatan masukan dan lima modul peralatan keluaran yang dihubungkan ke masing-masing terminal masukan dan keluaran PLC. Ke dua modul masukan dan keluaran ini hanya menggunakan sinyal digital. Koneksi peralatan input dan output yang dihubungkan ke terminal input dan output PLC OMRON diperlihatkan pada Gambar 10.

Hardware hasil rancangan dan sistem pengendali otomatis berbasis PLC diperlihatkan pada Gambar 11 diagram PID

B. Pengendalian Level Fluida

Untuk mengetahui kestabilan pengaturan *level* fluida pada saat proses pengisian, maka dilakukan eksperimen dengan menbandingkan perubahan ketinggian pada batas maksimum rendah (5 cm) dan tinggi (25 cm) terhadap waktu. Hasil uji kestabilan *level* terhadap waktu diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 10. Koneksi terminal I/O PLC

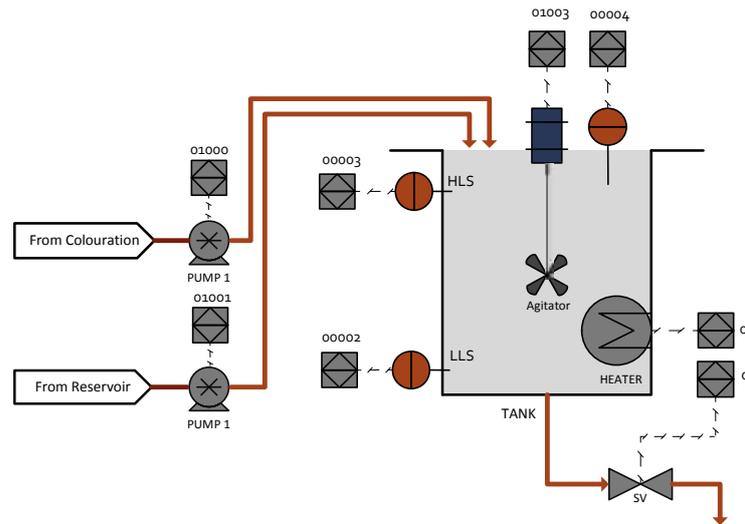
Dari gambar di atas terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk mengisi air hingga mencapai batas maksimum rendah dan tinggi berkisar 10 detik dan 52 detik. Lamanya waktu pengisian pada tangki untuk batas rendah dan tinggi memperlihatkan grafik linear. Hal ini menunjukkan kecepatan aliran fluida oleh pompa sejak awal hingga akhir pengisian berada dalam keadaan konstan.

Berdasarkan grafik di atas juga terlihat bahwa setelah mencapai nilai *set point* pada batas rendah dan tinggi fluida, ternyata ketinggian fluida masih terus bertambah-pompa masih dalam keadaan *on*, hingga melewati nilai *setting* dan mencapai batas *dead band* atas. Dalam merancang program pada mikrokontroler penulis membuat diferensial gap sebesar 2 cm dari nilai *set point* yang ditetapkan. *Level* rendah dan tinggi fluida tidak sesuai dengan nilai *set point*, hal ini dikarenakan sensor ultrasonik yang digunakan dalam mendeteksi ketinggian fluida hanya dapat mengukur jarak untuk perubahan tiap-tiap 2 cm. Setelah masing-masing *level* batas bawah dan atas tercapai penulis mengaktifkan *solenoid valve*, sehingga setelah 12 detik dan 54 detik air pada batas rendah dan tinggi mulai berkurang.

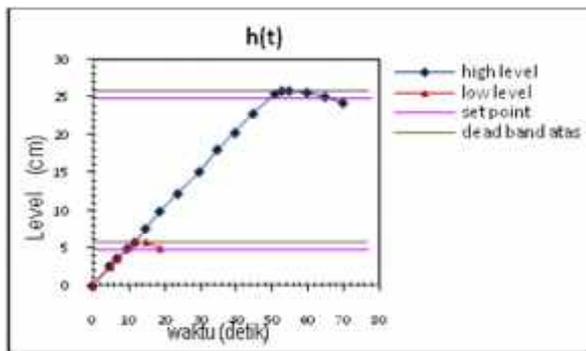
C. Pengendalian Temperatur

Untuk mengetahui kestabilan pengendalian temperatur pada saat pemanasan maka dilakukan eksperimen dengan menbandingkan perubahan temperatur terhadap waktu. Grafik perubahan temperatur terhadap waktu diberikan pada Gambar 13.

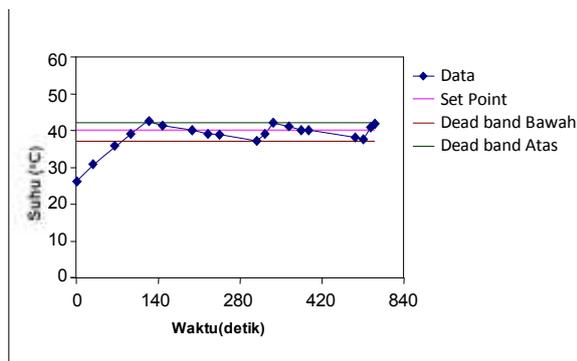
Dari grafik kenaikan temperatur dapat dilihat bahwa bahan campuran mencapai temperatur *set point* 40 °C dalam waktu kurang lebih 140 detik. Setelah temperatur melewati *set point*, pemanas masih tetap hidup sampai batas *dead band* atas, yaitu 42 °C. Setelah sampai pada batas *dead band* atas, pemanas kemudian *off*, temperatur turun selama kurang lebih 300 detik, sampai mencapai



Gambar 11. Sistem pengendalian ketinggian air dan temperatur



Gambar 12. Grafik perubahan level terhadap waktu



Gambar 13. Grafik kenaikan temperatur

batas *dead band* bawah, setelah batas bawah *dead band* bawah terlewati pemanas hidup kembali. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai batas atas *dead band* atas kedua kalinya ialah 350 detik, dan akan berlangsung secara terus menerus selama panas yang diinginkan.

D. Pengendalian Keseluruhan Sistem

Waktu yang dibutuhkan sistem untuk menyelesaikan satu siklus adalah 3.40 menit. Dengan pengendalian temperatur dan fluida relatif stabil, yaitu masih berada disekitar temperatur batas atas *dead band* yang dirancang.

Untuk mengoptimalkan waktu dalam menghasilkan bahan campuran setelah semua proses berlangsung, maka penulis melakukan eksperimen perbandingan antara proses sekuensial dengan proses yang berlangsung secara paralel. Dari hasil eksperimen didapatkan waktu lebih kurang 3.40 menit untuk proses sekuensial dan untuk proses paralel lebih kurang 3.47 menit. Perbedaannya sekitar 7 detik. Perbedaan waktu antara proses sekuensial dan paralel tidaklah terlalu jauh.

Waktu yang lama dalam menyelesaikan satu siklus dikarenakan penggunaan *solenoid valve* yang mempunyai keluaran kecil dengan aliran fluida lambat. Kecepatan aliran fluida tergantung dari tekanan yang berasal dari gaya gravitasi. Selain itu, waktu yang lama juga dikarenakan penggunaan elemen pemanas dengan daya yang kecil. Untuk mengatasi beberapa permasalahan di atas maka *solenoid valve* diganti dengan saluran keluaran yang lebih besar sehingga aliran akan lebih besar. Untuk memanaskan fluida dengan lebih cepat dapat diganti dengan elemen pemanas yang mempunyai daya lebih besar.

IV. KESIMPULAN

Telah dirancang bangun sistem pengendali otomatis ketinggian fluida dan temperatur menggunakan PLC. Hasil rancang bangun sistem ini dapat diimplementasikan pada pengendalian *level* air untuk batas rendah maksimum 5 cm dan batas tinggi maksimum 25 cm. Pengendalian temperatur dari sistem ini, dapat dikatakan stabil karena mampu mengedalikan temperatur sesuai dengan nilai *set point* yang telah ditentukan yaitu 40 °C dengan selisih diferensial gap sekitar 4 °C. Pengendalian otomatis ini dapat berlangsung secara terus menerus tanpa perlu pengawasan dari operator.

Secara keseluruhan pengembangan sistem pengendali otomatis menggunakan PLC dengan metode mendesain

program menggunakan diagram keadaan telah dapat menjalankan sistem ini secara lebih efisien, dengan waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus sekuensial adalah 3,40 menit. Selain itu, dengan metode diagram perpindahan ini, urutan-urutan yang sulit dalam membuat program akan lebih mudah teratasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiyanto, M., "Pengenalan Dasar-dasar PLC (Programmable Logic Controller)," 2003, Gava Media, Yogyakarta.
- [2] B.H., Norhaslinda, " Water Level and Temperatur Control Using PLC," Research Proposal, University Teknikal Malaya, 2008.
- [3] Ivan, M., " Perancangan dan Pengontrolan Otomatis Mini Plant Menggunakan PLC OMRON CQM1-CPU4," Laporan Tugas Akhir, Departemen Fisika, ITB, Bandung, 2005.
- [4] <http://www.mikroe.com/en/books/plcbook/chapter2/ chapter2.htm>
- [5] Syahreza, S., "Perancangan dan Implementasi Pengendalian Otomatis Mini Plant Ketinggian Air dan Temperatur Menggunakan PLC OMRON", Laporan Research Green, TPSDP, 2006.
- [6] Syahreza, S., "Rancang Bangun Sensor Ketinggian Air (Water Level) Menggunakan Transduser Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler MCS51," Jurnal Rekayasa Elektrika, JTE, FT, Unsyiah, Banda Aceh Vol. 8 No. 1 April 2009.
- [7] Industri Automation Research Group (IARG), "Modul Training Programmable Logic Controller (PLC)," Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol, ITB.
- [8] http://www.omron-ap.com.my/product_info/CPM1A
- [9] Perez, I.G., Godoy, A.J.C., "Greenhouse automation with programmable controller and decentralized periphery via field bus", Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics. Malaga, Spain, April 2009.
- [10] Birbir, Y., Nogay, H.S., "Design and Implementation of PLC-Based Monitoring Control System for Three-Phase Induction Motors Fed by PWM Inverter", International Journal of Systems Applications, Engineering & Development Issue 3, volume 2, 2008.
- [11] Shankar, K.G., "Control of Boiler Operation using PLC – SCADA", Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2008 Vol II IMECS 2008, 19-21 March, Hong Kong, 2008.
- [12] Sungur, C., "Sun-tracking System with PLC Control For photovoltaic panels", International Journal of Green Energy, 4: 635–643, 2007.