

Perancangan Sistem Pemantauan Pengendali Suhu pada Stirred Tank Heater menggunakan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

Ike Bayusari, Caroline, Romli Septiadi, dan Bhakti Yudho Suprpto
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang–Prabumulih km.32 Inderalaya, Ogan Ilir 30129
e-mail: ikebayusari@yahoo.co.id

Abstrak—Makalah ini membahas tentang perancangan sistem pemantauan pengendali suhu pada sistem *stirred tank heater* yang mempunyai peranan penting dalam proses industri. Pemantauan sistem kendali suhu pada *stirred tank heater* ini dirancang menggunakan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* yang berfungsi memantau jalannya sistem. Sedangkan aktuator yang akan dikendalikan adalah posisi bukaan *burner* sehingga besarnya panas akan dapat diatur guna memenuhi *set-point* yang telah ditentukan. Pengendali suhu yang juga digunakan sebagai *Remote Terminal Unit (RTU)* adalah *Programmable Logic Controller (PLC)*. Hasil pengujian yang tertera pada tampilan sistem SCADA termasuk dalam kategori baik, dimana persentase *error* rata-rata untuk data pengujian *set-point* adalah 0.76687% serta persentase *error* untuk data suhu adalah 0.082%.

Kata kunci: *SCADA, stirred tank heater, bukaan burner, pemantauan, RTU*

Abstract—This paper discusses design of a suhue control monitoring system in stirred tank heater system that has an important function in industrial processes. Monitoring of suhue control system in stirred tank heater is designed using Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) that control function of industrial processes. While the actuator to be controlled is the position of burner openings, so that the heat can be adjusted to meet a predetermined set-point. The suhue controller that is also used as a Remote Terminal Unit (RTU) is Programmable Logic Controller (PLC). The testing result showed on SCADA system was quite good, where the average percentage of deviation for testing of set-point data was 0.76687%, and the percentage of deviation for testing of suhue data was 0.082%.

Keywords: *SCADA, stirred tank heater, burner opening, monitoring, RTU*

I. PENDAHULUAN

Stirred tank heater merupakan sebuah tanki pengaduk yang menggunakan prinsip pemanas untuk melakukan reaksi secara serempak pada skala kecil sehingga dapat menghasilkan suatu material baru. Material baru tersebut merupakan hasil proses dari pencampuran dua material yang digabungkan menjadi satu atau hanya menggunakan satu material dengan bantuan katalis. Mengingat pentingnya suhu maka dibutuhkan suatu pengendali suhu yang efektif dan tepat agar proses pemanasan dapat berlangsung sempurna.

Proses yang ada di industri memerlukan pemantauan yang teliti terhadap kinerja peralatan maupun proses yang ada pada industri tersebut. Pemantauan merupakan hal yang penting karena akan dapat menambah efisiensi perawatan peralatan serta dapat mendeteksi proses yang tidak bekerja dengan baik. Dikarenakan pentingnya pemantauan ini maka banyak perusahaan yang mengembangkan perangkat lunaknya guna mendukung sistem yang diterapkan pada suatu industri untuk memanfaatkan pemantauan ini

sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan unjuk kerja peralatan yang mereka miliki.

Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian sebelumnya tentang *stirred tank heater* yang menggunakan *Graphic User Interface (GUI)* berbasis Microsoft Visual Basic 6.0 sebagai alat bantu operator dalam memantau dan mengontrol suhu pada *stirred tank heater* [1]. Kelemahan sistem terdahulu yaitu pada pengembangan peralatan serta kemampuan piranti antar muka yang dipergunakan sehingga dibutuhkan peralatan yang telah teruji dalam sistem yang kompleks. Pada penelitian ini terdapat pergantian sistem pemantauan yang ada dengan menggunakan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*. SCADA adalah suatu sistem pengendalian alat jarak jauh yang terdiri dari sejumlah *Remote Terminal Unit (RTU)* yang berfungsi untuk mengumpulkan data lalu mengirimkannya ke *Master Station (MS)* melalui sebuah sistem komunikasi. RTU yang dipergunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*.

II. LATAR BELAKANG

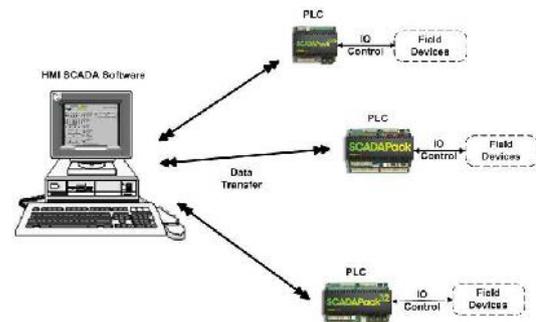
A. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

Sistem SCADA adalah suatu sistem yang terdiri dari sejumlah *Remote Terminal Unit* (RTU) yang berfungsi untuk mengumpulkan data lalu mengirimkannya ke *Master Station* (MS) melalui sebuah sistem komunikasi. MS berfungsi untuk menampilkan data yang diperoleh dan memungkinkan operator melakukan pengendalian dari jarak jauh seperti ditunjukkan pada Gambar 1 [2].

Sebuah sistem SCADA memberikan keleluasaan mengatur maupun mengkonfigurasi sistem. Kita bisa menempatkan sensor dan kendali di setiap titik kritis di dalam proses. Seiring dengan teknologi sistem SCADA yang semakin baik, kita bisa menempatkan lebih banyak sensor di banyak tempat sehingga semakin banyak hal yang bisa dipantau, semakin detail operasi yang bisa dilihat, dan semuanya bekerja secara *real-time*, yaitu kondisi pengoperasian dari suatu sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dibatasi oleh rentang waktu dan memiliki tenggang waktu yang jelas, relatif terhadap waktu suatu peristiwa atau operasi terjadi. Tidak peduli serumit apapun prosesnya, kita bisa melihat operasi proses dalam skala besar maupun kecil, dan setidaknya bisa melakukan penelusuran jika terjadi kesalahan dan sekaligus meningkatkan efisiensi.

Sistem SCADA saat ini tidak hanya untuk proses kontrol tetapi juga digunakan untuk mengukur, meramal, menganalisis dan merencanakan. Sekarang sistem SCADA harus memenuhi seluruh tingkatan baru kontrol otomatisasi, berinteraksi dengan peralatan lama yang belum cukup fleksibel untuk beradaptasi dengan peralatan yang baru. Pada proses industri dan fabrikasi, industri pertambangan, infrastruktur umum dan pribadi, dan telemetri keamanan industri, sistem SCADA sering digunakan untuk menghubungkan peralatan dan sistem dari jarak jauh. Dari yang berjarak beberapa meter hingga ribuan kilometer. Telemetri digunakan untuk mengirim perintah, program dan menerima informasi pemantauan dari lokasi yang jauh. SCADA mampu menjawab kombinasi telemetri dan akuisisi data tersebut. SCADA mengumpulkan informasi tersebut, lalu mengirimkannya kembali ke pusat, membawanya untuk setiap analisis penting dan kontrol, kemudian menampilkan informasinya pada layar operator. Berikut ini skema sistem SCADA modern.

SCADA telah mengalami perubahan generasi, dimana pada awalnya desain sebuah SCADA mempunyai satu perangkat *Master Terminal Unit* (MTU) yang melakukan *supervisory control* dan akuisisi data melalui satu atau banyak *Remote Terminal Unit* (RTU) yang berfungsi sebagai (dumb) remote I/O melalui jalur komunikasi radio, jaringan telepon khusus dan lainnya. Generasi berikutnya, membuat RTU yang cerdas, sehingga fungsi kendali lokal dilakukan oleh RTU di lokasi masing-masing RTU, dan MTU hanya melakukan *supervisory control* yang meliputi beberapa atau semua RTU.



Gambar 1. Skema sistem SCADA modern [2]

B. Komponen Sistem SCADA

Secara umum, sistem SCADA mempunyai lima komponen, yaitu [2]:

1. Operator
Operator Manusia yang memonitor sistem SCADA dan melakukan fungsi kontrol pengawasan untuk operasi pabrik jarak jauh.
2. *Human Machine Interface* (HMI)
Menyajikan data ke operator dan memberikan input kontrol dalam berbagai format, termasuk gambar, skema, tampilan menu *pull-down*, dan sebagainya.
3. *Master Station* (*Master Terminal Unit* - MTU)
Merupakan komputer yang digunakan sebagai pengolah pusat dari sistem SCADA. Unit master ini menyajikan data ke operator melalui HMI, mengumpulkan data dari lokasi jauh, dan mengirimkan sinyal kendali untuk situs yang jauh.
4. Jaringan komunikasi
Sistem komunikasi diperlukan untuk menghubungkan antara *field device*, PLC, dan MTU. Komunikasi bisa melalui internet, jaringan nirkabel atau kabel, atau beralih jaringan telepon umum.
5. *Remote Terminal Unit* (RTU)
Merupakan unit-unit “komputer” kecil, sebuah unit yang dilengkapi dengan sistem mandiri seperti sebuah komputer, yang ditempatkan pada lokasi dan tempat-tempat tertentu di lapangan. RTU bertindak sebagai pengumpul data lokal yang mendapatkan datanya dari sensor-sensor dan mengirimkan perintah langsung ke peralatan di lapangan

C. PLC sebagai RTU

PLC adalah suatu piranti elektronik bentuk khusus dari mikroprosesor berbasis kontroler dengan menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi seperti logika, pencacah, pewaktu, aritmatika dan fungsi lainnya untuk mengontrol mesin dan proses yang diinginkan oleh pengguna.

Beberapa kelebihan PLC dibanding pengendali lain [3]:

- Solusi ekonomis, PLC merupakan solusi yang lebih ekonomis jika dibandingkan dengan sistem kendali

yang berbasisi relai konvensional.

- Fleksibel, PLC sangat mudah untuk dimodifikasi jika diperlukan adanya perubahan pada control sistem suatu sistem.
- Kemudahan desain dan pemasangan, PLC dirancang untuk memudahkan pengontrolan suatu proses maupun mesin tanpa mengurangi kemampuannya.
- Keandalan dalam pengendalian sistem yang rumit.
- Bentuk yang kompak, PLC membutuhkan ruang yang sangat kecil jika dibandingkan dengan sistem relai konvensional.
- Kemudahan dalam pelacakan dan diagnosa kesalahan.

D. OLE for Proses Control (OPC) [2]

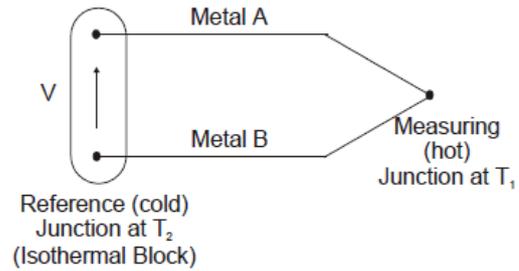
Object Linking and Embedding (OLE) adalah sebuah standar industri untuk antar konektivitas sistem. OPC menggunakan teknologi *Component Object Model* (COM) dan *Distributed Component Object Model* (DCOM) Microsoft untuk membolehkan suatu aplikasi menukarkan data dengan satu atau lebih komputer melalui arsitektur TCP/IP. OPC mendefinisikan sekumpulan antarmuka umum. Dengan demikian, aplikasi akan mengambil data dengan format yang sama, tidak peduli asal datanya, apakah dari PLC, DCS, penganalisa, perangkat lunak aplikasi, meteran, atau lainnya. Jadi, OPC adalah solusi komunikasi yang tinggal diambil, dipasang dan dijalankan. Tujuan dari OPC adalah menyediakan sebuah infrastruktur standar untuk pertukaran data kontrol proses. Misalnya, pabrik biasanya memiliki berbagai macam sumber data seperti PLC, DCS, basisdata, meteran, RTU dan lain sebagainya. Data-data ini tersedia melalui berbagai macam koneksi yang berbeda-beda, misalnya, serial, ethernet, atau bahkan melalui pemancar radio. Sedangkan aplikasi kontrol prosesnya bisa menggunakan berbagai macam sistem operasi yang berbeda, seperti windows, UNIX, DOS, atau VMS.

OPC menstandarisasi suatu teknologi, bukan suatu produk. Dengan menggunakan standar OPC, data dapat dikirimkan dari berbagai macam sumber data ke aplikasi apapun yang memenuhi standar OPC. Aplikasi-aplikasi ini termasuk *Human Machine Interface* (HMI), *trender*, *spreadsheet*, *pengarsip data*, aplikasi *Enterprise Resource Planning* (ERP) dan lain sebagainya. OPC merupakan sebuah standar komunikasi yang menyediakan interoperabilitas dan skalabilitas sesungguhnya.

E. Thermocouple[4]

Termokopel (*thermocouple*) adalah dua buah kawat logam yang berbeda jenis kemudian disatukan pada salah satu ujungnya. Ujung dari termokopel yang disatukan disebut *hot junction*, bagian ini yang terhubung pada objek yang diukur suhunya dan ujung yang lain disebut *cold junction*, bagian ujung ini terhubung pada rangkaian. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Prinsip kerja termokopel adalah perubahan suhu yang terjadi pada ujung konduktor A dan konduktor



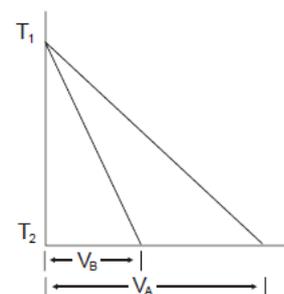
Gambar 2. Hubungan kawat logam [4]

B menghasilkan sebuah rentang nilai tegangan, akan tetapi rentang tegangan yang dihasilkan berbeda. Hal ini dikarenakan jenis kawat logam yang digunakan berbeda. Tegangan yang dihasilkan termokopel dapat dihitung menggunakan persamaan $V = V_A - V_B$. Tegangan keluaran dari termokopel hanya dipengaruhi oleh perbedaan suhu antara *hot junction* dan *cold junction*, bukan perpindahan panas yang terjadi antara mereka, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.

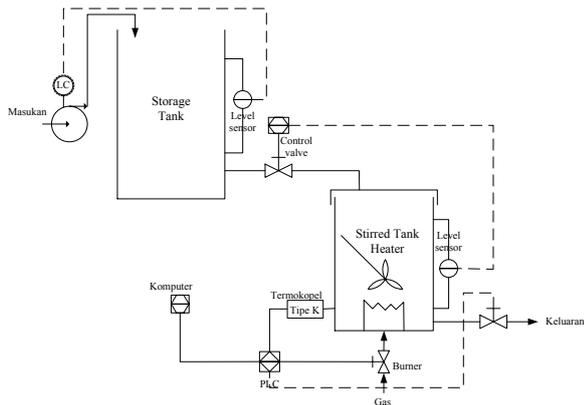
F. Stirred Tank Heater [5]

Stirred tank heater adalah *plant* yang digunakan untuk suatu proses reaksi. Pada *plant* ini terjadi proses pencampuran suatu medium cair yang terdapat dalam tangki heater dengan yang tersimpan pada tangki penyimpanan (*storage tank*). Dalam proses keseluruhannya, sebuah pompa akan menyediakan medium cair yang berasal dari suatu sumber masukkan, dimana medium cair tersebut akan disimpan ke dalam *storage tank*. Selain sebagai tempat penyimpanan sementara, *storage tank* berfungsi sebagai tangki regulator, dimana sebelum medium cair dialirkan ke dalam *stirred tank heater*, laju aliran keluarannya akan diatur sesuai dengan laju aliran fluida yang diinginkan.

Hal ini dikaitkan dengan adanya sensor level yang ditanamkan ke dalam tangki tersebut. Selanjutnya dalam prosesnya, medium cair yang disimpan sementara pada tangki tersebut akan diisikan ke dalam *stirred tank heater*. Dengan ketetapan dalam perancangannya, proses pengisian (laju aliran keluaran dari tangki penyimpanan tersebut atau laju aliran masukan tangki pengolahannya) dijaga tetap konstan. Pada tangki pengolahan di dalamnya akan terjadi suatu proses dimana medium cair tersebut



Gambar 3. Rentang nilai tegangan [4]



Gambar 4. Sistem kendali stirred tank heater [5]

akan dipanaskan dengan mengatur titik panasnya pada nilai yang telah ditentukan dan dijadikan sebagai titik *set-point* atau titik nilai yang dikontrol.

Keluaran laju aliran dan suhu fluida pada *stirred tank heater* juga di kontrol dengan adanya sensor berupa sensor level dan suhu yang ditanamkan kedalam tangki pengolahan tersebut. Dengan tujuan untuk menjaga laju aliran keluaran fluida pada tangki pengolahan tetap konstan sesuai dengan laju aliran masukannya dan juga pada suhu tangki pengolahannya dijaga untuk tetap konstan sesuai dengan *set-point* suhu yang diinginkan. Gambar 4 menunjukan proses sistem kendali pada *stirred tank heater*.

III. METODE

A. Perancangan

Pada proses perancangan ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, namun sebelumnya disusun secara luas perancangan sistem yang ada yaitu seperti yang terlihat pada Gambar 5.

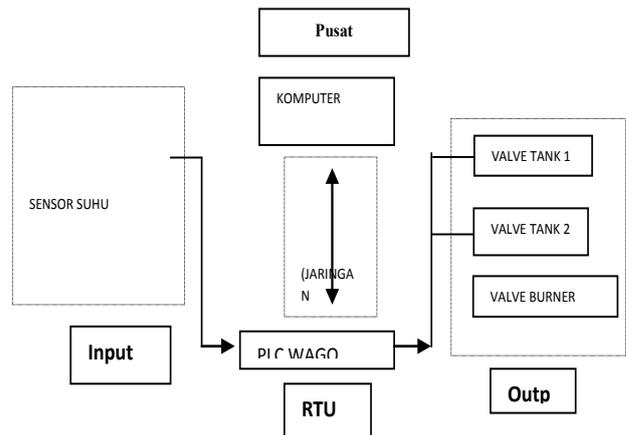
PLC berperan sebagai RTU atau device pengendali sistem yang dapat mengirimkan data-data hasil dilapangan ke tampilan sistem SCADA melalui sebuah jaringan komunikasi yang menghubungkan antara kedua OPC yang ada pada PLC dan SCADA. Dengan menyusun sistem seperti yang telah direncanakan dan menyesuaikan dengan diagram alir yang ada maka proses selanjutnya akan dilakukan pengumpulan input dan output

B. Pembuatan Perangkat Lunak dan Keras

Pada proses ini dilakukan pemrograman pada PLC sebagai RTU yang mengendalikan proses pada *stirred tank heater* mulai dari pengambilan data suhu pada sensor mengirimkan datanya dan mengolah aktuator sampai pada pemrograman SCADA nya (Gambar 6).

C. Pengujian Sistem

Setelah selesai dilakukan pemrograman dan juga perancangan *stirred tank heater* maka diperlukan suatu

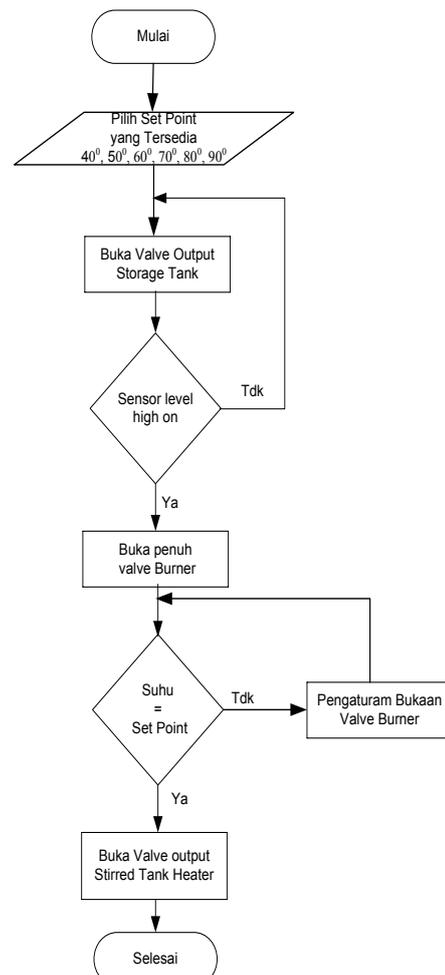


Gambar 5. Diagram perancangan

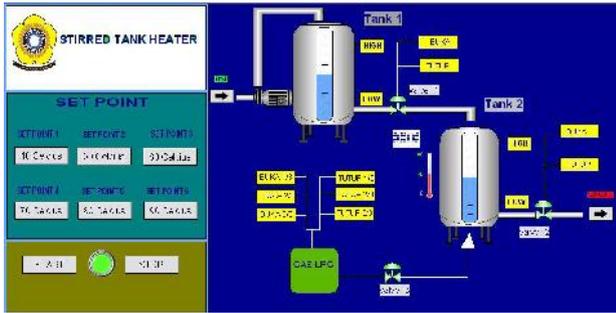
pengujian sehingga dapat dilihat apakah pemantauan sistem kendali suhu dan kinerjanya berjalan dengan baik seperti yang diharapkan atau belum.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

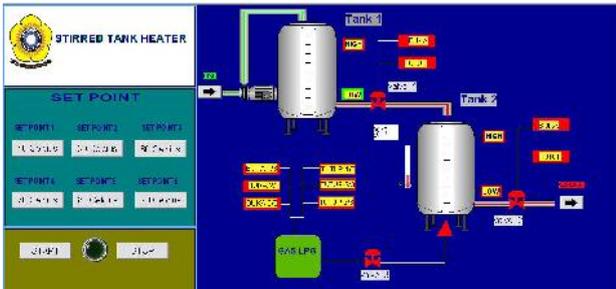
Bagian ini membahas tentang pengujian terhadap sistem yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja dengan baik dan



Gambar 6. Diagram alir sistem



Gambar 7. Tampilan Sistem SCADA



Gambar 8. Tampilan sistem SCADA setelah running

sesuai dengan diagram alir yang telah dibuat. Selain itu, pengujian ini dilakukan untuk meminimalisasi kesalahan yang terjadi pada sistem tersebut. Tampilan pemantauan dapat dilihat pada Gambar 7.

A. Pengujian Kerja Alat

Pengujian kerja sistem dimulai dengan menekan tombol START kemudian menentukan *set-point* suhu pada tampilan SCADA yang telah disediakan. Melalui tampilan SCADA kita mampu mengendalikan serta melihat status perubahan objek yang dikendalikan dari layar monitor terlihat pada Gambar 8.

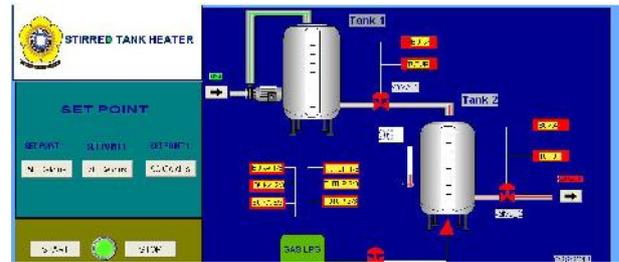
Setelah running SCADA akan menampilkan gambar seperti diatas dimana lampu indikator run belum dihidupkan, sehingga sistem SCADA menampilkan semua objek tersebut dengan warna merah yang mana masih dalam kondisi mati. Pada tampilan logika PLC program *ladder diagram* yang menunjukkan memulainya sistem pada SCADA ditunjukkan pada Gambar 9.

Pada saat tombol START pada SCADA ditekan kemudian menentukan nilai *set-point* suhu maka pompa akan hidup mengalirkan air ke tangki 1, selama proses pengisian air ke tangki 1, sistem yang lain masih belum berjalan seperti terlihat pada Gambar 10.

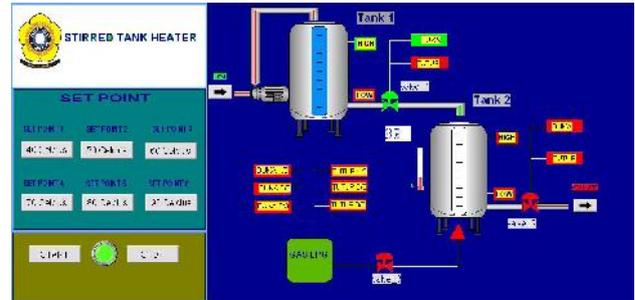
Setelah selesai pengisian air ke Tangki 1 (Gambar 11), pompa akan otomatis mati kemudian akan membuka *Valve 1* untuk melakukan pengisian air ke Tangki 2 yang ditunjukkan oleh indikator buka pada *Valve 1*. Selanjutnya setelah selesai pengisian air dari Tangki 1 ke Tangki 2, maka *Valve 1* akan otomatis menutup, proses



Gambar 9. Tampilan pemrograman *ladder diagram* untuk memulai sistem



Gambar 10. Tampilan Sistem SCADA setelah tombol start ditekan



Gambar 11. Tampilan sistem SCADA pada proses pemindahan ke tangki 2

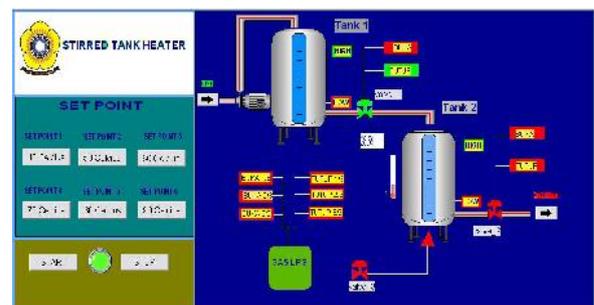
penutupan *valve* dilakukan oleh motor stepper. Gambar 12 menunjukkan program *ladder* pada PLC untuk kontrol *valve* pada tangki 1.

Selanjutnya pada saat Tangki 2 penuh, maka *Valve 3* yang merupakan *valve burner* untuk membuka keluaran gas yang digunakan sebagai bahan bakar untuk melakukan pemanasan pada Tangki 2, atau dinamakan dengan *stirred tank heater* yang ditunjukkan oleh indikator warna hijau pada *valve 3* atau *valve burner*.

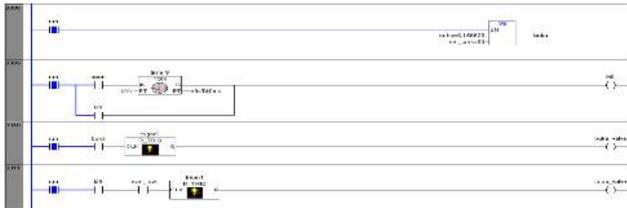
Pada proses pemanasan ini keluaran gas dilakukan dengan mengontrol bukaan *valve burner* menjadi tiga bagian yaitu *valve* akan membuka sepertiga, duapertiga dan tigapertiga begitu juga sebaliknya jika terjadi perubahan range suhu maka *valve* dengan sendiri akan menutup sepertiga, duapertiga dan tigapertiga, seperti diperlihatkan pada Gambar 13. Adapun program *ladder* pada PLC untuk kontrol *valve* pada tangki 2 tampak pada Gambar 14.



Gambar 12. Tampilan pemrograman *ladder diagram* untuk kontrol *valve* tangki 1



Gambar 13. Tampilan sistem SCADA saat *valve 3* dibuka



Gambar 14. Tampilan pemrograman *ladder diagram* untuk kontrol valve tanki 2

Selanjutnya pada Gambar 15 diperlihatkan saat *set-point* suhu telah tercapai, maka dengan otomatis membuka *Valve 2* untuk mengalirkan keluar dari Tangki 2, bersamaan dengan itu *valve burner* akan menutup. Selanjutnya dengan menekan tombol STOP maka air pada tangki 2 menjadi kosong dan proses telah selesai (Gambar 16).

B. Pengujian Data Suhu

Pengujian data suhu pada logika PLC bentuk *ladder* pembacaan sensor suhu diperlihatkan pada Gambar 17. Pada pengujian data suhu, yang dijadikan referensi awal adalah data yang ditampilkan oleh SCADA yang merupakan data hasil pengukuran suhu dari PLC dalam pembacaan sensor suhu untuk referensi awal. Setelah itu dibandingkan dengan data suhu hasil pengukuran dengan termometer seperti terlihat pada Tabel 1.

Persentase *error* untuk data suhu adalah sebesar 0.082%. Dengan demikian data suhu yang ditampilkan oleh SCADA dapat dikatakan baik. *Error* terbesarnya 0.14°C, sementara *error* rata-ratanya sebesar 0.08°C.

C. Pengujian Set-point

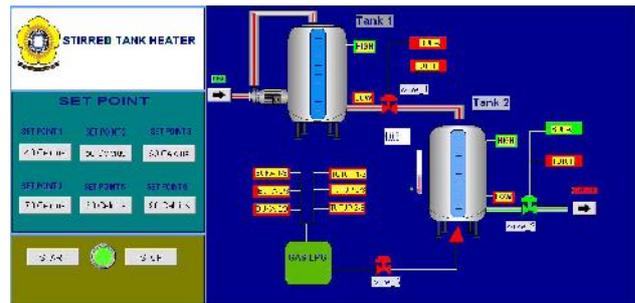
Pengujian *set-point* dilakukan untuk mengetahui apakah nilai suhu pada *set-point* di SCADA sudah sesuai dengan pengaturan suhu yang telah ditentukan dengan membandingkan nilai suhu yang terbaca di termometer. Data *set-point* yang digunakan yaitu *set-point* suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C yang sebelumnya telah dibuat pada logika PLC dengan bahasa pemrograman *ladder diagram*-nya sebagai berikut.

Persentase *error* untuk data suhu pada *set-point* adalah sebesar 0.76687%. Dengan demikian, data suhu *set-point* dapat dikatakan baik. *Error* terbesarnya 0.5°C, sementara *error* rata-ratanya sebesar 0.2638°C.

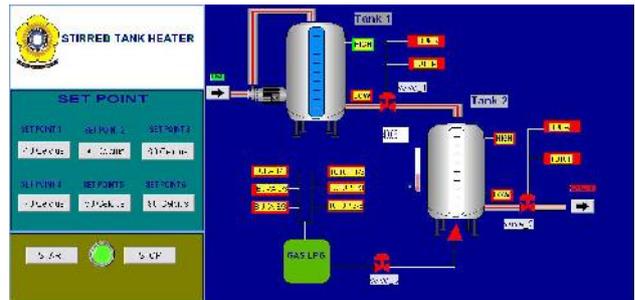
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap

Tabel 1. Perbandingan data suhu pada tampilan SCADA dengan data suhu pada termometer

No	Suhu (°C)		
	SCADA	Termometer	Nilai Error
1	29.78	29.70	0.08
2	33.06	32.92	0.14
3	40.03	40.11	0.08
4	43.05	43.07	0.02
Σ	145.92	145.8	0.32



Gambar 15. Tampilan sistem SCADA saat *set-point* suhu telah tercapai



Gambar 16. Tampilan sistem SCADA setelah proses selesai

sistem SCADA yang telah dibuat secara adaptif, maka sistem SCADA yang digunakan untuk sistem *stirred tank heater* ini dapat berjalan dengan baik. Semua objek yang dikendalikan dapat berjalan sesuai dengan perintah yang diberikan oleh SCADA serta SCADA mampu menampilkan status perubahan objek sistem dengan baik yang ditandai perubahan warna objek sistem dari warna merah ke warna hijau setelah *running* dan perubahan warna objek sistem dari warna hijau ke warna merah bila

Tabel 2. Perbandingan data suhu pada *set-point* dengan data suhu pada termometer

No	Suhu (°C)		
	SCADA	Termometer	Nilai Error
1	40	40.25	0.25
2	40	40.50	0.50
3	40	40.10	0.10
4	50	50.25	0.25
5	50	50.07	0.07
6	50	50.50	0.50
7	60	60.25	0.25
8	60	60.08	0.08
9	60	60.50	0.50
10	70	70.50	0.50
11	70	70.25	0.25
12	70	70.25	0.25
13	80	80.12	0.12
14	80	80.25	0.25
15	80	80.03	0.03
16	90	89	0.10
17	90	90.50	0.50
18	90	90.25	0.25
Σ	1170	1173.65	4.75



Gambar 17. Tampilan pemrograman *ladder diagram* untuk pembacaan suhu

dihentikan.

Data yang ditampilkan oleh SCADA berupa data suhu sudah mendekati nilai sesungguhnya (Tabel 2). Persentase *error* data tersebut berada dibawah 1%. Begitu juga dengan data suhu pada *set-point* sudah mendekati nilai sesungguhnya dengan persentase *error* yang juga berada dibawah 1%. Persentase *error* yang cukup kecil tersebut tidak akan mengganggu jalannya sistem yang dikendalikan.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian terhadap sistem SCADA yang telah dibuat, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Data yang ditampilkan oleh SCADA dapat dikatakan baik, dimana persentase *error* untuk data suhu sebesar 0.082%
2. Persentase rata-rata *error* data pengujian nilai *set-point*

sebesar 0.76687%.

3. Proses pemantauan sudah berjalan dengan baik yaitu dapat mengubah *set-point* dan melihat perubahan suhunya.

REFERENSI

- [1] M. Rozali, B. S. Yudho, dan D. Amri, "Perancangan graphical user interface (GUI) untuk pengendalian suhu pada stirred tank heater berbasis microsoft visual basic 6.0," *Prosiding Seminar Teknik Elektro (SNTE 2012)*, Jakarta, Indonesia, 2012.
- [2] Bailey, David dan Wright, Edwin, *Practical SCADA for industry*, Oxford: Newnes, 2003.
- [3] Suprpto, Bhakti Yudho, "Prototipe pengeringan blangket karet menggunakan supervisory control and data acquisition (SCADA)", *Proceeding Seminar Nasional SciETec 2012 (Science, Engineering and Technology)*, Feb. 2012, pp. TE18-1-TE18-5
- [4] J. Park and S. Mackay, *Data acquisition for instrument and control system*, IDC Technologies, Australia, 2003.
- [5] D. E. Seeborg, T. F. Edgar, and D. A. Mellichamp, *Process dynamics and control*, Canada: John Wiley & Sons, 1989.
- [6] H. Jack, *Automating manufacturing systems with PLC*, GNU Free Documentation License, 2008.
- [7] G. Stephanopoulos, *Chemical process control an introduction to theory and practice*, New Jersey, NJ: Prentice-Hall, 1984.