

PERANCANGAN PENGONTROLAN PEMANAS AIR MENGGUNAKAN PLC SIEMENS S7-1200 DAN SENSOR ARUS ACS712

Oleh.

Asnal Effendi

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Padang

Email: asnal.effendi@gmail.com

Abstrak

Pengontrolan Suhu Pemanas Air Menggunakan PLC SIEMENS S7-1200 yang bekerja secara otomatis dan proses yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Alat ini mempunyai kemampuan akuisisi data secara baik, seperti melakukan perekaman data dan *me-restore database*. Adapun secara garis besar kerja alat ini adalah saat pemakai memasukkan nilai suhu yang diinginkan, secara otomatis pemanas akan hidup dan jika suhu telah mencapai nilai yang diinginkan pemanas air akan mati serta pompa air akan bekerja dengan cara mensirkulasikan air dingin. Dengan begitu suhu akan tetap stabil berada pada nilai yang diinginkan. Penggunaan sensor arus ACS712-20A pada rangkaian ini adalah untuk mendeteksi pemakaian arus yang digunakan pada pemanasan air. Berdasarkan hasil pengukuran terakhir menunjukkan untuk pemanasan air yang dimulai dari suhu 32°C hingga 70°C dibutuhkan waktu pemanasan sebanyak 492 detik dengan daya pemanas sebesar 300.40 watt serta pembacaan arus sebesar 1,36 A.

Kata kunci : SCADA, PLC, ACS712.

Abstract

SCADA System Implementation with Temperature Controlling of Water Heater Using SIEMENS PLC S7-1200 is work in a otomation system and system can be controlled from a long distance. The system have a good acquisition data ability, like as recording activity and database restoring for a future necessity. The outline of this system is working when the user entered the desired temperature, the heater will turn on automation and if the temperature has reached the desired value, water heater will be off and water pump will be works for circulating a cold water. That way the temperature will remain stable is at the desired value. By virtue of the last measurement indicate for a water heating which started from 32°C until 71°C needed a 492 second for heating process with a power heating is 360.40 Watt. With temperature changed average by second is 0.0078 °C.

Keyword : SCADA, PLC, ACS712

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dibidang kontrol sangatlah pesat saat ini. Salah satu dari teknologi tersebut adalah teknologi kontrol yang menggunakan Program Logic Control (PLC). PLC merupakan salah satu bidang pengontrolan yang dipakai di dunia industri yang mengambil peranan penting dalam berlangsungnya proses produksi. Banyak keuntungan yang terdapat pada penerapannya di dunia industri, diantaranya pengawasan proses dapat dilakukan dari jarak jauh, sanggup mengkalkulasikan data yang terdapat pada plant, mengintegrasikan sistem yang berjauhan, mengurangi kesalahan-kesalahan yang disebabkan *human error*, dan dapat melakukan perekaman proses.

PLC dipakai sebagai solusi untuk mengontrol suatu objek pemanas air. Pengontrolan pemanas air menggunakan sensor arus dan sensor suhu. Pemakaian sensor tersebut untuk mendeteksi suhu serta arus yang digunakan dalam pengoperasian pengontrolan pemanas air tersebut. Dalam ini juga mengetahui status kondisi dari sistem, memonitor suhu serta pemakaian arus pada pemanas air, dan akuisisi datanya.

2. Landasan Teori

2.1 Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah susunan komponen-komponen dari perangkat keras ataupun perangkat lunak yang dihubungkan

sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur sistem sendiri atau sistem lain.

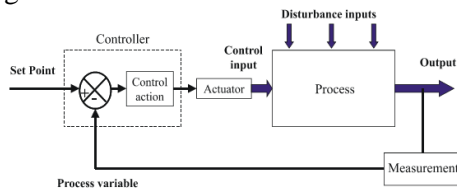
Sistem kontrol mempunyai tiga dasar, antara lain :

1. Sistem kontrol buatan
2. Sistem kontrol alamiah, termasuk biologis
3. Sistem kontrol yang komponennya berasal dari buatan dan alamiah.

Sistem kontrol dapat dikelompokkan menjadi dua kategori umum yaitu sistem *open-loop* dan sistem *close-loop*. Perbedaannya ditentukan oleh perilaku dari sistem itu, dan dalam pengolahan hasil dari outputnya. *Close-loop* mengacu kepada pengendalian sistem yang berbasis pada otomatisasi. Untuk sistem *open-loop*, merupakan sistem kontrol terbuka untuk menghasilkan output yang tidak mempunyai umpan balik terhadap sistem kontrol.

2.2. Sistem kontrol *Close-loop*

Merupakan sistem yang hasil outputnya akan mempengaruhi bagian aksi kontrol. Sistem pada output akan memberikan umpan balik yang dapat dimanfaatkan untuk proses pada kontrol, yang tentunya akan menghasilkan proses pengendalian yang berbeda pada setiap kondisi dari output proses. Sistem *close-loop* merupakan proses otomatisasi, dimana siklus program akan terjadi secara terus menerus dengan keakuratan hasil yang sangat baik



Gambar 2.1 : Blok diagram *close-loop*
(Sumber : *Industrial Automation PocketGuide, 2007*)

Gambar 2.1 menunjukkan sebuah sistem dengan kontrol *close-loop*, dimana terdapat empat hal yang dapat dicermati, yaitu :

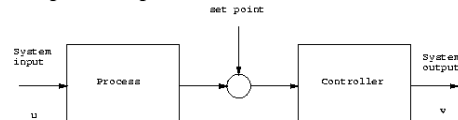
- *Measurement* atau pengukuran adalah keberadaan suatu nilai dari sebuah proses.
- Kontrol kalkulasi dari tindakan dasar dari sebuah nilai pengukuran yang berlawanan dengan pre-set atau nilai yang diinginkan (set point)
- Sebuah sinyal output yang dihasilkan dari kalkulasi kontrol yang digunakan untuk

memanipulasi aksi dari proses melewati beberapa bentuk dari aktuator

- Proses itu akan bereaksi untuk menghasilkan suatu sinyal, dan merubah kondisi atau keberadaannya.

2.3 Sistem kontrol *open-loop*

Merupakan sistem kontrol yang menghasilkan output tetapi tidak memiliki pengaruh pada aksi pengendalian. Pada sistem kontrol ini output tidak mempunyai umpan balik terhadap sistem kontrol, sehingga hasil yang didapatkan hanya dapat dianalisa/diamati tanpa ada tindakan lebih lanjut dari aksi kontrol. Sebagai contoh adalah sebuah alat pengukur tegangan listrik atau disebut dengan multimeter. Gambar 2.2 akan memperlihatkan blok diagram dari sistem *open-loop*.



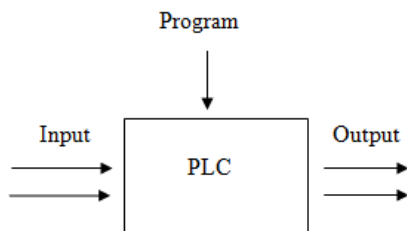
Gambar 2.2 : Blok diagram *open-loop*

Bila sebuah sistem input mendeteksi adanya suatu nilai terbaca, maka sistem akan memproses data tersebut jika hal itu memang diperlukan. Sistem dapat diberikan set point untuk memberikan pengaruh dari nilai output yang akan dihasilkan, sebelumnya kontroler akan menganalisa data tersebut apakah data berada dalam kapasitas yang diinginkan sebagai output. Sistem *open-loop* merupakan sistem yang tidak memiliki umpan balik, oleh karena itu hasil nilai dari output tidak akan mempengaruhi aksi yang akan dilakukan oleh kontroler.

2.4 Programmable Logic Controller

PLC merupakan komputer digital khusus yang digunakan untuk otomatisasi dan elektromekanikal proses seperti otak dari beroperasinya mesin-mesin yang terdapat pada perusahaan perakitan, perusahaan produksi dan lain-lain. PLC sendiri telah banyak digunakan di industri pada saat sekarang ini. tidak seperti layaknya komputer biasa, PLC diciptakan dengan memiliki *input* dan *output* yang dapat dihubungkan dengan sensor dan aktuator sebagai pemicu atau umpan balik pada proses kontrol, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Proses

otomatisasi pada PLC dapat diprogram sesuai dengan keinginan *programmer*. Dasar PLC itu sendiri adalah sebuah CPU (*Central Processing Unit*) yang merupakan pusat control dari sebuah PLC, elemen-elemen *input/output* (I/O) yang terhubung akan diolah CPU berdasarkan program PLC yang telah dirancang, jenis *input device* terdiri dari bermacam-macam *field device*, seperti : sensor suhu, photo diode, *push button* dan lain-lain. Sedangkan untuk *output device* seperti : katub solenoid, lampu, motor, relay dan aktuator lainnya. *Input device* terbagi dengan dua jenis data tipe, yaitu *digital input* dan *analog input*. Begitu halnya juga dengan *output device* yang juga terbagi atas dua jenis data tipe yaitu *digital output* dan *analog output*.



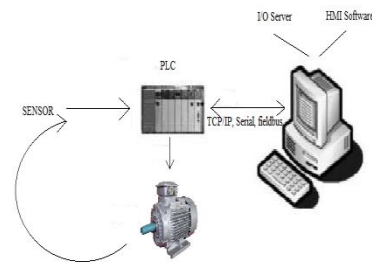
Gambar 2.3 : Sebuah pengontrol logika terprogram (Sumber : William Bolton, 1996)

Dalam pemrogramannya pada umumnya PLC mengarah kepada standar yang diciptakan oleh produsen PLC masing-masing, namun tersedia juga pilihan pengoperasian berdasarkan standar dari IEC (*International Electrotechnical Commission*) yang merupakan suatu ornop standarisasi internasional untuk semua teknologi elektrik, elektronika, dan teknologi lain yang terkait secara kolektif atau dikenal dengan elektro teknologi. Sehingga jika seorang pengguna PLC dihadapkan dengan masalah banyaknya tipe dari PLC maka pengguna dapat berpedoman pada standar pengoperasian yang telah ditetapkan oleh IEC.

2.5 Komunikasi InTouch dengan PLC SIEMENS S7-1200

InTouch merupakan software HMI yang diciptakan untuk dapat terintegrasi dengan berbagai macam jenis dan merk PLC. Oleh karena itu diperlukan suatu protokol komunikasi agar kedua media ini dapat terhubung antara satu dengan yang lain.

Dikarenakan banyaknya ragam dan merk PLC yang berbeda-beda, protokol ini disebut sebagai I/O Server. tentunya tiap-tiap perusahaan produsen dan pengembang PLC mempunyai aturan-aturan mereka masing-masing, oleh karena itu InTouch juga memiliki banyak macam jenis protokol yang bisa digunakan untuk media komunikasi antara kedua device. Gambar 2.4 merupakan skema umum komunikasi PC-PLC.

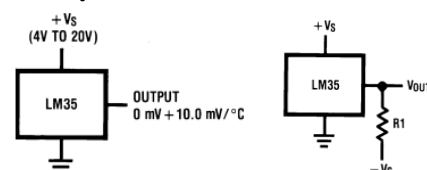


Gambar 2.4 : Keberadaan I/O server pada suatu sistem komunikasi PC-PLC

2.6 Sensor Suhu LM 35

Sensor suhu bertipe LM 35 ini merupakan sensor berskala per 100°Celsius dan mempunyai output tegangan secara linear dan seimbang. Sensor ini berharga sangat murah dan mudah untuk diaplikasikan. Berikut adalah rincian fitur dari sensor suhu LM 35 :

- Kalibrasi dilakukan dalam Celcius (Centigrade)
- Linear dengan output faktor skalanya adalah 10.0 mV/°C
- Dengan akurasi 0.5°C saat pengukuran berada diatas 25°C
- Rata-rata kemampuan pengukuran adalah berkisar antara -55° sampai +155°C
- Bisa untuk aplikasi secara remote
- Berharga murah
- Dapat beroperasi dengan catu daya berkisar antara 4 hingga 30 Volt
- Mempunyai arus pengurasan kurang dari 60µA
- Tingkat self-heating yang rendah, 0.08°C pada suhu udara yang normal
- Mempunyai impedansi output yang rendah, yaitu 0.1 Ω dari beban 1 mA.



Gambar 2.5 : sensor suhu LM 35 (Sumber : National Semi Conductor, 2000)

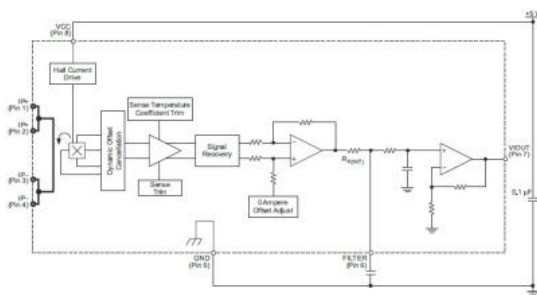
Adapun pemilihan R1 adalah $= -V_s/50\mu A$
 $V_{out} = + 1.500 \text{ mV}$ pada 150°C
 $= + 250 \text{ mV}$ pada 25°C
 $= - 550 \text{ mV}$ pada $- 55^\circ\text{C}$

Adapun persamaannya adalah :
 $V_{out} = Q \times 10.0 \text{ mV} \dots \dots \dots (2.1)$

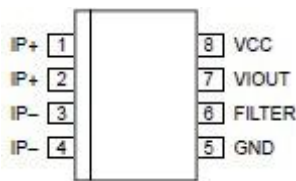
Dimana
 Q : Suhu terukur dalam $^\circ\text{C}$.

2.7 Sensor Arus ACS712

ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, *low-offset*, dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional seperti yang dapat dilihat pada digram blok fungsi berikut:



Gambar 2.6 : Diagram blok IC ACS712



Gambar 2.7 : Konfigurasi pin IC ACS712

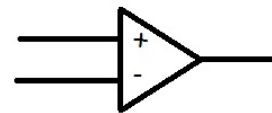
Berikut ini adalah karakteristik dari sensor suhu ACS712.

- Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (*low-noise*)
- Ber-bandwidth 80 kHz
- Total output error 1.5% pada $T_a = 25^\circ\text{C}$
- Memiliki resistansi dalam $1.2 \text{ m}\Omega$
- Tegangan sumber operasi tunggal 5.0V
- Sensitivitas keluaran: 66 sd 185 mV/A
- Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC ataupun DC
- Fabrikasi kalibrasi
- Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil

- Hysterisis akibat medan magnet mendekati nol
- Rasio keluaran sesuai tegangan sumber

2.8 Operational Amplifier (Op-Amp)

Penguat operasional (Op Amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat yang bekerja dengan memperkuat sinyal yang merupakan selisih dari kedua masukannya. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*). Berikut ini adalah simbol dari penguat operasional:

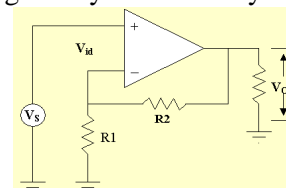


Gambar 2.8 : Simbol penguat amplifier (*Sumber : Operational Amplifier, 2005*)

Dalam pengimplementasiannya rangkaian Op-Amp dapat terbagi atas beberapa metode, diantaranya :

1. Non Inverting Amplifier

Penguat tersebut dinamakan penguat non inverting karena masukan dari penguat tersebut adalah masukan non inverting dari Op Amp. Sinyal keluaran penguat jenis ini sefasa dengan sinyal keluarannya.



Gambar 2.9 : Penguat Non inverting (*Sumber : Operational Amplifier, 2005*)

3. Metode Perancangan

3.1. Jenis Perancangan

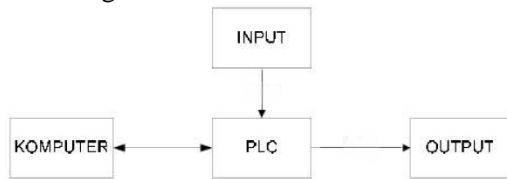
Agar penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, digunakan perancangan berjenis eksperimental untuk melakukan percobaan tentang rancangan sebuah pengontrolan suhu pada pemanas air berbasis PLC S7-1200 yang dapat melakukan tugas-tugas otomatisasi seperti yang diterapkan pada dunia perindustrian.

3.2 Metode Perancangan

Metode yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan rangkaian dan program pada implementasi pada pengontrolan suhu pemanas air ini adalah :

1. Metode teoritis, ditinjau dari spesifikasi, kemampuan, karakteristik dan komponen-komponen listrik yang akan dioperasikan, sehingga dapat terintegrasi dengan perangkat lunak yang dipergunakan pada sistem.
2. Metode praktek, dengan melakukan beberapa pengujian dan mengamati perilaku dari komponen-komponen listrik dan PLC sehingga akan menemukan cara-cara yang tepat untuk dapat mengoperasikan sistem secara baik.

Secara garis besar perancangan perangkat sistem kendali berbasis PLC yang menggunakan pemanas air sebagai objek yang akan dikendali ini mempunyai beberapa komponen pendukung untuk memberikan umpan balik dalam mengendalikan aktuator. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 adalah blok diagram sistem PLC yang akan dirancang.



Gambar 3.1 : Diagram blok sistem PLC

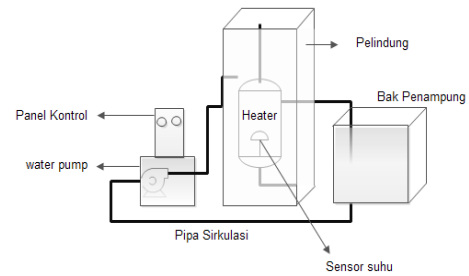
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Plant ini dikendalikan menggunakan satu unit kontrol yang memuat PLC dan panel kontrol. Untuk mengambil data pada plant digunakan sensor suhu yang berfungsi untuk membaca suhu pada plant. Air akan disirkulasikan menggunakan pompa dengan tujuan untuk mempercepat proses simulasi dan pengambilan data dan penstabilan suhu saat sistem berjalan secara otomatis

Perangkat sistem akan didesain berada didalam suatu ruangan yang terbuat dari akrilik, yang berguna sebagai isolasi dari perangkat dan memudahkan dalam proses pemindahan plant ke suatu tempat. Terdapat berapa bagian dari plant yang meliputi :

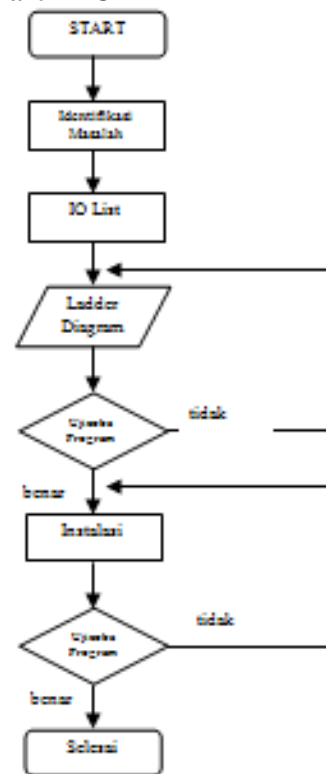
1. Pelindung pemanas air, berfungsi untuk mengisolasi pemanas air dari kemungkinan kecelakaan yang akan timbul.

2. Bak penampung air, berfungsi untuk bak/tandon penampungan saat air keluar dari outlet pemanas air.
3. Panel kontrol, merupakan pusat kontrol yang berfungsi sebagai panel kontrol saat sistem berada pada *local mode*. Jika akses berada pada *remote mode* maka hanya sebagian tombol saja yang akan berfungsi dari panel ini.
4. Pompa air, berfungsi sebagai pensirkulasi air saat ada *request* dari sistem.



Gambar 3.2 : Perangkat keras water heater

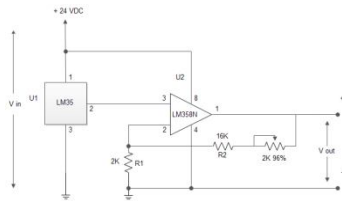
3.2. Flow Chart PLC



Gambar 3.5 : Flow Chart PLC Perancangan sistem

3.3. Metode Analisis

Adapun metode-metode yang digunakan untuk perhitungan analisa data adalah :



Gambar 4.4 Rangkaian sensor suhu

Suhu terukur pada plant jika dalam keadaan normal adalah 32 °C maka perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned} V_{out} \text{ LM } 35 &= 32 \times 10.0 \text{ mV} \\ &= 320 \text{ mV} \\ &= 0.32 \text{ Volt} \end{aligned}$$

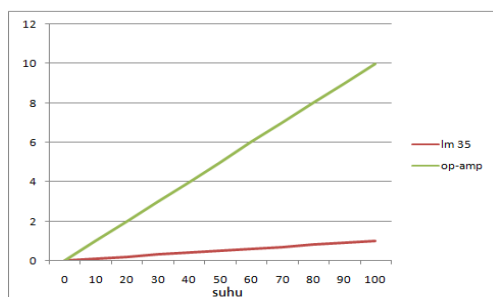
$$\begin{aligned} V_o \text{ Sensor} &= \left(1 + \frac{18\,000}{2000}\right) \times 0.32 \\ &= 3.2 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Suhu terukur pada plant jika dalam keadaan 100 °C maka perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned} V_{out} \text{ LM } 35 &= 100 \times 10.0 \text{ mV} \\ &= 1000 \text{ mV} \\ &= 1 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_o \text{ Sensor} &= \left(1 + \frac{18\,000}{2000}\right) \times 1 \\ &= 10 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Dengan begitu rangkaian sensor suhu dapat memberikan analog input PLC sesuai dengan rangenya yaitu pada suhu maksimum sebesar 100°C menghasilkan tegangan sebesar 10 Volt. Dengan program microsoft excel dapat dilakukan pembuatan grafik perubahan tegangan yang dihasilkan sensor suhu dan tegangan output rangkaian sensor suhu yang telah diperkuat OP-amp terhadap suhu dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.5 Perubahan tegangan sensor terhadap suhu

Pada gambar 4.5 terdapat hubungan linear saat suhu mengalami kenaikan dan sensor akan mendeteksi perubahan dalam bentuk besaran tegangan. Dengan begitu berdasarkan analisa didapatkan sebuah sensor sederhana yang cukup baik untuk dapat memenuhi kebutuhan analog input PLC

untuk membaca suhu maksimal berdasarkan kemampuan dari sensor yang digunakan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712

Daya (Watt)	Arus Keluaran Alat (A)	Arus dari Alat Ukur (A)	Error	(%) Error
0	0	0	0	0
100	0,44	0,43	0,01	2,3%
200	0,86	0,85	0,01	1,2%
300	1,26	1,25	0,01	0,8%

Dilihat pada table 4.1 bahwa hasil dari pengukuran yang terbaca pada sensor arus terdapat perbedaan dengan pengukuran dilakukan dengan alat ukur multimeter sebesar 2 s/d 0.8 %.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan Penelitian tersebut adalah :

1. PLC ditugaskan sebagai otak dari logika proses, sedangkan unit HMI bertugas untuk menampilkan informasi yang terdapat pada PLC dengan kata lain menjadi antar muka bagi pengguna dan *plant*.
2. Hubungan antara output sensor suhu yang menghasilkan tegangan terhadap suhu yang diukur adalah liner.
3. Berdasarkan hasil dari uji coba dari pemanasan yang telah dilakukan, menghasilkan rata-rata perubahan suhu perdetiknya adalah :
 - 32°C - 70°C = 0.078 °C/detik
 semakin lama suhu pemanasan air maka akan semakin lama juga perubahan suhu per detiknya.
4. Perbedaan pengukuran yang dikeluarkan oleh sensor arus terhadap pengukuran alat ukur sebesar 2 s/d 0,8%

5.2 Saran

Dari semua pengalaman yang telah diperoleh dalam pembuatan penelitian ini, maka penulis dapat memberikan beberapa saran bagi semua pihak yang ingin mengembangkan lebih lanjut tentang alat ini.

1. Sistem ada baiknya jika dikembangkan menggunakan komunikasi yang lebih

- canggih, seperti sistem SCADA berbasis web, sehingga akan lebih menyerupai implementasi pada dunia industri.
2. Untuk mengontrol pompa air bisa dilakukan dengan PID (Proportional Integral Ddeerivative).

Daftar Pustaka

- [1]. Huges Jack, (2007). *Automation Manufacturing Systems with PLCs*. Grand Rapids, Michigan : Grand Valley State University.
- [2]. Rajeswaru, Prof.Y.R.Rajeshwari, Dr.L.Padma Suresh, (2012). *Real Time Implementation of Hydrielectric Power Plant Using PLC and SCADA*. IJERA International Journal of Engineering Research and Applications. Volume 2.
- [3]. Srinivas Medida, (2007). *Industrial Automation IDC Engineering Pocket Guide*. 1st Edition. United States : IDC Techmologies.
- [4]. *S7-1200 Programmable Controller System Manual*. Siemens : 2012.