

Sistem Kendali PI Menggunakan PLC CP1H dan HMI pada Aplikasi *Miniplant* Pemanas Air

Inta Nurkhaliza Agiska¹, Edi Sulistio Budi², Hari Kurnia Safitri³

[Submission: XX-XX-2019, Accepted: XX-XX-2019]

Abstract— The problem that occurs in heating water using a water heater element is when the temperature does not match the desired set point. One way to overcome this is to maintain the condition of the system so that it remains in the desired condition by using control devices and control methods. An appropriate control device is needed, namely using a PLC with the PI (Proportional-Integrate) method to maintain the desired conditions. This water heater miniplant is equipped with a PT100 temperature sensor, the PI method is used because it is suitable for stabilizing the temperature. This system can also monitor the work of the system using an HMI represented by a PC. Based on system testing using the PI method with a temperature set point of 35°C using $K_p=140$ s, $K_i=14.08$, the system response obtained a T_d (delay time) value of 45 s, T_r (rise time) of 191 s, T_p (peak time) of 188 s, steady state of 367 s and ESS (steady state error) of 2.8%.

Keywords— Heater Element Water, PT100, HMI, PI, PLC

Intisari— Permasalahan yang terjadi pada pemanasan air menggunakan heater water element adalah ketika suhu tidak sesuai dengan set point yang diinginkan. Salah satu cara mengatasinya adalah menjaga kondisi sistem agar tetap berada pada kondisi yang diinginkan dengan menggunakan perangkat kendali dan metode pengendalian. Diperlukan perangkat kendali yang tepat yaitu menggunakan PLC dengan metode PI (Proportional-Integrate) untuk menjaga kondisi agar sesuai yang diinginkan. Pada miniplant pemanas air ini dilengkapi dengan sensor suhu PT100, metode PI digunakan karena cocok untuk menstabilkan suhu. Pada sistem ini juga dapat memonitor hasil kerja sistem menggunakan HMI yang diwakilkan PC. Berdasarkan pengujian sistem dengan menggunakan metode PI dengan set point suhu 35°C menggunakan $K_p=140$ $K_i=14.08$, respon sistem didapatkan nilai T_d (delay time) sebesar 45 s, T_r (rise time) sebesar 191 s, T_p (peak time) sebesar 194 s, steady state time sebesar 367 s dan ESS (error steady state) sebesar 2,8 %.

Kata Kunci—Heater Element Water, PT100, HMI, PI, PLC

¹Mahasiswa, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Kode Pos: 65141; fax: 0361-4321982; e-mail: intanurkhalizaa@gmail.com

^{2,3}Dosen, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Kode Pos: 65141; fax: 0361-4321982; e-mail: edi.sulistio@polinema.ac.id, hari.kurnia@polinema.ac.id

I. PENDAHULUAN

Pemanas air merupakan alat yang digunakan untuk memanaskan air dengan menggunakan energi sebagai sumber pemanasnya yaitu, listrik, gas, atau matahari. Pemanas air pada umumnya menggunakan heater element water akan lebih cepat dalam memanaskan air dan mempunyai daya tahan listrik yang tinggi, serta penggunaannya praktis dikarenakan menggunakan sumber energi listrik. Pemanas atau sering disebut juga heater merupakan salah satu jenis pemanas yang memanfaatkan arus listrik sebagai input daya untuk menghasilkan listrik[1].

Ketika temperature pada pemanas air tidak sesuai dengan set point dapat mengakibatkan salah satunya overheating yang menyebabkan suhu tidak sesuai dengan yang diinginkan. Sehingga untuk menjaga kondisi sistem tetap berada pada kondisi yang diinginkan diperlukan alat untuk memonitor kinerja sistem secara real time.

Pada penelitian ini akan merancang sebuah pemanas air dengan menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) sebagai alat untuk memonitoring kinerja sistem. PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi logika semisal logika kombinasional, sekuensial, pewaktuan, pencacahan dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses[2] juga HMI (Human Machine Interface) yang diwakilkan oleh PC untuk mempermudah dalam memonitoring secara real time. Serta metode PI (Proportional-Integrate) sebagai kontrol yang akan menjaga kondisi suhu agar sesuai yang diinginkan.



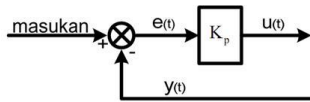
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kontrol PI

a. Kontrol Proportional (P)

Berfungsi sebagai penguat sinyal *error* penggerak sehingga dapat mempercepat *output* sistem untuk mencapai *set point* nya. Hubungan antara *output* $u(t)$ dan sinyal *error* $e(t)$ kontroler adalah :

$$u(t) = K_p \cdot e(t) \tag{1}$$

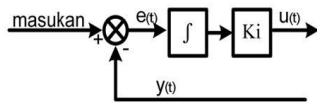


Gambar 1: Kontrol Proportional

b. Kontrol Integral (I)

Berfungsi untuk menghilangkan kesalahan/*error* dari keadaan *offset* yang biasanya dihasilkan kontrol proporsional. Hubungkan antara $u(t)$ dan $e(t)$ adalah :

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t) dt \tag{2}$$



Gambar 2: Kontrol Integral

B. Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1H



Gambar 3: PLC Omron CP1H

PLC adalah komputer elektronik yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dengan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. PLC juga menawarkan kemudahan dalam pemrograman, implementasi, perawatan, *troubleshooting* dan modifikasi program dan dapat melakukan perekaman proses kerja alat. Proses yang dikontrol PLC dapat berupa regulasi variabel secara berkesinambungan seperti sistem analog atau hanya melibatkan control dua keadaan (*on/off*). 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,

Inta Nurkhaliza Agiska: Sistem Kendali PI Menggunakan...

mengintegrasikan sistem yang berjauhan, mengurangi kesalahan-kesalahan yang disebabkan *human error*, dan dapat melakukan perekaman proses[3].

C. Arduino Uno



Gambar 4: Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328. Arduino UNO mengandung mikroprosesor berupa Atmel AVR dan dilengkapi dengan *oscillator* 16MHz, dan regulator 5 volt. Sebuah pin yang tersedia pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat digital, yang hanya bernilai 0 dan 1. Pin A0-A5 digunakan untuk isyarat analog

D. HMI (Human Machine Interface)

HMI digunakan untuk mengakses sistem setiap saat untuk berbagai tujuan, misalnya untuk menampilkan kesalahan mesin, menampilkan status proses, menampilkan jumlah produk, dan tempat dimana user melakukan mengendalikan mesin yang ada pada plant.

E. Sensor PT100 3 Wire



Gambar 5: PT 100 3 Wire

PT 100 terbuat dari bahan platinum, oleh karenanya namanya diawali dengan "PT". disebut dengan PT 100 karena sensor ini dikalibrasi saat suhu 0 °C berada pada nilai resistansi 100 ohm. Keluaran dari sensor suhu RTD PT 100 merupakan resistansi yang nilainya berubah-ubah sesuai dengan kenaikan suhu. Kabel dari sensor RTD PT 100 y memiliki 3 buah (3 *wire*) yang terdiri dari 2 jenis yaitu A,B. Pada kabel B memiliki 2 cabang yang memiliki fungsi yang sama. PT 100 mampu mengukur suhu pada kisaran suhu - 200 °C sampai dengan 400 °C.



F. *Heater Element Water*



Gambar 6: *Heater Element Water*

Heater element water adalah suatu elemen pemanas yang dapat digunakan untuk menaikkan suhu air. Peralatan ini terbuat dari metal (*metal housing*) yang dilapisis *refractory* pada bagian dalamnya sebagai isolasi panas agar panas tidak terbuang keluar.

G. *Solid State Relay*



Gambar 7: *Solid State Relay*

Solid state relay adalah *relay* yang elektronik, yaitu *relay* yang tidak menggunakan kontaktor mekanik. *Solid state relay* menggunakan kontaktor berupa komponen aktif seperti TRIAC, sehingga *solid state relay* dapat dikendalikan dengan tegangan rendah dan dapat digunakan untuk mengendalikan tegangan AC dengan tegangan yang besar.

H. *Transmitter PT100*

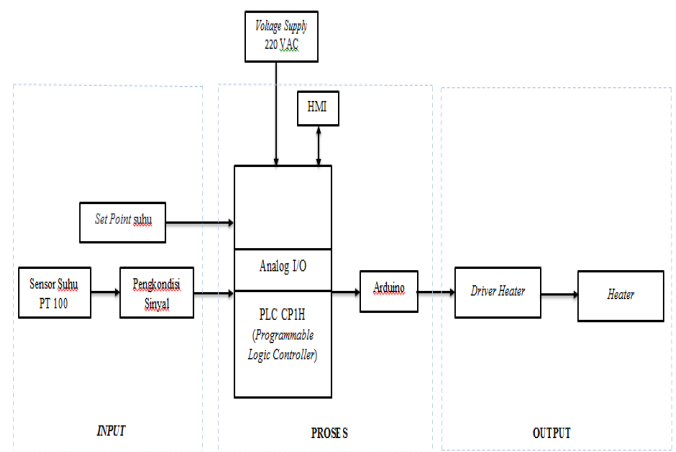


Gambar 8: *Transmitter PT100*

Transmitter PT100 adalah suatu komponen yang terhubung pada sensor suhu yang bertujuan untuk mengirimkan sinyal yang nantinya akan diteruskan pada PLC.

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Blok Sistem



Gambar 9: Diagram Blok Sistem

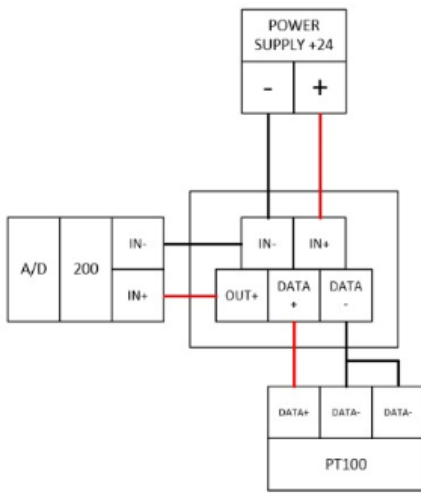
Penjelasan fungsi dari masing-masing diagram blok pada Gambar 9 sebagai berikut :

1. *Sensor suhu PT100*
 Berfungsi untuk membaca nilai suhu yang ada di dalam tungku pemanas. Sensor suhu yang digunakan adalah jenis RTD dengan tipe PT100.
2. *Pengkondisi sinyal*
 Sebagai penguat sekaligus merubah output resistansi yang dibaca sensor PT100 menjadi nilai tegangan yang akan diproses pada Arduino.
3. *Arduino*
 berfungsi untuk PWM.
4. *HMI (Human Machine Interface)*
 berupa PC yang berfungsi untuk memonitoring kinerja sistem
5. *PLC (Programmable Logic Controller)*
 berfungsi untuk mengolah data input menjadi output dengan pengontrolan PI agar sistem bekerja dengan stabil.
6. *Driver Heater*
 berfungsi untuk mengatur nyala *heater* sesuai dengan masukan yang diperikan oleh PLC CPH.
7. *Heater*, berfungsi sebagai aktuator untuk mengatur besar kecilnya pemanas agar suhu dapat mencapai *set point* tertentu.

B. Perancangan Elektronik Sistem

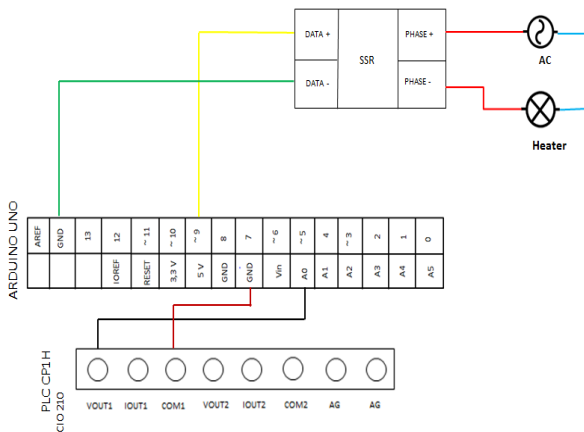
Pada rangkaian sensor suhu PT100 3 wire memiliki 3 buah (3 wire) yang terdiri dari 2 jenis yaitu A,B. Pada kabel B memiliki 2 cabang yang memiliki fungsi yang sama sehingga untuk menyambung pada transmitter PT100. Transmitter PT100 ini berfungsi untuk mengirimkan sinyal yang nanti akan diteruskan menuju PLC. Pada Gambar 11 merupakan gambar rangkaian *schematic* yang digunakan





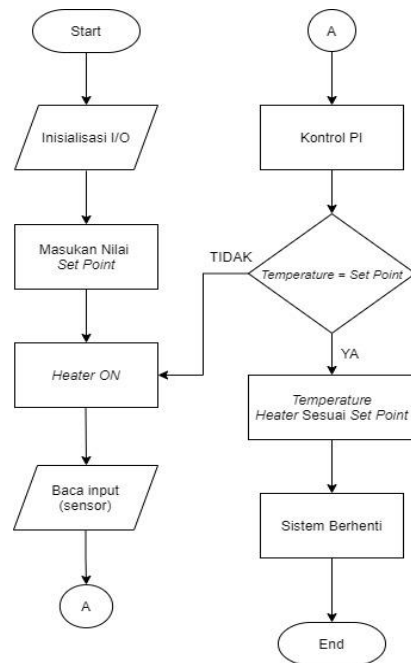
Gambar 10: Rangkaian Elektronik Sensor PT100

Pada *driver* heater ini menggunakan *solid state relay* yang memiliki 4 masukan yang nantinya akan terhubung pada AC 220 V, *heater*, arduino sebagai PWM, dan PLC. Untuk rangkaian *schematic* dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11: Rangkaian Elektronik Solid State Relay

C. Perancangan Software



Gambar 12: Flowchart Pemrograman

Penjelasan *flowchart* dari Gambar 12 yaitu sistem Penjelasan flowchart dari sistem kendali PI menggunakan PLC CP1H dan HMI pada aplikasi miniplant pemanas air adalah dengan melakukan inialisasi I/O yang nantinya akan berfungsi sebagai nilai awal. Kemudian memasukkan nilai set point pada HMI yang diwakilkan oleh PC. Kemudian heater akan mulai aktif untuk memanaskan air pada miniplant pemanas air, selanjutnya sensor suhu PT-100 akan membaca input suhu pemanas pada kondisi aktual, lalu kontrol PI akan mengatur serta berusaha menjaga nilai set point.. Ketika hasil suhu tidak sama dengan nilai set point maka akan mengulangi kembali saat heater on lalu pembacaan sensor suhu dan dilakukan lagi proses kontrol PI. Sedangkan jika hasil pembacaan sensor suhu sudah sesuai dengan nilai set point maka sistem akan berhenti.

D. Perancangan Kontrol PI

Perancangan kontrol PI dilakukan dengan menganalisa PI berdasarkan nilai K_p , dan K_i menggunakan metode osilasi *Ziegler-Nichols*. Respon dari kontrol PI ini akan menunjukkan apakah mampu menghasilkan *output* yang sesuai dengan yang diinginkan. Selanjutnya dapat diperoleh nilai konstanta K_p , dan K_i yang diperoleh berdasarkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1: Tabel Metode Osilasi dari *Ziegler-Nichols*



Type of Controller	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45K_{cr}$	$\frac{1}{1.2}P_{cr}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian PLC

a. Hasil Pengujian Digital Input

Dari hasil pengujian digital input PLC yang tertera pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa seluruh kondisi LED pada PLC dapat menyala saat kondisi *high/off* dan semua akan mati saat berada pada kondisi *low/off*, sehingga digital *input* dapat digunakan seluruhnya.

Tabel 2: Hasil Pengujian Digital Input

NO.	ALAMAT DIGITAL INPUT	KONDISI LED	
		LOW	HIGH
1.	0.00	Mati	Menyala
2.	0.01	Mati	Menyala
3.	0.02	Mati	Menyala
4.	0.03	Mati	Menyala
5.	0.04	Mati	Menyala

b. Hasil Pengujian Digital Output

Dari hasil pengujian digital output PLC yang tertera pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa tegangan output yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi *datasheet* saat diberikan logika *low/high*, sehingga digital *output* dapat digunakan seluruhnya.

Tabel 3: Hasil Pengujian Digital Output

No.	Alamat Digital Output	Tegangan (V)	
		LOW	HIGH
1.	100.00	0	24
2.	100.01	0	24
3.	100.02	0	24

c. Hasil Pengujian Analog Input

Dari hasil pengujian analog *input* yang tertera pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa *input* dapat digunakan seluruhnya dan menghasilkan data yang akurat dan linier karena tegangan yang terbaca pada analog *input* dapat diolah kontroler sehingga menjadi tipe data bilangan desimal.

Tabel 4: Hasil Pengujian Analog Input

No.	Vin Power Supply (V)	Analog Input (Decimal)
1.	0	0
2.	1	1195
3.	2	2398
4.	3	3586
5.	4	4789
6.	5	5994

d. Hasil Pengujian Analog Output

Dari hasil pengujian analog *output* yang tertera pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa *output* dapat digunakan seluruhnya dan menghasilkan data yang akurat dan linier karena analog *output* yang berupa nilai dengan tipe data desimal dapat terbaca.

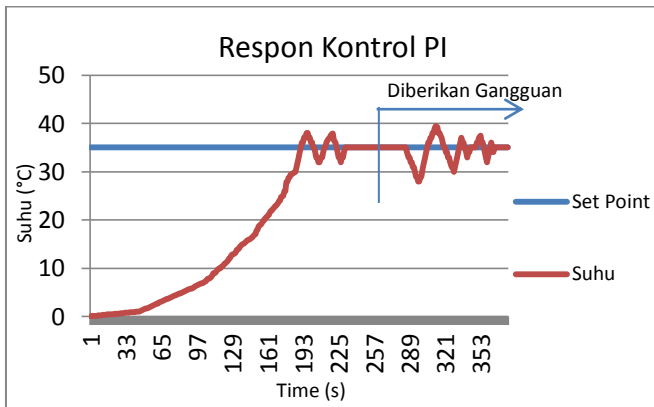
Tabel 5: Hasil Pengujian Analog Output

No.	Analog Output (Decimal)	Tegangan Keluaran Analog Output (V)
1.	0	0
2.	1195	1
3.	2398	2
4.	3586	3
5.	4789	4
6.	5994	5

B. Pengujian Kontrol PI

Pengujian kontrol PI menggunakan metode *Ziegler Nichols* dengan grafik respon memiliki tujuan untuk mengetahui respon sistem terhadap nilai parameter yang telah dihitung dengan menggunakan sistem orde 2. Pengambilan data dilakukan pada *set point* 35 °C dengan nilai parameter $K_p = 140$, $K_i = 14,8$.





Gambar 13: Grafik Pengujian Kontrol PI

Berdasarkan grafik respon kontrol PI yang tertera pada Gambar 13 terhadap sampel data dengan nilai *set point* sebesar 35 °C yang tertera pada Gambar 13 maka didapatkan nilai K_p sebesar 140 dan K_i sebesar 14,8. Gambar 13 menunjukkan suhu yang telah diberikan kontrol PI berusaha mempertahankan suhu pada nilai *set point* yang telah diatur, kemudian diberikan *disturbance* berupa menambahkan air dengan suhu normal kedalam *miniplant* pemanas air sebanyak 2 liter yang mulanya berisi 15 liter. Ketika diberikan *disturbance* kontrol PI berusaha menaikkan suhu kembali ke set point sehingga didapatkan nilai *delay time* sebesar 45 s, *rise time* sebesar 191 s, *peak time* sebesar 194 s, *steady state* sebesar 367 s dan *error steady state* sebesar 2,8%.

C. Pengujian HMI

Berdasarkan hasil pengujian yang tertera pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa penggunaan HMI yang diwakilkan oleh PC dapat berfungsi dengan baik dan tidak mempengaruhi kerja sistem karena selisih waktu antara HMI dan PLC yang masih dapat di toleransi yaitu sebesar 0,29 s.

Tabel 6: Hasil Pengujian HMI

NO.	Pengujian	Waktu Respon (s)		Delay Time (s)
		HMI	PLC	
1.	Pengujian ke-1	0,75	0,34	0,41
2.	Pengujian ke-2	0,6	0,42	0,18
3.	Pengujian ke-3	0,83	0,55	0,28
Rata-Rata Delay Time				0,29

D. Pengujian Sensor PT100

a. Pengujian Sensor Suhu PT100 dan Pembacaan *Input*

Pengujian sensor dengan cara membandingkan ini bertujuan untuk mengetahui nilai pembacaan input sensor pada setiap perubahan suhu. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Hasil Pengujian Sensor Suhu PT100

No.	Suhu (°C)	Vout Pembacaan Suhu (V_{DC})
1.	35	3,5
2.	40	4,0
3.	45	4,5
4.	50	5,0
5.	55	5,5
6.	60	6,0
7.	65	6,5
8.	70	7,0
9.	75	7,5
10.	80	8,0
11.	85	8,5
12.	90	9,0
13.	95	9,5
14.	100	10,0

Dari hasil pengujian sensor suhu PT100 yang ditunjukkan pada Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh dengan membandingkan pembacaan *input* sensor suhu pada setiap perubahan suhu telah sesuai.

b. Pengujian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu PT100

Pengujian pengkondisi sinyal sensor suhu PT100 bertujuan untuk mengetahui tahanan *output* dengan range tegangan antara 1-5 V, sehingga *output* dapat memenuhi kebutuhan analog output PLC.

Tabel 8: Hasil Pengujian Pengkondisi Sinyal Sensor PT100



Suhu °C	Analog Output PLC	Vout (V) Pengukuran	Vout (V) Perhitungan	Error (%)
35	2101	1,741	1,750	0,514
40	2474	1,998	2,061	3,056
45	2658	2,200	2,215	0,677
50	2987	2,485	2,489	0,160
55	3377	2,814	2,814	0
60	3838	3,150	3,198	1,500
65	3857	3,105	3,214	3,391
70	4558	3,773	3,798	0,658
75	4396	3,599	3,663	2,839
80	4796	3,923	3,996	1,826
85	5037	4,112	4,197	2,072
90	5335	4,440	4,445	0,112
95	5635	4,672	4,695	0,489
100	5838	8,852	4,866	0,287
Error Rata-Rata				1,255

Dari hasil pengujian sensor suhu PT100 pada Tabel 8 terhadap hasil pengukuran tegangan yang keluar memiliki nilai yang sama dengan kebutuhan analog output PLC dengan range 1-5V. Dilihat dari nilai error minimal sebesar 0% dan error maksimal 3,391% dengan nilai error rata-rata pengujian yaitu sebesar 1,255 %. Nilai error pada setiap pengujian dan nilai error rata-rata yang didapat tidak lebih besar dari 5% sehingga tidak mengganggu kinerja sistem dan dapat di toleransi.

c. Pengujian Driver Heater

Pengujian driver heater bertujuan untuk mengetahui kinerja driver heater apakah sudah berfungsi dengan sesuai. Pengujian dilakukan dengan menggunakan driver heater dan avometer digital untuk mengukur tegangan juga melihat analog output PLC.

Tabel 9: Hasil Pengujian Driver Heater

Suhu °C	Tegangan Terbaca (V)	MV %	Analog Output PLC
35	2,22	62	3076
40	1,86	61	2346
45	1,23	59	2820
50	0,94	39	2770
85	0,12	12	1015

V. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada pengujian kontrol PLC dan HMI, PLC mampu memberikan kinerja yang sesuai untuk setiap perubahan sistem dan HMI yang diwakilkan oleh PC dapat memberikan tampilan visual yang real time untuk untuk setiap respon *input* dan *output* dengan rata-rata interval waktu respon sebesar 0,87 s.
2. Pada pengujian sensor suhu, perbandingan antara pembacaan sensor suhu pada tampilan HMI dengan thermometer dengan nilai error rata-rata pengujian yaitu sebesar 0,26 % karena tidak lebih besar dari 5% sehingga tidak mengganggu kinerja sistem dan dapat di toleransi.
3. Pada hasil *output* pengkondisi sinyal diperoleh *range* tegangan antara 1,7 - 4,8 V, sehingga output dapat memenuhi kebutuhan analog *output* PLC dimana kebutuhan analog *output* PLC telah diatur pada *range* 1 – 5 V.
4. Dengan mengimplementasikan kontrol PI pada *miniplant* pemanas air maka respon sistem mampu menjaga suhu lebih stabil. Dengan nilai *Delay Time* sebesar 45 s , *Rise Time* sebesar 191 s , *Peak Time* sebesar 188 s, *Steady State* sebesar 367 s, dan *Error Steady State* sebesar 2,8 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Edi Sulistio Budi S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1, Ibu Hari Kurnia Safitri S.T.,M.T selaku dosen pembimbing 2, Orang tua dan teman-teman saya yang telah memberikan semangat, motivasi, dan doa selama pengerjaan berlangsung.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



REFERENSI

- [1]. Dirja Imam. (2019). Rancang Bangun Pemanas Air Heater Dengan Menggunakan Baterai Berbasis Arduino Pro Mini. Jurnal INFOMATEK, Desember 2019, VOL.21, NO.2.
- [2]. Amsier, Mohamad, M.toni Prasetyo, Luqman Assaffat. (2017). RANCANG BANGUN ALAT PENGATUR SUHU UNTUK RUANG BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS PLC (*Programmable Logic Controller*) OMRON CP1E. Jurnal Jurusan Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [3]. Effendi, Asnal. (2013). Perancangan Pengontrolan Pemanas Air Menggunakan PLC Siemens S7-1200 dan Sensor Arus ACS3712. Jurnal Teknik Elektro, Nopember 2013 VOL.2 NO.3. Institut Teknologi Padang
- [4]. Aripriharta. (2009). Buku ajar PLC/Smart Relay. Malang: Graha Ilmu
- [5]. Bolton, William. (2003). *Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- [6]. Audiana, Virna Umro, Muhamad Rifa'i, Fathoni Fathoni. Rancang Bnagun Kontrol Suhu Pada Tungku Pemanas Mesin Destilasi Minyak Atsiri Daun Nilam Menggunakan PLS S7 1200 Dan HMI. JURNAL ELKOLIND, MEI 2020, VOL.07, NO. 1.
- [7]. Bolton, William. (2006). Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol. Jakarta: Erlangga
- [8]. Akbar, Kurniawan Falahi, Edi Sulistio Budi, Yulianto. Kontrol PID pada Steam Miniplant Boiler Menggunakan PLC dan HMI. JURNAL ELKOLIND, SEPTEMBER 2020, VOL.07, NO. 3.
- [9]. Bayusari, I. d. (2013). Perancangan Sistem Pemantauan Pengendali Suhu pada Stired Tank Heater menggunakan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Palembang: Jurnal Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
- [10]. Kadir, Abdul. (2012). Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta: Penerbit Andi

