



## KENDALI SUHU AIR DENGAN SENSOR TERMOKOPEL TIPE-K PADA SIMULATOR SISTEM PENGISIAN BOTOL OTOMATIS

Dewi Permata Sari<sup>1</sup>, Evelina<sup>2</sup>, Sabilal Rasyad<sup>3</sup>, Amperawan<sup>4</sup>, Selamat Muslimin<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: depeesbaker@gmail.com

**Abstrak**— Pada penelitian ini dibahas mengenai kendali suhu air dengan sensor termokopel tipe-K pada simulator system pengisian botol otomatis. Pengontrolan ini ditujukan untuk menjaga agar botol yang digunakan tidak mengalami pemuaiian akibat terisi oleh air dengan suhu tinggi. Dari peneltian didapatkan bahwa botol yang digunakan dalam system ini dapat bertahan atau tidak mengalami pemuaiian jika diisi oleh air dengan suhu  $\pm 65^{\circ}\text{C}$ . Suhu inilah yang kemudian dijadikan sebagai referensi dalam kendali suhu air oleh sensor termokopel. Kendali suhu ini dilakukan dengan cara memantau aktivitas *heater* agar tidak memanaskan air melebihi suhu *setpoint* yang ditentukan yaitu  $60^{\circ}\text{C}$ . Pada proses kendalinya, sensor termokopel dibantu oleh PLC Schneider Modicon TM221M16R. Proses komunikasi antara sensor termokopel dan PLC memanfaatkan analog input yang tersedia diperangkat PLC. Adapun yang dibaca oleh PLC adalah tegangan yang dihasilkan oleh termokopel akibat perbedaan suhu antara *hot junction* dan *cold junction*. Tegangan yang dihasilkan oleh perbedaan kedua titik ini sangat kecil, berkisar antara  $40\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ . Oleh karena itu digunakanlah IC *op amp* LM 358 sebagai penguat tegangan. Keluaran dari LM 358 inilah yang dijadikan sebagai input analog PLC untuk mengontrol suhu air.

*Kata Kunci* : Kendali, LM358, PLC, Suhu, Termokpel

**Abstract**—This observation discusses about water temperature control by using thermocouple K-type sensor in an automatic bottle filling system simulator. This control system is purposed to keep the bottle unexpand in the effect of high temperature water. In this observation, we obtained that the bottle will defend or unexpand if it is filled with water in a temperature of  $\pm 65^{\circ}\text{c}$ . This temperature will be used as reference in a water temperature control by using thermocouple sensor. The control system works by monitoring the heater activites in order not to heat the water more than the deterimined setpoint temperature, which is  $60^{\circ}\text{c}$ . In the control process, a thermocouple sensor is supported by PLC Schneider Modicon TM221M16R. The communication process between the thermocouple sensor and PLC utilizes analog input in PLC device. Generated voltage by a thermocouple in the effect of temperature difference between hot junction and cold junction is read by PLC. Generated voltage in the effect of these two points difference is very small, about  $40\mu\text{V}/^{\circ}\text{c}$ . Therefore, IC *op amp* LM 358 is used as a voltage amplifier. The output of LM 358 is used as PLC analog input to control the water temperature.

*Keywords* : LM358, PLC, Thermocouple K

### PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya dunia teknologi maka hal ini mengakibatkan perkembangan juga terjadi pada sector industri, sebabteknologi adalah hal terpenting dalam sebuah industri(Tjiptono, 2014). Semakin hebat teknologi yang digunakan pada sebuah industry maka semakin maju industry tersebut. Dewasa ini berbagai inovasi mulai hadir dalam dunia industri, salah satunya adalah teknologi automasi yang hadir sebagai solusi untuk

mempermudah pengerjaan dan memberikan hasil yang baik terhadap produk yang dihasilkan (Bashori, Sumardi, & Setiawan, 2013).

Salah satu aspek pendukung dari system automasi yang penting adalah penggunaan sensor sebagai *input* yang dipergunakan sebagai pemantik dari kerja *output* yang digunakan. Sensor suhu merupakan salah satu dari sekian banyak sensor yang sering kita jumpai dalam dunia industri. Sensor ini berfungsi sebagai pengukur temperature pada material yang diinginkan dan sensor suhu yang sering ditemui pada dunia industry salah satunya adalah sensor termokopel.

### TINJAUAN PUSTAKA

Termokopel merupakan sensor suhu yang mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan, hal ini disebabkan oleh perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis logam (Wendri, Supardi, Suarbawa, & Yuliantini, 2012). Sama halnya dengan sensor pada umumnya yang dapat digunakan sebagai input pada sebuah system kendali, sensor termokopel selain dapat membaca perubahan suhu juga dapat berperan sebagai input analog pada sebuah system kendali. Di dalam dunia industri, penggunaan sensor termokopel sering dijumpai pada sistem yang mengharuskan suhu tertentu mengaktifkan *output* atau dengan kata lain pada saat parameter suhu dijadikan sebagai input analog.

Penelitian terkait sensor termokopel yang berperan sebagai pengendali suhu ini pernah dilakukan oleh (Marto, Risto, Sunarso, & Pahlanop, 2018) menggunakan *board* NS.One/32 yang merupakan varian dari *board* Arduino dan oleh (Huda, 2011) menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis akan meneliti peranan sensor termokopel sebagai kendali suhu pada system pengisian botol otomatis menggunakan PLC. Dimana pada percobaan ini penulis akan membuat *setpoint* suhu yang tidak boleh dicapai oleh air dengan cara mengontrol *heater* yang digunakan untuk memanaskan air.

### METODE

Penelitian ini membahas tentang kendali suhu air pada simulator system pengisian botol otomatis yang diperankan oleh sensor termokopel tipe-K. Tujuan pengendalian suhu ini untuk menjaga agar kondisi suhu air yang ada di dalam tabung reactor tidak melebihi 100 °C. Sebab, apabila suhu melebihi angka 100 °C akan mengakibatkan pemaian pada botol yang digunakan. Pengendalian ini dilakukan dengan cara mengontrol kondisi *on* dan *off* dari heater..



Gambar 1. Blok Diagram Kendali Suhu Oleh Sensor Termokopel

Dalam pelaksanaannya, pengendalian suhu oleh sensor termokopel dibantu oleh PLC Schneider Modicon TM221M16R sebagai pengendali sistem. PLC Schneider Modicon TM221ME16R merupakan salah satu jenis PLC *compact* yang memiliki fasilitas berupa 8 slot *input*, 8 slot *output*, dan 2 slot analog *input* (Schneider Electric Industries, 2014)

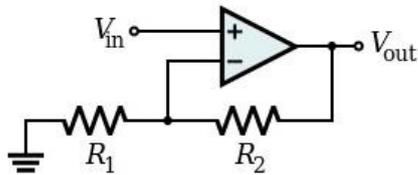


Gambar 2. PLC Schneider Modicon TM221M16R

Pengendalian suhu air ini memanfaatkan slot analog *input* yang dimiliki oleh PLC Schneider Modicon TM221M16R. Hal ini karena sensor termokopel pada prinsipnya menghasilkan perbedaan tegangan pada setiap kondisi suhu yang berbeda. Tegangan yang dihasilkan oleh termokopel relatif kecil sekitar  $1-70 \mu V/^{\circ}C$  (Pertiwi, 2013), sehingga membutuhkan IC *omp-amp* LM358. IC ini merupakan penguat tegangan *non-inverter*, atau dengan kata lain muatan input dan outputnya sama. LM 358 memiliki kemampuan penguatan sebesar.

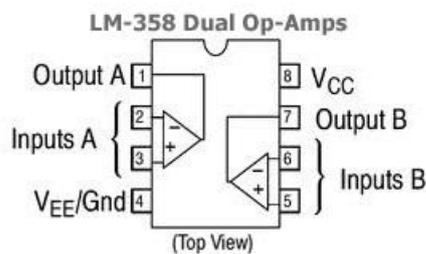
$$Gain (G) = 1 + \frac{R2}{R1} \tag{1}$$

Penentuan nilai resistor R1 dan R2 yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kemampuan penguatan yang dilakukan oleh LM385



Gambar 3. Rangkaian Op-Amp *Non-Inverting* amplifier

Adapun pembacaan analog input oleh PLC berupa tegangan dari sensor termokopel diperoleh dari *output* IC LM385 yang berada pada pin 1 dan 4.



Gambar 4. Rangkaian Op-Amp *Non-Inverting* amplifier

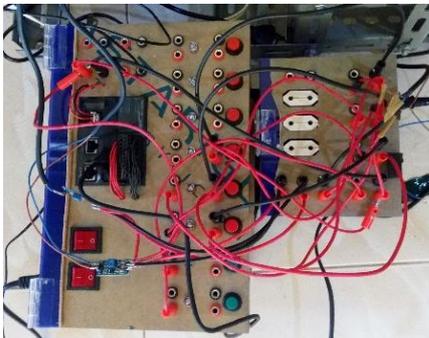
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian pengendalian suhu air ini, didukung dengan sebuah simulator system pengisian botol yang terdiri dari sebuah konveyor, sebuah sensor *proximity* dan dua buah tabung. Satu tabung berfungsi sebagai sumber air, satu tabung berfungsi sebagai reaktor yang di dalamnya terdapat sensor *upper*, sensor *lower*, sensor termokopel dan *heater*



Gambar 5. Simulator Sistem Pengisian Botol Otomatis

PLC yang digunakan dalam penelitian ini dikemas menjadi sebuah modul yang disertai dengan *junction box* sebagai penghubung antara input dan output PLC dengan input dan output system pengisian botol otomatis.

Gambar 6. Modul PLC dan *Junction Box*

Pengendalian suhu air pada system pengisian botol otomatis ini ditujukan untuk menjaga agar kondisi botol tidak memuai akibat terisi oleh air dengan suhu yang tinggi. Kendali suhu yang diperankan oleh sensor termokopel ini dirancang pada sebuah simulator tabung reaktor yang ditempatkan pada sisi atas tabung dengan tujuan agar sensor termokopel-mendeteksi suhu air yang terendah dalam proses kendalinya.



Gambar 7. Penempatan Sensor Termokopel

Berdasarkan hasil penelitian, botol yang digunakan pada system ini akan mengalami pemuaian apabila terisi air dengan suhu lebih dari 65 °C.

Tabel 1. Nilai suhu air terhadap kondisi botol

Suhu(°C)	Memuai
100	Ya
95	Ya
80	Ya
75	Ya

70	Ya
65	Tidak
60	Tidak

Berdasarkan table diatas, maka peneliti menetapkan *setpoint* kendali heater pada suhu 60°C yang terukur oleh sensor termokopel dengan toleransi suhu tertinggi sekitar  $\pm 65^\circ\text{C}$  .

Tabel 2. Nilai suhu air terhadap tegangan sensor termokopel

Suhu (°C)	Tegangan (V)
60	0,444
59	0,441
56	0,432
55	0,429
51	0,416
50	0,413
46	0,400
45	0,397
41	0,384
40	0,381
36	0,368
35	0,365
31	0,352

Pengukuran yang tertera pada table diatas merupakan pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh sensor termokopel setelah dilakukan penguatan oleh sensor LM358. Nilai suhu yang tertera pada table diatas diperoleh dari pembacaan modul yang sudah terpasang pada sensor termokopel. Adapun Pengukuran tegangan pada LM358 dilakukan dengan cara meletakkan alat ukur pada pin 1 (output) dan 4 (*ground*) dari LM358. Dari tegangan yang telah diukur tersebut akan dibaca oleh PLC sehingga dapat mengendalikan suhu air dengan cara mengontrol aktivitas *heater* yang telah ditentukan *setpoint* nya yaitu sebesar 60°C.

Tabel 3. Nilai suhu air terhadap aktivitas *heater*

Suhu (°C)	Aktivitas $heater$
31	On
35	On
36	On
40	On
41	On
45	On
46	On
50	On
51	On
55	On
56	On
59	On
60	Off

Dari hasil penelitian yang dituangkan dalam table diatas, diketahui bahwa aktivitas *heater* akan berhenti pada saat sensor termokopel mendeteksi suhu terendah di dalam tabung reaktor saat melewati angka 60°C. Hal ini memungkinkan botol yang digunakan pada system ini tidak mengalami pemuaiian pada saat terisi oleh air.

## KESIMPULAN

Kendali suhu air oleh sensor termokopel dalam simulator sistem pengisian botol otomatis ini dapat membantu terhindarnya pemuaiian botol yang digunakan akibat terisi dengan air suhu tinggi. Kendali ini dilakukan dengan mengontrol aktivitas *heater* agar tidak memanaskan air melebihi suhu 60 °C. Kendali ini dilakukan dengan memanfaatkan tegangan yang dihasilkan oleh sensor termokopel akibat perbedaan suhu yang terjadi antara titik *hot junction* dan titik *cold junction*. Penggunaan sensor termokopel ini dapat digunakan pada suhu yang lebih tinggi hingga mencapai 1250 °C (Omega, 2012). Berhubung dalam penelitian ini hanya berupa simulator, maka suhu yang diukur hanya mencapai 60°C..

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bashori, Z., Sumardi, & Setiawan, I. (2013). Pengendalian Temperatur pada Plant Sederhana Electric Furnace Berbasis Sensor Thermocouple dengan Metode Kontrol PID. *Jurnal Teknik Elektro*, 2, 1–8.
- [2] Huda, S. N. (2011). *Rancang Bangun Sistem Pengendali Temperatur Furnance Dengan Menggunakan Sensor Termokopel Tipe-K Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16*. Depok.
- [3] Marto, S., Risto, G., Sunarso, A., & Pahlanop, B. (2018). Rancang Bangun Sistem Pemantau dan Kendali Suhu Pada Model Alat Pirolisis Plastik. *Prisma Fisika*, VI(1), 49–56.
- [4] Omega. (2012). Revised Thermocouple Reference Tables.
- [5] Pertiwi, P. K. (2013). *Termokopel*. Surabaya.
- [6] Schneider Electric Industries. (2014). Product Data Sheet of TM221M16R
- [7] Tjiptono, F. (2014). *Pemasaran Jasa*. CV. Andi Offset. Yogyakarta. Yogyakarta
- [8] Wendri, N., Supardi, I. W., Suarbawa, K. N., & Yuliantini, N. M. (2012). Alat Pencatat Temperatur Otomatis Menggunakan Termokopel Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Buletin Fisika*, 13(1), 29–33