

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 8, Nomor 2, Juli 2021, hlm 109-116

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

**RANCANG BANGUN ALAT KALIBRASI PENGUKUR SUHU
BERBASIS DIGITAL TEMPERATURE CONTROLLER**
**DESIGN AND DEVELOPMENT OF TEMPERATURE CALIBRATION
BASED ON DIGITAL TEMPERATURE CONTROLLER**

Firmansyah Azharul¹, Rahmawati², Choiruddin³, Wilarso^{4*}

^{1,2,4*} Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi

³ Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi

^{1,2,3,4*} Jl. Angrek No. 25, Perum PTSC, Cileungsi, Bogor, Jawa Barat-Indonesia 16820

*Koresponden Email: wilarso@stmcileungsi.ac.id

ABSTRAK

Kerusakan pada alat ukur suhu infrared thermometer mempengaruhi kualitas pengukuran, yang disebabkan jatuh, terbentur, maupun umur dari alat ukur. Kalibrasi alat ukur dibutuhkan untuk mengetahui akurasi terhadap hasil pengukuran. Tujuan dari penelitian ini merancang alat kalibrasi pengukur suhu berbasis digital. Metode yang dilakukan pembuatan alat kalibrasi pengukur suhu berbasis digital temperatur menggunakan VDI 2221 (*verein deutscher ingenieure*), persatuan insinyur Jerman. Dari hasil penelitian yang dilakukan alat kalibrasi pengukur suhu mendapatkan data koreksi sebesar 0.1 °C. Alat kalibrasi dengan benda kerja didapatkan nilai 0.4 °C. Adapun hasil pengujian sesuai dengan fungsinya dengan menggunakan alat pemanas temperatur 50°C, 75°C, 100°C.

Kata Kunci Kalibrasi, Sistem kontrol, sensor, panci pemanas, pengukur suhu.

ABSTRACT

Damage to the infrared thermometer temperature meter affects the quality of the measurement, which is caused by falls, bumps, and the age of the measuring instrument. Measuring instrument calibration is needed to determine the accuracy of the measurement results. The purpose of this research is to design a digital-based temperature measuring calibration tool. The method used is the manufacture of a temperature measuring device calibration based on digital temperature using VDI 2221 (Verein Deutscher Engineer), the German Engineers Association. From the results of research carried out using temperature measuring calibration, the correction data obtained is 0.1 °C. The calibration tool with the workpiece obtained a value of 0.4 °C. The test results are under their function by using a heating device with a temperature of 50°C, 75°C, 100°C.

Keywords: Calibration, control system, sensor, heating pan, temperature gauge

1. PENDAHULUAN

Termometer adalah alat yang dipergunakan untuk mengukur suhu atau alat yang digunakan untuk mengetahui nilai satuan panas suatu benda. Dalam kehidupan kita sehari-hari dibutuhkan untuk mengetahui suhu ruangan. Perkembangan teknologi, saat ini memasuki revolusi industri 4.0 alat pengukur suhu sudah menggunakan media proteksi dengan sinar infrared, yang banyak memiliki kelebihan. Suhu merupakan suatu besaran yang menunjukkan derajat panas dari suatu benda, benda yang panas akan menunjukkan suhu yang tinggi dibandingkan benda yang lebih dingin [1][2].



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

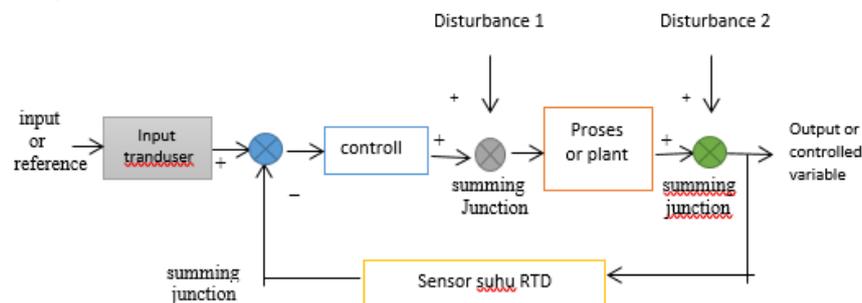
Infrared thermometer atau disebut juga thermometer laser, banyak membantu aktivitas kehidupan kita sehari-hari karena memiliki banyak kelebihan diantaranya, mampu mengukur suhu suatu benda secara cepat dan akurat tanpa harus menyentuh objek yang akan diukur. Selain itu thermometer laser juga mampu mengukur suhu suatu benda dengan objek yang bergerak cepat di tempat yang jauh dan sulit dijangkau, dan juga mampu mengukur suhu lingkungan yang berbahaya, panas dan bisa juga digunakan untuk kebutuhan menghindari kontaminasi objek seperti : makanan, alat media, obat-obatan, produk atau tester.

Pengamatan parameter cuaca adalah aktivitas rutin bagi para observer, baik dengan alat-alat konvensional maupun secara otomatis dengan bantuan alat digital. Masing-masing metode pengamatan mempunyai kelemahan dan kelebihan tersendiri. Alat otomatis mempermudah pengamat dalam pengumpulan data, terutama saat melakukan pengamatan di luar taman alat dan berpindah lokasi. Alat *portable* memiliki kelebihan dalam ukuran dan efektifitas penggunaan tanpa mengurangi keandalan seperti alat-alat konvensional.

Dalam perancangan alat kalibrasi pengukur suhu berbasis *digital temperature controller* dengan menggunakan pemanas air[3]. Sensor yang dipergunakan *Resistance temperature detector* (RTD) PT100 type K (rata-rata kinerja -2°C - 420°C), dan menggunakan komponen *heater* dengan daya 500 Watt. Tujuan dalam penelitian ini merancang alat kalibrasi suhu, untuk meminimalkan ketidakakuratan alat yang dipergunakan[4][5].

Dalam penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah alat *portable* pengukur suhu, kelembaban dan tekanan udara[6]. Keluaran dari alat ini adalah pembacaan suhu, kelembaban dan tekanan udara secara realtime yang ditampilkan di LCD dengan pewaktuan dari RTC dan dapat dikirim ke komputer untuk keperluan penyimpanan data[7].

Karena kelemahan termometer merkuri tradisional, seperti waktu pengukuran yang lebih lama dan kebutuhan kontak dengan tubuh manusia, termometer yang menggunakan sensor infra merah untuk mendeteksi suhu tanpa kontak dirancang. Sensor suhu Inframerah MLX90614 dirancang untuk mengumpulkan suhu manusia atau objek oleh SCM untuk memproses suhu menjadi layar LCD dan alarm saat suhu berlebih[8]. Menggunakan desain perangkat lunak untuk menyelesaikan kontrol sistem. Termometer pintar dapat mencapai pengukuran non-kontak, letakkan termometer di dahi selama beberapa detik untuk mendapatkan suhu tubuh, untuk alarm setelah nilai yang ditetapkan terlampaui. Rentang suhu desain adalah 0 - 55°C , dan resolusi suhu 0.1°C [9].



Gambar 1. Pengontrolan *close loop*.

Dalam penelitian ini dibuat rancang bangun alat pengukur suhu tubuh berbasis arduino yang memiliki alarm pengingat jika suhu tubuh berada diatas angka 37.30 dan terhubung ke perangkat komputer melalui *bluetooth*. Alat pengukur suhu tubuh ini memanfaatkan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu dalam satuan celcius ($^{\circ}\text{C}$)[10]. Data suhu tubuh juga ditampilkan pada LCD 16x2 (cm) yang terdapat pada alat. Hasil pengujian alat ukur suhu tubuh dibandingkan dengan thermogun dan memiliki rentang penyimpangan 1.16% - 2.02%. Alat pengukur suhu tubuh ini diharapkan dapat

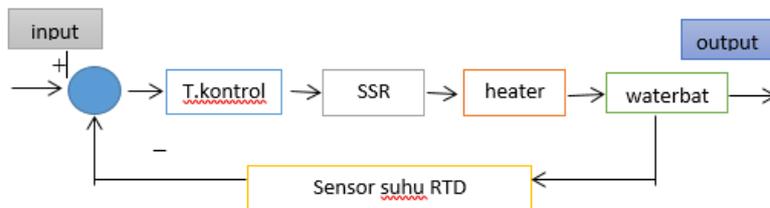
dipasang di tempat-tempat umum yang membutuhkan untuk melakukan pemeriksaan terhadap masyarakat yang akan beraktivitas di ruangan tersebut, operator dapat berdiri di meja kendali sehingga tidak kontak langsung dengan masyarakat [11].

2. METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan sistem pengendali *close loop*, adapun luaran yang dihasilkan dapat menjadi pembanding dengan input berdasarkan umpan balik. Gambar 1 dijelaskan diagram blok sistem pengontrolan *close loop* dan alat kalibrasi pengukur suhu. Sedangkan tujuan menggunakan sistem PID pada alat kontrol temperatur adalah untuk mempercepat pencapaian *set point*[12].

Prinsip dari panci pemanas pada saat posisi on, dimana sumber listrik mengalir maka *heater* bekerja. Dimana *heater* yang dialiri arus listrik akan menghasilkan panas, pada temperatur tertentu suhu air akan meningkat. Sensor panas pada *heater* untuk mendeteksi temperatur air telah mencapai suhu tertentu, sehingga arus listrik akan putus, untuk menghindari suhu meningkat dan bisa mengakibatkan ledakan pada panci[13]. Proses perancangan wujud alat kalibrasi pengukur suhu dilakukan dengan mengikuti diagram alir seperti ditunjukkan pada gambar 2. Proses perancangan wujud dimulai dari pemilihan bahan atau spare part pada bagian-bagian alat utama antara lain:

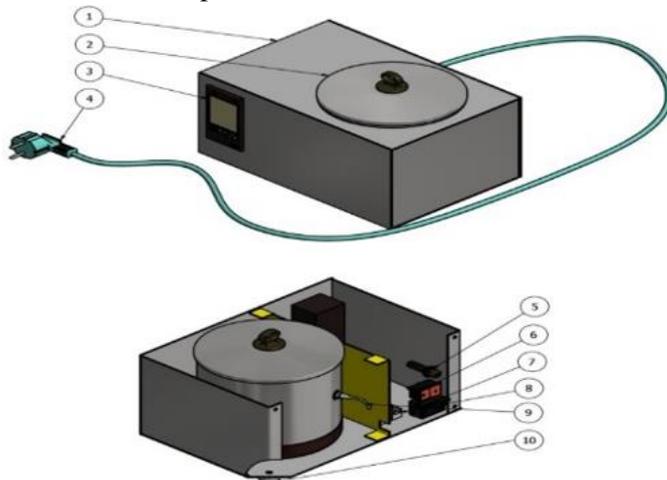
2.1 Diagram blok alat kalibrasi pengukur suhu



Gambar 2. Diagram alat kalibrasi pengukur suhu.

Pada Gambar 3 diagram alat kalibrasi pengukur suhu, yang menggunakan panci sebagai wadah air (*waterbath*), yang dipanaskan sampai suhu tertentu, pemanas air menggunakan *heater* yang dikendalikan oleh *temperature control melalui solid state relay contact* [14]. Dari sistem relay konvensional diubah ke *Solid State Relay (SSR)*, kelebihan sistem ini menggunakan *output semikonduktor* bukan lagi kontak secara mekanik untuk membuka dan menutup arus atau *power supply*. Jadi kelebihan ini kemungkinan terjadi *lost kontak* tidak ada, *power supply* ke elemen pemanas (*heater*) lebih akurat dan stabil [15].

a. Desain komponen alat keseluruhan.

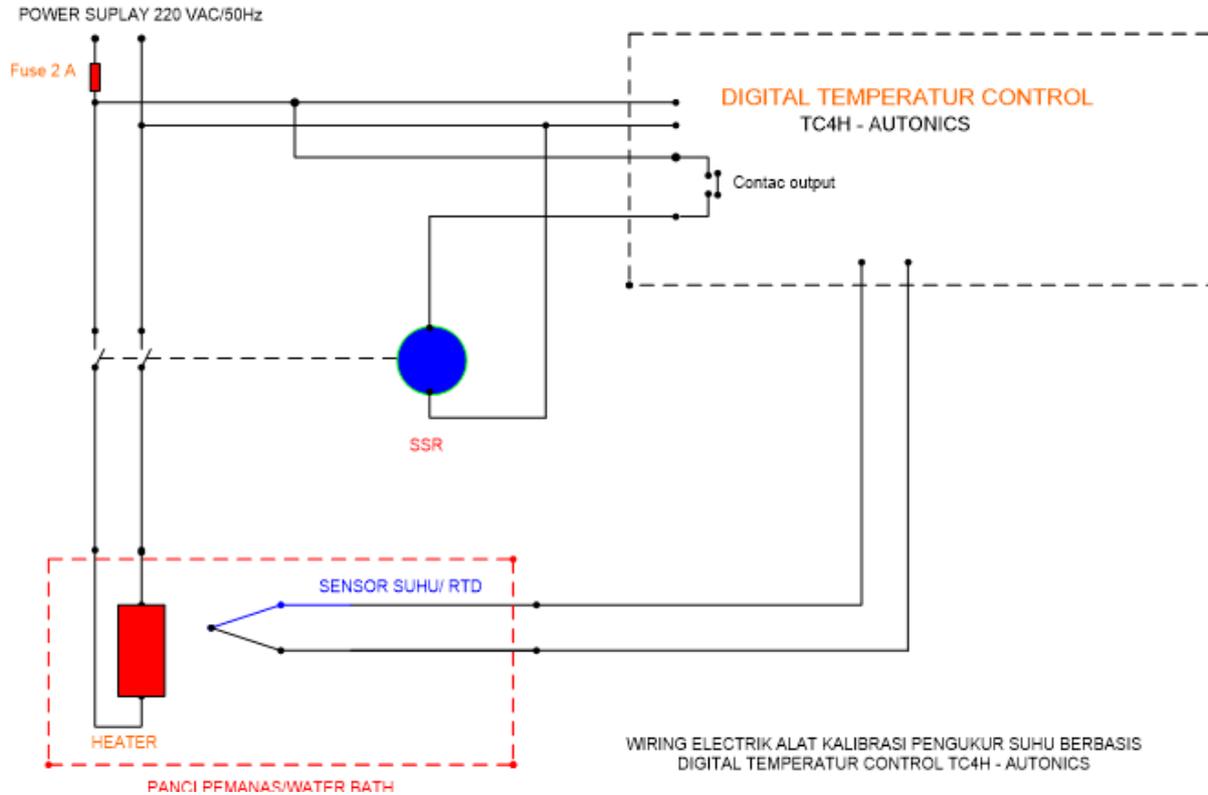


1. Box.
2. Cap.
3. Digital control temperatur PXR 5.
4. Kabel AC.
5. Fuse.
6. On Of Switch.
7. Socket AX.
8. SSR Relay.
9. Sensor Suhu.
10. Kaki

Gambar 3. Desain komponen alat kalibrasi.

b. Desain *wiring* elektrik.

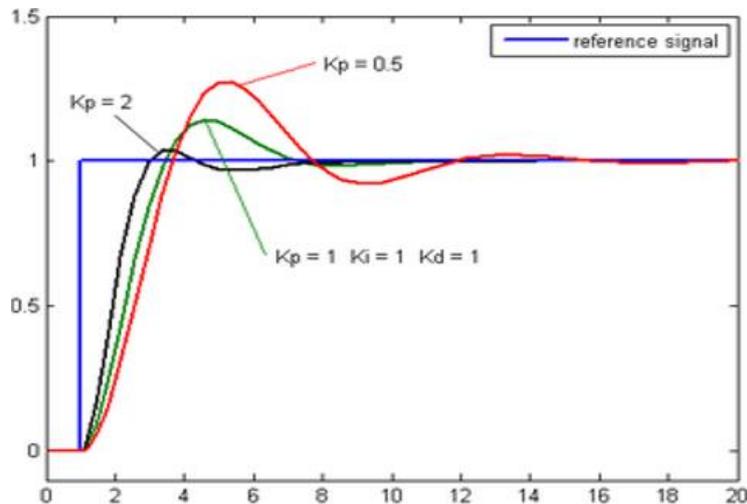
Pada gambar 4 desain wiring eletrik dalam rancang bangun alat kalibrasi pengukur suhu.



Gambar 4. Desain *wiring* elektrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

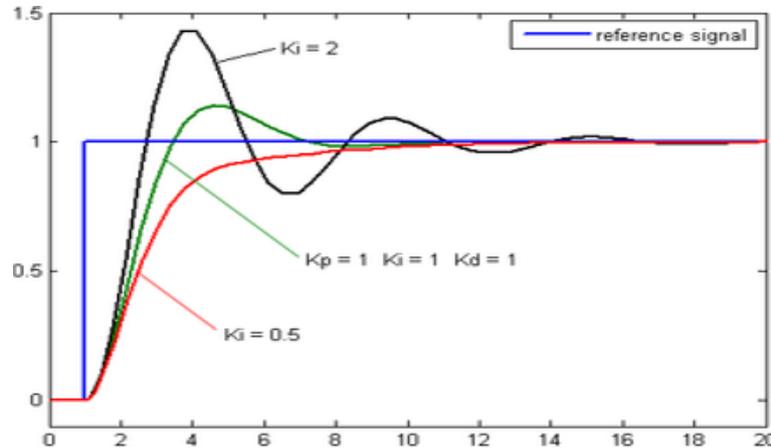
Untuk menghasilkan periode proporsional yang menghasilkan suatu nilai luaran sebagai pembanding nilai kesalahan, karena nilai luaran berbanding lurus terhadap nilai kesalahan. Respon dari sistem yang telah dibuat untuk mengatur kesalahan (*error*) terhadap nilai konstanta K_p , yang disebut juga konstanta gain proporsional atau gain kontroler yang dijelaskan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik *reference signal* dan waktu dengan nilai 3 K_p (K_d , K_i harus konstan).

Nilai gain yang besar akan menghasilkan nilai perubahan besar terhadap luaran nilai kesalahan. Jika nilai gain terlalu tinggi, maka akan mempengaruhi sistem yang tidak stabil, dan sebaliknya kalau gain nilai rendah, akan mengakibatkan respon yang rendah terhadap luaran. Sehingga perlu suatu kontroler untuk meningkatkan *responsive*, supaya tidak mengganggu terhadap sistem yang berjalan.

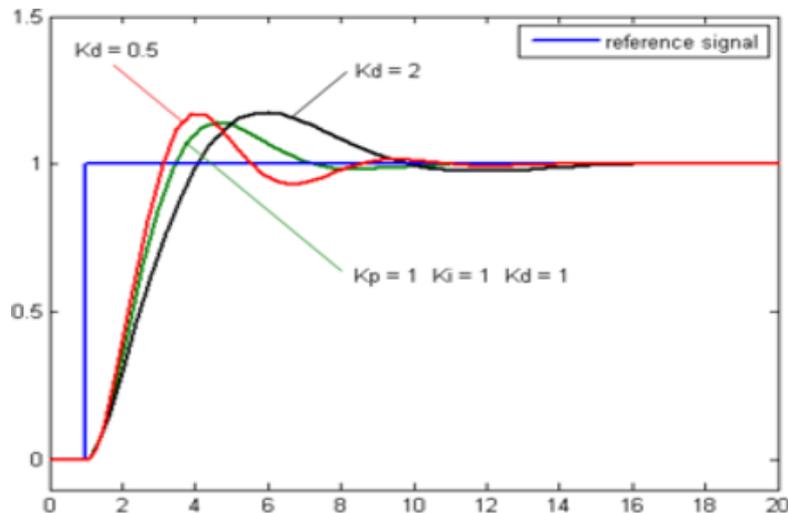
3.1 Periode integral.



Gambar 6. Grafik reference signal.

Nilai term integral menghasilkan nilai berbanding lurus terhadap besar lamanya error. Integral yang dihasilkan oleh kontroler PID mempunyai jumlah error setiap waktu. Sedangkan untuk mengakumulasi *offset* yang dikoreksi. Periode suatu integral dapat mempercepat perpindahan suatu proses pada *setpoint* dan dapat menghilangkan *steady state error*. Respon terhadap integral mendapatkan respon *error* yang terakumulasi yang sebelumnya diperhitungkan dan bisa mengakibatkan *overshoot* yang dijelaskan pada gambar 6.

3.2 Periode derivative



Gambar 7. Grafik reference signal dan waktu Kd.

Suatu turunan *error* mempunyai proses dalam perhitungan, dan untuk menentukan dalam hal kemiringan error, dibutuhkan waktu dan mengalikan setiap perubahan waktu dan gain derivatif Kd. Adapun aksi derivative mempunyai prediksi perilaku pada sistem yang untuk memperbaiki waktu tinggal dan agar stabil sistem yang dipergunakan.

3.3 Hasil pengujian alat kalibrasi dengan alat standar.

RANCANG BANGUN ALAT KALIBRASI PENGUKUR SUHU BERBASIS DIGITAL TEMPERATUR CONTROLLER

Dari hasil pengujian didapatkan nilai koreksi pada set point yang berbeda-beda. Sedangkan hasil pengukuran pada alat kalibrasi pengukur suhu mampu bekerja dengan baik.

Tabel 1. Hasil pengukuran alat kalibrasi dengan alat standar.

| Pengukuran suhu (°C) | Actual pengukuran (°C) | Penunjukan (°C) | Koreksi |
|----------------------|------------------------|-----------------|---------|
| 50 | 49,6 | 49,7 | 0,1 |
| | 49,6 | 49,7 | 0,1 |
| | 49,7 | 49,8 | 0,1 |
| | 49,8 | 49,9 | 0,1 |
| | 49,9 | 50,0 | 0,1 |
| 75 | 74,4 | 74,6 | 0,2 |
| | 74,5 | 74,6 | 0,1 |
| | 74,6 | 74,7 | 0,1 |
| | 74,7 | 74,8 | 0,1 |
| | 74,9 | 75,1 | 0,2 |
| 100 | 99,3 | 99,4 | 0,1 |
| | 99,4 | 99,5 | 0,1 |
| | 99,5 | 99,6 | 0,1 |
| | 99,7 | 99,9 | 0,2 |
| | 99,8 | 100,1 | 0,2 |

Digital temperature controller dapat mengontrol temperatur sesuai dengan *setting point*. Sedangkan sensor temperatur dapat mendeteksi kenaikan temperatur air untuk memberikan masukan dan *digital temperature controller*. Elemen pemanas yang dipergunakan pada actuator mampu memberikan perintah kepada *digital temperature controller*. Dari nilai alat ukur yang dipergunakan pada *tool* kalibrasi pengukur suhu dengan alat standar (*multi tester calibrator*) di *setpoint* 50°C, 75°C, 100°C yaitu 0.1 °C.

3.4 Hasil pengujian alat kalibrasi dengan benda uji.

Pada saat pengukuran benda kerja jarak yang efektif adalah kurang lebih 6 sampai 10 cm, karena jarak sangat mempengaruhi akurasi hasil bacaan benda kerja. Posisi pengukuran atau pancaran sinar *laser infrared* harus tepat pada permukaan air yang dipanaskan. Untuk menaikkan suhu dari suhu ruang kalibrasi 25 °C sampai 100 °C membutuhkan waktu 20 menit. Kestabilan bacaan dari *setting point* yang telah ditentukan naik atau turun temperatur, membutuhkan waktu sekitar 3 -5 menit, baru bacaan temperatur pada display alat kalibrasi stabil. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian alat kalibrasi dengan benda kerja atau *unit under test*.

Dari hasil pengukuran alat kalibrasi pengukur suhu dengan benda kerja atau *unit under test* didapat dengan nilai rata-rata dari set point 50 °C, 75 °C, 100 °C adalah 0,4 °C. Koreksi tersebut dapat digunakan sebagai *set point* suhu atau catatan, agar suhu yang diinginkan dapat dicapai

Tabel 2. Hasil pengukuran alat kalibrasi dengan benda kerja.

| Pengukuran suhu (°C) | Actual pengukuran (°C) | Penunjukan (°C) | Koreksi |
|----------------------|------------------------|-----------------|---------|
| 50 | 49,2 | 49,7 | 0,5 |
| | 49,2 | 49,7 | 0,5 |
| | 49,4 | 49,8 | 0,4 |
| | 49,4 | 49,9 | 0,5 |
| | 49,5 | 50,1 | 0,6 |
| 75 | 74,3 | 74,6 | 0,3 |

| | | | |
|-----|------|-------|-----|
| | 74,3 | 74,7 | 0,4 |
| | 74,4 | 74,8 | 0,4 |
| | 74,4 | 74,8 | 0,4 |
| | 74,5 | 75,0 | 0,5 |
| 100 | 99,3 | 99,6 | 0,3 |
| | 99,3 | 99,7 | 0,4 |
| | 99,4 | 99,7 | 0,3 |
| | 99,6 | 99,9 | 0,3 |
| | 99,8 | 100,1 | 0,3 |

4 SIMPULAN.

Periode proporsional menghasilkan nilai keluaran yang berbanding lurus dengan nilai kesalahan. Responnya dapat diatur dengan mengalikan kesalahan (*error*) dengan konstanta K_p , disebut konstanta *gain* proporsional atau *gain* kontroler. Peranan dari term integral berbanding lurus dengan besar dan lamanya *error*. Integral dalam kontroler PID adalah jumlahan *error* setiap waktu dan mengakumulasi *offset* yang sebelumnya telah dikoreksi. *Error* terakumulasi dikalikan dengan *gain* integral K_i dan menjadi keluaran kontroler. Turunan *error* pada proses dihitung dengan menentukan kemiringan *error* setiap waktu dan mengalikan perubahan tiap waktu dengan *gain derivatif* K_d . Aksi derivatif memprediksi perilaku sistem dan kemudian memperbaiki waktu tinggal dan stabilitas sistem. Pengujian didapatkan bahwa koreksi rata-rata pada setiap set point berbeda-beda. Hasil dari pengukuran tersebut alat kalibrasi pengukur suhu mampu bekerja dengan baik. *Digital temperature controller* mampu melakukan pengontrolan suhu sesuai *setting point*. Sensor suhu mampu mendeteksi suhu air dan memberikan *input* pada *digital temperature controller*. Elemen pemanas sebagai *actuator* mampu bekerja berdasarkan perintah dari *digital temperature controller*. Hasil pengukuran alat kalibrasi pengukur suhu dengan alat standar (*multi tester calibrator*) didapat dengan nilai rata-rata dari set point 50 °C, 75 °C, 100 °C adalah 0,1 °C. Koreksi tersebut dapat digunakan sebagai *setting point* suhu, agar suhu yang diinginkan dapat dicapai. Hasil pengukuran alat kalibrasi pengukur suhu dengan benda kerja atau *unit under test* didapat dengan nilai rata-rata dari set point 50 °C, 75 °C, 100 °C adalah 0,4 °C. koreksi tersebut dapat digunakan sebagai *setting point* suhu atau catatan, agar suhu yang diinginkan dapat dicapai.

REFERENSI

- [1] M. Safitri, "NON-CONTACT THERMOMETER BERBASIS INFRA MERAH," vol. 10, no. 1, pp. 21–26, 2019.
- [2] L. M. Fonseca, "Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits," *Proc. Int. Conf. Bus. Excell.*, vol. 12, no. 1, pp. 386–397, 2018.
- [3] I. Masfufiah, "Perancangan Pemanas dan Pengontrol Suhu Sesuai Kondisi Pada Mulut Manusia Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. IPTEK*, vol. 23, no. 1, pp. 25–30, 2019.
- [4] P. D. A. N. Simulasi, "Kalibrasi Sensor Temperatur Dengan Metoda," vol. 10, no. 2, pp. 131–137, 2011.
- [5] S. Pada, K. Mencapai, and H. Sardjono, "PERANCANGAN CHAMBER DENGAN SUHU TERKONDISI UNTUK FREKUENSI," pp. 45–60, 2011.
- [6] E. Engineering, "PORTABLE WEATHER STATION DESIGN," pp. 1–9.
- [7] A. P. Putera and K. L. Toruan, "Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembaban Dan Tekanan Udara Portable Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 3, no. 2, pp. 42–50, 2016.
- [8] T. U. Urbach and W. Wildian, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614," *J. Fis. Unand*, vol. 8, no. 3, pp. 273–280, 2019.

- [9] J. Zhang, "Development of a Non-contact Infrared Thermometer," vol. 153, no. Aetr 2017, pp. 308–312, 2018.
- [10] M. Arduino *et al.*, "Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan," vol. 7, no. 1, 2021.
- [11] R. Wulandari, "Rancang Bangun Pengukur Suhu Tubuh Berbasis Arduino Sebagai Alat Deteksi Awal Covid-19," *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 5, pp. 183–189, 2020.
- [12] I. T. Management, H. Management, M. Science, and M. Science, "Trpm2 1 , 3 1 , 3," vol. 5, no. 3, p. 2018, 2018.
- [13] A. Megido and E. Ariyanto, "Sistem Kontrol Suhu Air Menggunakan Pengendali Pid. Dan Volume Air Pada Tangki Pemanas Air Berbasis Arduino Uno," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 4, p. 21, 2016.
- [14] A. Harshika, "Real Time Based Temperature Control Using Arduino," *Int. J. Innov. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 209–216, 2017.
- [15] A. Ramadhani, "Water Temperature Control Using PID Control System Based on LabVIEW," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 35–46, 2016.