

# Temperature Measurement and Calibration Pada Armfield TH 1: Properti Termometrik dan Respon Sensor Temperatur

*by Steven Darmawan*

---

**Submission date:** 01-Apr-2023 03:23PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2052777317

**File name:** 07\_Kevin\_Juniar\_UNTAR\_Jakarta.pdf (506.02K)

**Word count:** 2855

**Character count:** 15519

## TEMPERATURE MEASUREMENT AND CALIBRATION PADA ARMFIELD TH 1: PROPERTI TERMOMETRIK DAN RESPON SENSOR TEMPERATUR

**Kevin Juniar<sup>1)</sup> dan Steven Darmawan<sup>2)</sup>**  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
e-mail: <sup>1)</sup>kevin.515180009@stu.untar.ac.id, <sup>2)</sup>stevend@ft.untar.ac.id

**Abstract:** Calibration is needed to ensure that the measuring instrument works according to existing standards. The ability to calibrate measuring instruments is very necessary in the engineering world, especially calibration of temperature measuring instruments due to the importance of measuring temperature in the field of mechanical engineering. The purpose of this practical work report is to operate the Armfield TH1-Temperature Measurement and Calibration tool properly, investigate the thermometric properties of various temperature measuring instruments, also determine the response received by the device to changes in temperature. In testing the thermometric properties, using PT100 REF as a reference for other temperature measuring instruments. Thermistor Reading is the most accurate because it has the smallest difference with the PT100 REF compared to other measuring instruments. Thermistor Reading produces an average temperature difference of 0.036°C compared to PT100 REF. In testing the response of temperature sensors, the response given by the thermocouple temperature gauge is quite good both in the water bath and in the flask. When the thermocouple was transferred to the flask quickly, the temperature only ranged from 2.38°C to 4.05°C with a temperature change of 1.67°C, which means that the temperature measurement is quite stable when in the flask.

**Keywords:** Measurement, Calibration, temperature measuring instrument

### PENDAHULUAN

Konsep ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah berkembang dengan pesat sehingga memunculkan inovasi di berbagai bidang seperti dalam bidang pengukuran. Engineer dituntut untuk memiliki ilmu yang mendalam, dan mampu mengaplikasikan ilmu tersebut ke industri ataupun kegiatan sehari-hari. Salah satu bidang pengukuran yang terus berkembang adalah pengukuran temperatur karena sifatnya yang dapat merepresentasikan kondisi kerja sistem. Pada aplikasinya, pengukuran temperatur dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis sensor serta sistem pengukuran, dari yang paling tradisional seperti *liquid in glass thermometer*, penggunaan data akuisisi pada penggunaan termokopel, aplikasi IoT pada pengukuran dan pemantauan temperatur secara remote dan banyak metode dan jenis alat ukur lain. Banyaknya jenis dan metode pengukuran ini menyebabkan pengetahuan akan pemilihan jenis dan metode pengukuran temperatur serta analisisnya diperlukan untuk menghasilkan pengukuran temperatur yang valid dan bisa diterima secara saintifik. Bidang Teknik mesin tidak dapat dipisahkan dengan pengukuran dan penggunaan alat ukur. Lebih jauh, hasil pengukuran juga sangat dipengaruhi oleh akurasi alat ukur dan kalibrasi yang tidak terpisahkan satu sama lain. Akurasi pembacaan alat ukur tersebut sangat vital di dalam dunia keteknikan karena akibat dari error yang terjadi dari ketidak-akuratan alat ukur dapat berakibat fatal, misalnya kesalahan pengukuran temperatur pada sistem boiler dapat menyebabkan kecelakaan fatal. Sehingga kemampuan untuk melakukan kalibrasi terhadap alat ukur sangat diperlukan dalam dunia keteknikan, terutama kalibrasi alat ukur temperature [1]. Penggunaan alat ukur temperatur yang telah dikalibrasi sangat penting pada bidang teknik mesin karena temperatur merupakan salah satu variabel yang banyak digunakan dalam bidang keteknikan. Oleh karena itu makalah ini bertujuan untuk melakukan analisis lebih detail terhadap property termometrik dan respon sensor temperatur dari beberapa sensor menggunakan *Temperature Measurement and Calibration Armfield TH1*.

### METODE PENELITIAN

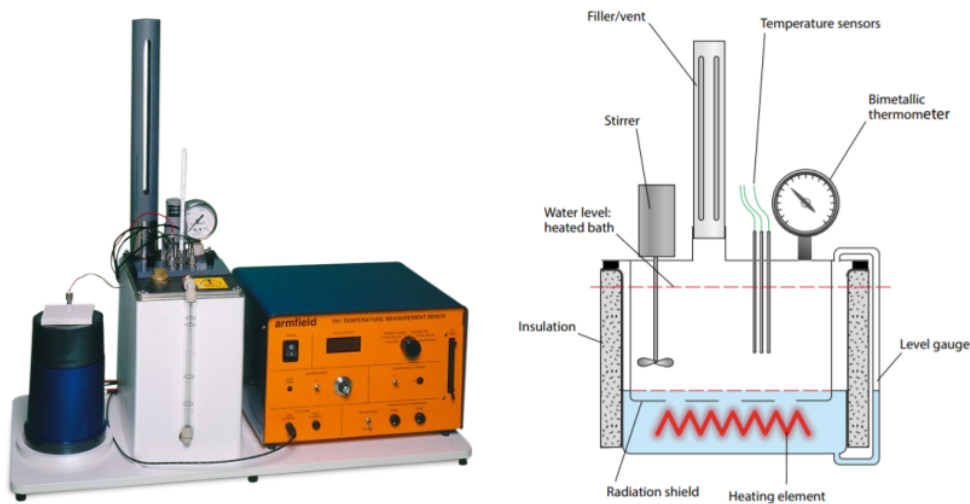
Pengukuran alat ukur temperatur untuk keperluan kalibrasi alat tersebut dilakukan dengan metode eksperimen pada sistem *armfield TH-1* [2]. Dengan dilakukannya eksperimen ini, maka dapat ditentukan alat ukur temperatur yang terbaik dengan alat ukur PT100REF sebagai acuannya. Untuk dapat mengetahui alat ukur yang terbaik maka dilakukan uji *thermometric properties*, dengan pembacaan awal untuk masing-masing sensor. Untuk dapat mengetahui properti termometrik, air yang

dipanaskan hingga 60 Watt dan diaduk dengan kecepatan 110 rpm, diukur dengan menggunakan 5 jenis alat ukur yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

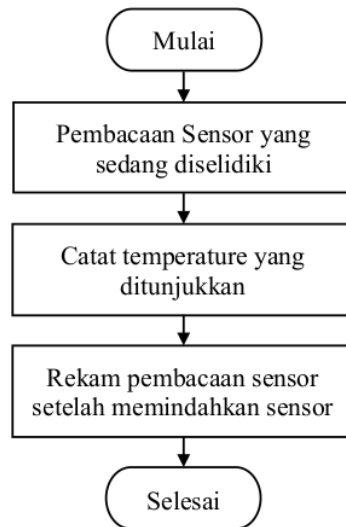
1. **PT100 IND:** Terdiri dari elemen resistensi platinum (DIN, 3 kawat, PT 100) yang dipasang di selubung baja tahan karat berdiameter 6mm untuk memberikan respons yang lebih lambat dan mengurangi akurasi jika dibandingkan dengan sensor referensi.
2. **Thermocouple:** Termokopel (naked bead) terdiri dari *welded bead* di ujung kawat termokopel tipe K, menonjol dari selubung baja tahan karat berdiameter 3mm dan diisolasi untuk memberikan respons termal yang cepat.
3. **Thermistor:** Terdiri dari termistor semikonduktor yang dipasang di dalam selubung pelindung *stainless steel* berdiameter 3mm.
4. **Liquid-in-Glass:** Termometer kaca berisi spiritus standar yang bergantung pada perubahan volume untuk menunjukkan suhu pada skala pembacaan langsung.
5. **Bi-metal:** termometer bi-logam standar yang bergantung pada ekspansi diferensial dari dua logam yang berbeda untuk mengoperasikan pengukur tekanan Bourdon yang dikalibrasi dalam satuan suhu.
6. **PT100 REF (acuan alat ukur temperatur):** Termometer referensi terdiri dari probe resistansi platinum (1/10 DIN, 4 kawat, PT 100) yang dilengkapi dengan sertifikat kalibrasi 5 titik, yang dapat dilacak ke standar NAMAS. Sensor referensi dipasang di dalam selubung baja tahan karat berdiameter 2 mm untuk memberikan respons yang cukup cepat terhadap perubahan suhu.

Selain menentukan alat ukur temperatur terbaik menggunakan pembacaan output dari beberapa alat ukur. Membaca respon dari sensor alat ukur temperatur juga dapat menentukan alat ukur yang terbaik. Untuk dapat mengetahui respon dari sensor alat ukur temperatur maka dilakukan uji *response of temperature sensors*, yaitu dengan prosedur sebagai berikut:

1. Pembacaan untuk sensor yang sedang diselidiki (gunakan saklar pada konsol untuk mengalihkan tampilan ke sensor yang relevan, atau baca langsung dari termometer kaca cair).
2. Catat temperatur yang ditunjukkan oleh termometer referensi PT100.
3. Pindahkan sensor *carrier* dari *water-bath* ke labu terinsulasi dengan cepat tetapi hati-hati.
4. Rekam pembacaan sensor pada interval lima detik.



Gambar 1. Sistem *Armfield* TH-1 [3]



Gambar 2. Flowchart prosedur eksperimental

Tabel 1. Konversi termokopel tipe K (*Microvolt*) ke °C

| °C  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0   | 0    | 39   | 79   | 119  | 158  | 198  | 238  | 277  | 317  | 357  |
| 10  | 397  | 437  | 477  | 517  | 557  | 597  | 637  | 677  | 718  | 758  |
| 20  | 798  | 838  | 879  | 919  | 960  | 1000 | 1041 | 1081 | 1122 | 1163 |
| 30  | 1203 | 1244 | 1285 | 1326 | 1366 | 1407 | 1448 | 1489 | 1530 | 1571 |
| 40  | 1612 | 1653 | 1694 | 1735 | 1776 | 1817 | 1858 | 1899 | 1941 | 1982 |
| 50  | 2023 | 2064 | 2106 | 2147 | 2188 | 2230 | 2271 | 2312 | 2354 | 2395 |
| 60  | 2436 | 2478 | 2519 | 2561 | 2602 | 2644 | 2685 | 2727 | 2768 | 2810 |
| 70  | 2851 | 2893 | 2934 | 2976 | 3017 | 3059 | 3100 | 3142 | 3184 | 3225 |
| 80  | 3267 | 3308 | 3350 | 3391 | 3433 | 3474 | 3516 | 3557 | 3599 | 3640 |
| 90  | 3682 | 3723 | 3765 | 3806 | 3848 | 3889 | 3931 | 3972 | 4013 | 4055 |
| 100 | 4096 | 4138 | 4179 | 4220 | 4262 | 4303 | 4344 | 4385 | 4427 | 4468 |

Persamaan Konversi Termokopel tipe K (*Microvolt*) ke °C:

$$E = \sum_{i=0}^n C_i (t_{90})^i$$

Dimana:

E : Termokopel (*Microvolt*)

$t_{90}$  : Temperatur (Celsius)

Orde polinomial termokopel tipe k :  $10^{\text{th}}$ ,  $9^{\text{th}}$  + a  $e^{b(t-c)^2}$  [4]

Persamaan konversi *Electrical Resistance* ke °C:

$$R_t = R_0 (1 + A t + B t^2 + C (t - 100) t^3)$$

Dimana:

$R_t$  : resistance at temperature  $t$  (ohm)

$R_0$  : resistance at temperature 0°C (ohm)

$$\begin{aligned} A &: 3.9083 \cdot 10^{-3} \\ B &: -5.775 \cdot 10^{-7} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &: -4.183 \cdot 10^{-12} \text{ (for temperatures below } 0^{\circ}\text{C)} \\ C &: 0 \text{ (for temperatures above } 0^{\circ}\text{C)} \text{ [5]} \end{aligned}$$

Tabel 2. Konversi *electrical resistance* ke  $^{\circ}\text{C}$

| Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Electrical Resistance ( $\Omega$ ) |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 0                                 | 100,00                             |
| 10                                | 103,90                             |
| 20                                | 107,79                             |
| 30                                | 111,67                             |
| 40                                | 115,54                             |
| 50                                | 119,40                             |
| 60                                | 123,24                             |

Tabel 3. Konversi *thermistor* ke  $^{\circ}\text{C}$  [6]

| Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Thermistor ( $\Omega$ ) |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 40                                | 1598                    |
| 45                                | 1310                    |
| 50                                | 1081                    |
| 55                                | 895                     |
| 60                                | 746                     |
| 65                                | 625                     |

Persamaan konversi *Thermistor* ke  $^{\circ}\text{C}$ :

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln\left(\frac{R}{R_0}\right)$$

Dimana:

B = koefisien *thermistor*

$T_0$  = temperatur ruangan

$R_0$  = resistansi dari temperatur ruangan [7]

## HASIL PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian *Thermometric Properties*

Tabel 4. Hasil pengujian *thermometric properties*

| No        | PT100 REF<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | PT100 IND<br>Reading<br>( $\Omega$ ) | Thermocouple<br>Reading<br>( $\mu\text{V}$ ) | Thermistor<br>Reading<br>( $\Omega$ ) | Liquid-in-Glass<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Bi-metal<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----------|------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| 1         | 41,53                                          | 116,53                               | 1,654                                        | 1506                                  | 39                                        | 40                                 |
| 2         | 51,87                                          | 120,58                               | 2,100                                        | 989                                   | 50                                        | 53                                 |
| 3         | 57,44                                          | 122,64                               | 2,312                                        | 820                                   | 54                                        | 58                                 |
| 4         | 58,85                                          | 123,15                               | 2,368                                        | 780                                   | 55                                        | 59                                 |
| 5         | 60,30                                          | 123,69                               | 2,428                                        | 741                                   | 57                                        | 61                                 |
| Rata-rata | 53,99                                          | 121,32                               | 2,172                                        | 967,2                                 | 51                                        | 54,2                               |

Berdasarkan data hasil pengujian *thermometric properties* yang sudah diambil, maka didapatkan sifat termometrik dari setiap alat ukur temperatur yang digunakan. Dari hasil yang tertera maka dapat dijelaskan bahwa setiap alat ukur mendapatkan hasil temperatur yang beragam. PT100 REF merupakan acuan untuk pengkalibrasian alat ukur temperatur yang lain. PT100 IND *Reading* mempunyai rata-rata perbedaan temperatur mencapai  $0,994^{\circ}\text{C}$ . *Thermocouple Reading* mempunyai

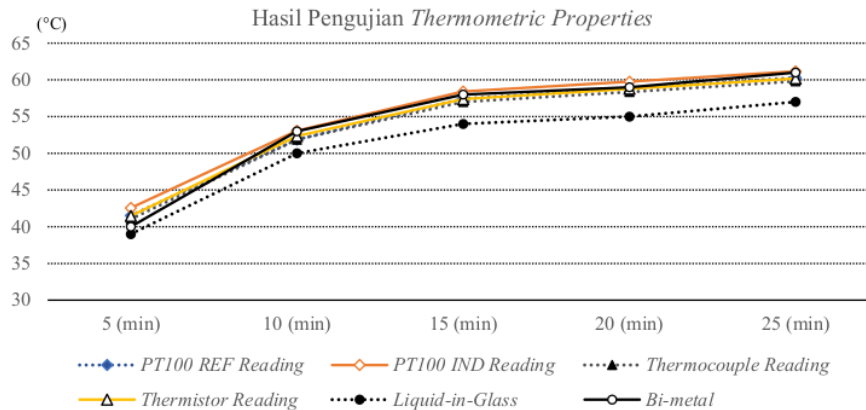
rata-rata perbedaan temperatur mencapai  $0,392^{\circ}\text{C}$ . *Thermistor Reading* mempunyai rata-rata perbedaan temperatur mencapai  $0,036^{\circ}\text{C}$ . *Liquid-in-Glass* mempunyai rata-rata perbedaan temperatur mencapai  $2,998^{\circ}\text{C}$ . *Bi-metal* mempunyai rata-rata perbedaan temperatur mencapai  $0,202^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 5. Hasil *thermometric properties* dalam Celsius

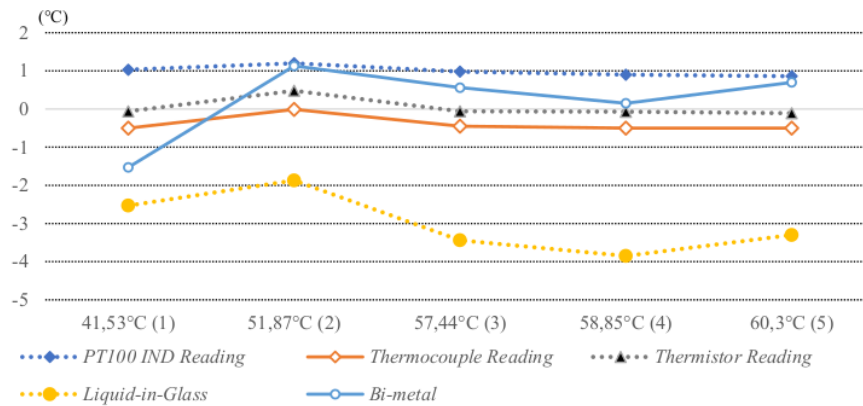
| No               | PT100 REF<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | PT100 IND<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) [8] | Thermocouple<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) [9] | Thermistor<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) [10] | Liquid-in-Glass<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Bi-metal<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| 1                | 41,53                                          | 42,56                                              | 41,03                                                 | 41,47                                                | 39                                        | 40                                 |
| 2                | 51,87                                          | 53,07                                              | 51,86                                                 | 52,35                                                | 50                                        | 53                                 |
| 3                | 57,44                                          | 58,42                                              | 56,99                                                 | 57,38                                                | 54                                        | 58                                 |
| 4                | 58,85                                          | 59,75                                              | 58,35                                                 | 58,78                                                | 55                                        | 59                                 |
| 5                | 60,30                                          | 61,16                                              | 59,80                                                 | 60,19                                                | 57                                        | 61                                 |
| <b>Rata-rata</b> | 53,99                                          | 54,99                                              | 53,61                                                 | 54,03                                                | 51                                        | 54,2                               |

Tabel 6. Perbedaan temperatur PT100 REF dengan perangkat lain

| No               | $\Delta T$<br>PT100 IND<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $\Delta T$<br>Thermocouple<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $\Delta T$<br>Thermistor<br>Reading<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $\Delta T$<br>Liquid-in-Glass<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | $\Delta T$<br>Bi-metal<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1                | 1,03                                                         | -0,5                                                            | -0,06                                                         | -2,53                                                   | -1,53                                            |
| 2                | 1,2                                                          | -0,01                                                           | 0,48                                                          | -1,87                                                   | 1,13                                             |
| 3                | 0,98                                                         | -0,45                                                           | -0,06                                                         | -3,44                                                   | 0,56                                             |
| 4                | 0,9                                                          | -0,5                                                            | -0,07                                                         | -3,85                                                   | 0,15                                             |
| 5                | 0,86                                                         | -0,5                                                            | -0,11                                                         | -3,3                                                    | 0,7                                              |
| <b>Rata-rata</b> | 0,994                                                        | -0,392                                                          | 0,036                                                         | -2,998                                                  | 0,202                                            |



Gambar 3. Hasil Pengujian *thermometric properties*



Gambar 4. Hasil perbedaan temperatur PT100 REF dengan perangkat lain

Dapat disimpulkan bahwa *Thermistor Reading* merupakan alat ukur temperatur yang paling akurat karena memiliki perbedaan paling kecil dengan PT100 REF dibandingkan dengan alat ukur yang lain. Sedangkan *Liquid-in-Glass* merupakan alat ukur temperatur yang paling tidak akurat karena memiliki perbedaan paling besar dengan PT100 REF dibandingkan dengan alat ukur yang lain. Berdasarkan perhitungan statistik yang sudah dilakukan, maka didapatkan *error* dari masing-masing perhitungan alat ukur temperatur, dengan *error* terbesar oleh *bi-metal* dengan *error* 6,987%, dan *error* terkecil oleh PT100 IND dengan *error* 6,176%.

Tabel 7. Tabel perhitungan statistik *thermometric properties*

| Keterangan                        | PT100 REF<br>Reading | PT100 IND<br>Reading | Thermocouple<br>Reading | Thermistor<br>Reading | Liquid-in-<br>Glass | Bi-metal  |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------|
| $ Xi - m(x) $                     | 235,0842             | 230,6827             | 233,527                 | 232,3066              | 206                 | 286,8     |
| $\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2$ | 72894,6              | 75603                | 71840,08                | 72991,83              | 65025               | 73441     |
| $\sum_{i=1}^n x_i^2$              | 14814                | 15351,28             | 14601,54                | 14830,67              | 13211               | 14975     |
| Deviasi Standar                   | 72,6748              | 72,09213             | 73,69925                | 73,44255              | 66,88797            | 93,3148   |
| Mean Absolute<br>Deviation        | 47,01684             | 46,13654             | 46,7054                 | 46,46132              | 41,2                | 57,36     |
| Deviasi Standar<br>Sampel         | 3,428441             | 3,396194             | 3,417067                | 3,408127              | 3,209361            | 3,786819  |
| Error                             | 6,350137%            | 6,176021%            | 6,373936%               | 6,307841%             | 6,292865%           | 6,986751% |

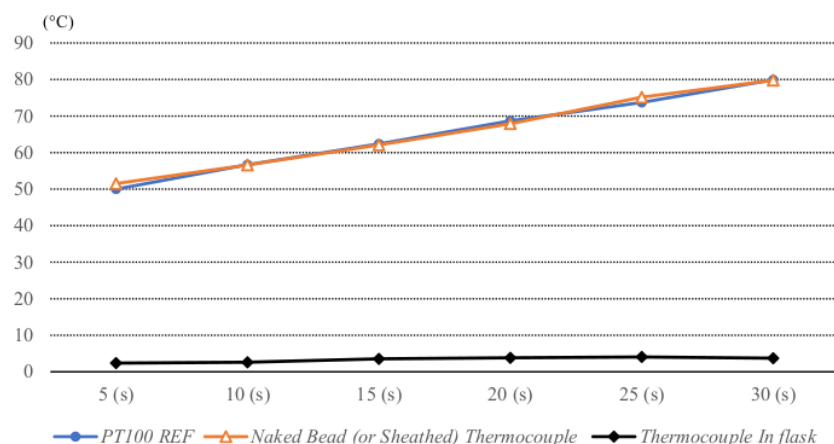
### Hasil Pengujian *Response of Temperature Sensors*

Tabel 8. Tabel hasil pengujian *response of temperature sensors*

| No        | Time<br>(s) | PT100 REF<br>(°C) | PT100 IND<br>(Ω) | Naked Bead<br>(or Sheathed)<br>Thermocouple (μV) | Thermocouple<br>In flask<br>(μV) | Liquid-in-Glass<br>(°C) |
|-----------|-------------|-------------------|------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1         | 5           | 50                | -                | 2,086                                            | 0,094                            | -                       |
| 2         | 10          | 56,69             | -                | 2,296                                            | 0,103                            | -                       |
| 3         | 15          | 62,39             | -                | 2,523                                            | 0,140                            | -                       |
| 4         | 20          | 68,70             | -                | 2,765                                            | 0,151                            | -                       |
| 5         | 25          | 73,74             | -                | 3,066                                            | 0,160                            | -                       |
| 6         | 30          | 79,94             | -                | 3,259                                            | 0,147                            | -                       |
| Rata-rata |             | 65,24             | -                | 2,666                                            | 0,133                            | -                       |

Tabel 9. Tabel hasil *response of temperature sensors* dalam Celsius

| No        | Time (s) | PT100 REF (°C) | P100 IND (°C) | Naked Bead (or Sheathed) Thermocouple (°C) | Thermocouple In flask (°C) | Liquid-in-Glass (°C) | $\Delta T$ Thermocouple (°C) |
|-----------|----------|----------------|---------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|
| 1         | 5        | 50             | -             | 51,53                                      | 2,38                       | -                    | 1,53                         |
| 2         | 10       | 56,69          | -             | 56,61                                      | 2,61                       | -                    | -0,08                        |
| 3         | 15       | 62,39          | -             | 62,09                                      | 3,54                       | -                    | -0,30                        |
| 4         | 20       | 68,70          | -             | 67,92                                      | 3,82                       | -                    | -0,78                        |
| 5         | 25       | 73,74          | -             | 75,17                                      | 4,05                       | -                    | 1,43                         |
| 6         | 30       | 79,94          | -             | 79,82                                      | 3,72                       | -                    | -0,12                        |
| Rata-rata |          | 65,24          | -             | 65,52                                      | 3,35                       | -                    | 0,28                         |

Gambar 5. Hasil pengujian *response of temperature sensors*

Berdasarkan data hasil pengujian *response of temperature sensors* yang sudah diambil, maka didapatkan hasil respon yang diterima perangkat terhadap perubahan temperatur yang terjadi secara tiba-tiba. Percobaan ini dilakukan selama 30 detik, dan data diambil setiap 5 detik untuk mengetahui respon dari setiap perangkat. Pada percobaan ini hanya menggunakan 2 alat ukur temperature saja, yaitu PT100 REF dan termokopel.

Dari awal hingga akhir percobaan, temperatur yang didapat ketika termokopel berada di *water-bath* berkisar antara 51,53°C sampai 79,82°C, terjadi perubahan temperatur 28,29°C dikarenakan ada nya pemanasan. Sedangkan pada saat termokopel berada di *flask*, temperatur berkisar antara 2,38°C sampai 4,05°C dengan perubahan temperatur 1,67°C, yang artinya pengukuran temperatur cukup stabil ketika berada di *flask*. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa respon yang diberikan dari alat ukur temperatur termokopel cukup baik, dikarenakan semakin meningkatnya temperatur yang terjadi ketika perangkat berada di *water-bath*, tidak menyebabkan perubahan temperatur yang berarti ketika perangkat dipindahkan ke *flask* secara tiba-tiba. Berdasarkan perhitungan statistik yang sudah dilakukan, maka didapatkan *error* dari masing-masing perhitungan alat ukur temperatur. PT100 REF mendapatkan *error* sebesar 7,799%, lalu *Thermocouple* dengan *error* 7,747%, dan *Thermocouple In flask* dengan *error* sebesar 0,615%.

Tabel 10. Tabel perhitungan statistik *response of temperature sensors*

| Keterangan                        | PT100 REF | Naked Bead (or Sheathed)<br>Thermocouple | Thermocouple<br>In flask |
|-----------------------------------|-----------|------------------------------------------|--------------------------|
| $ X_i - m(x) $                    | 397,7042  | 385,7556                                 | 2,2355                   |
| $\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2$ | 97044,71  | 98169,42                                 | 268,96                   |
| $\sum_{i=1}^n x_i^2$              | 19763,55  | 19978,86                                 | 56,003                   |
| Deviasi Standar                   | 113,769   | 103,3946                                 | 0,543205                 |
| Mean Absolute Deviation           | 79,54084  | 77,15112                                 | 0,4471                   |
| Deviasi Standar Sampel            | 4,210723  | 4,153143                                 | 0,332491                 |
| Error                             | 7,799079% | 7,746956%                                | 0,615381%                |

## SIMPULAN

*Thermistor Reading* merupakan alat ukur temperatur yang paling akurat karena menghasilkan perbedaan temperatur rata-rata paling kecil yaitu 0,036°C. *Liquid-in-Glass* merupakan alat ukur temperatur yang paling tidak akurat karena menghasilkan perbedaan temperatur rata-rata paling besar yaitu 2,998°C. Presentase perbedaan berbagai alat ukur dengan PT100 REF dimulai dari yang paling kecil hingga paling besar adalah *Thermistor Reading* dengan perbedaan 0,067%, *Bi-metal* dengan perbedaan 0,374%, *Thermocouple* dengan perbedaan 0,726%, PT100 IND dengan perbedaan 1,841%, dan *Liquid-in-Glass* dengan perbedaan 5,553%. Respon yang diberikan dari alat ukur temperatur termokopel cukup baik, dikarenakan semakin meningkatnya temperatur yang terjadi ketika perangkat berada di *water-bath*, tidak menyebabkan perubahan temperatur yang berarti ketika perangkat dipindahkan ke *flask* secara tiba-tiba. Pada saat termokopel dipindahkan ke *flask* secara cepat, temperature hanya berkisar antara 2,38°C sampai 4,05°C dengan perubahan temperatur 1,67°C, yang artinya pengukuran temperatur cukup stabil ketika berada di *flask*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Koestoeer, "Pengukuran Teknik," *Dep. Tek. Mesin Fak. Tek. UI*, pp. 147–149, 2004.
- [2] "Temperature Measurement and Calibration.pdf - Temperature Measurement and Calibration Instruction Manual TH1 ISSUE 15 August 2016." <https://www.coursehero.com/file/40394307/Lab-3a-Temperature-Measurement-and-Calibrationpdf/> (accessed Dec. 14, 2021).
- [3] "Armfield Temperature Measurement and Calibration-TH1 - TH series," 2020.
- [4] J. Wu, "A Basic Guide to Thermocouple Measurements," *Texas Instruments Inc.*, no. September, pp. 1–37, 2018, [Online]. Available: [www.ti.com](http://www.ti.com).
- [5] "Pt100 - Platinum Resistance Thermometers." [https://www.engineeringtoolbox.com/pt100-electrical-resistance-d\\_1651.html](https://www.engineeringtoolbox.com/pt100-electrical-resistance-d_1651.html) (accessed Nov. 08, 2021).
- [6] "3K Thermistor Output Table 3K Thermistor Output Table - BAPI." <https://www.yumpu.com/en/document/read/43560155/3k-thermistor-output-table-3k-thermistor-output-table-bapi> (accessed Nov. 09, 2021).
- [7] W. Electronics Inc, "Thermistor Basics WHAT IS A THERMISTOR?," 2013, Accessed: Nov. 10, 2021. [Online]. Available: [www.teamWavelength.com](http://www.teamWavelength.com).
- [8] "madur - Gas Analysers." [http://www.madur.com/index.php?page=/resistance\\_sensors](http://www.madur.com/index.php?page=/resistance_sensors) (accessed Oct. 28, 2021).
- [9] "Thermocouple Voltage to Temperature Calculator | by Fluke." <https://us.flukecal.com/Thermocouple-Temperature-Calculator> (accessed Oct. 28, 2021).
- [10] "SRS Thermistor Calculator." <https://www.thinksrs.com/downloads/programs/thermcalc/ntccalibrator/ntccalculator.html> (accessed Oct. 28, 2021).

# Temperature Measurement and Calibration Pada Armfield TH

## 1: Properti Termometrik dan Respon Sensor Temperatur

### ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1

[www.engineeringtoolbox.com](http://www.engineeringtoolbox.com)

Internet Source

2%

2

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Internet Source

1%

3

[ft.untar.ac.id](http://ft.untar.ac.id)

Internet Source

1%

4

[text-id.123dok.com](http://text-id.123dok.com)

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%