



Termometer sederhana berbasis pada hubungan Suhu-Intensitas

Efi Kurniasari*, Moh. Toifur, Yuni Latifah

Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

Email: efi1400007068@webmail.uad.ac.id *

* Penulis korespondensi

Informasi artikel

Sejarah artikel:
 Dikirim 29/09/21
 Revisi 29/01/21
 Diterima 29/01/21

Kata kunci:

Suhu
 Intensitas
 Sensor Suhu

ABSTRAK

Di masyarakat, termometer yang biasa digunakan untuk mengukur suhu berbasis air raksa atau alkohol. Namun, ada beberapa kelemahan termometer air raksa atau alkohol. Termometer alkohol memiliki kelemahan yaitu dinding kaca menjadi sedikit basah, sulit membaca suhu yang diukur, dan alkohol tidak berwarna. Oleh karena itu dibuat termometer sederhana yang memiliki keunggulan seperti pembacaan suhu yang lebih teliti, lebih aman digunakan dan bahan-bahan dalam pembuatan termometer lebih sederhana. Penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan setiap lilitan kawat untuk melihat perubahan yang terjadi. Data yang diperoleh dari penelitian di *Logger pro* dalam bentuk grafik dan nilai yang terukur. Setelah data diperoleh data di pindahkan ke *MS excel* yaitu nilai t waktu, nilai dari T suhu dan I Intensitas. Hasilnya Rentang suhu yang paling baik untuk melihat kemiringan kurva adalah pada suhu 38 - 100 °C. Pada saat rentang suhu tersebut terjadi perubahan nilai yang cukup baik sehingga bisa diperoleh nilai konsistensi yang paling baik adalah pada kawat dengan 150 lilitan, nilai $R^2 = 0,99$ dengan persamaan $y = -5.5246x + 4174,5$.

This is an open access article under the CC-BY-SA license



Keywords:

Temperature
 Intensity
 Temperature Sensor

ABSTRACT

Simple thermometer based on Temperature-Intensity relationship. In society, thermometers commonly used to measure temperature are based on mercury or alcohol. However, there are some drawbacks to a mercury or alcohol thermometer. Alcohol thermometers have the disadvantage that the glass wall becomes slightly wet, it is difficult to read the measured temperature, and alcohol is colorless. Therefore, a simple thermometer was made which has advantages such as more accurate temperature readings, safer to use and simpler materials in making thermometers. This research was conducted by varying each winding of the wire to see the changes that occurred. The data obtained from research in *Logger pro* is in the form of graphs and measured values. After the data is obtained, the data is transferred to *MC excel*, namely the value of t time, the value of T temperature and I intensity. The result is the best temperature range to see the slope of the curve is at a temperature of 38 -100 °C. When the temperature is susceptible to change, the value changes quite well so that the best consistency value can be obtained on a wire with 150 turns, the value of $R^2 = 0.99$ with the equation $y = -5.5246x + 4174,5$.

How to Cite:

Kurniasari, E., Toifur, M., & Latifah, Y. (2022). Termometer sederhana berbasis pada hubungan Suhu-Intensitas. *Berkala Fisika Indonesia: Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya*, 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.12928/bfi-jifpa.v13i1.21854>.

Pendahuluan

Di lingkungan masyarakat termometer yang biasa digunakan untuk mengukur suhu berbasis pada air raksa atau alkohol. Namun ada beberapa kekurangan yang dimiliki oleh termometer air raksa atau alkohol. Termometer alkohol memiliki kelemahan dinding kaca yang mudah basah sehingga lebih sulit untuk membaca suhu yang terukur dan karena alkohol tidak berwarna, jadi perlu pewarna terlebih dahulu untuk membuatnya menonjol (Camuffo & Valle, 2016). Selanjutnya termometer air raksa memiliki kekurangan diantaranya tidak bisa mengukur suhu $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ selain itu air raksa merupakan zat beracun sehingga bisa berbahaya jika tabung pecah (Kou et al., 2017).

Berdasarkan kelemahan-kelemahan tersebut, termometer berbasis air raksa atau alkohol memiliki keterbatasan dalam hal kurang ketelitian dalam mengukur suhu dan memiliki tingkat keamanan yang baik. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyu (2002) tentang perancangan dan pembuatan termometer digital, menunjukkan bahwa pembuatan termometer harus memiliki kelinearan dan sensitivitas yang lebih tinggi agar bisa mendapatkan hasil yang lebih akurat (Camila, 2002). Penelitian lainnya dilakukan oleh Pramudani (2016) meneliti tentang pembuatan alat ukur temperature digital dengan menggunakan sensor termokopel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *temperature* termometer sama dengan termokopel. Namun dalam penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu alat-alat yang digunakan belum tersusun dengan baik dan belum sederhana sehingga perlu disusun Kembali alat-alat yang digunakan dalam pembuatan termometer ini (Pramudani & Hartono, 2016).

Berdasarkan kajian-kajian tersebut maka peneliti akan melakukan pembuatan termometer sederhana yang memiliki keunggulan seperti pembacaan suhu yang lebih teliti, lebih aman digunakan dan bahan-bahan dalam pembuatan termometer lebih sederhana. Termometer sederhana dibuat berbasis sensor. Sensor bisa disebut sebagai sebuah alat pengukur suhu sesuai dengan kegunaannya. Sensor juga merupakan suatu perangkat yang memiliki fungsi untuk mendeteksi sinyal yang berasal dari suatu perubahan tertentu menjadi besaran listrik (Ida, 2020). Bahan yang digunakan dalam pembuatan sensor menggunakan bahan yang memiliki kemampuan lebih sensitif.

Konduktivitas listrik suatu bahan dipengaruhi oleh suhu. Salah satu komponen yang sangat penting dalam pendistribusian daya listrik adalah penghantar listrik. Kualitas suatu penghantar listrik dan hambatannya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuannya menghantarkan daya listrik (Tran et al., 2018). Konduktor dan resistansinya akan dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dengan suhu yang bervariasi (Rahman et al., 2019). Mengetahui pengaruh suhu pada konduktor akan membantu dalam memilih konduktor berdasarkan area kerja konduktor listrik. Kualitas penghantar, bahan isolator, dan hambatan semuanya berperan dalam kemampuan penghantar kabel listrik dalam menyalurkan daya listrik (Dewi & Yulinda, 2019).

Pada bahan jenis logam semakin tinggi suhu semakin besar hambatannya. Besarnya hambatan ini tergantung pada tingkat keteraturan susunan atom-atom bahan. Jika suhu dinaikkan atom-atom

pada konduktor akan bergetar. Semakin tinggi suhu semakin besar frekuensi getarnya. Jika pada bahan ini dialiri arus listrik maka terdapat interaksi antara elektron-elektron yang mengalir (elektron konduksi) dengan atom-atom yang bergetar. Semakin tinggi suhu semakin besar terjadi tumbukan antara elektron konduksi dengan atom. Oleh karena itu tahanan menjadi semakin besar (Firmansyah, Bagaskara, Kurdyanto, 2018). Kondisi ini dapat dimanfaatkan sebagai sensor suhu. Pada logam seperti tembaga, resistivitasnya hampir sebanding dengan suhu (Indratno & Toifur, 2015). Koefisien kesebandingan dinyatakan dengan koefisien suhu-tahanan. Ketika suhu meningkat, maka resistansi material akan meningkat. Untuk paduan seperti konstantan dan manganin, resistansi cukup rendah pada kisaran suhu tertentu (Dewi & Yulinda, 2019)

Pada penelitian ini dimanfaatkan kawat tembaga sebagai sensor suhu. Panjang kawat divariasikan dan kawat didesain dalam bentuk lilitan. Sebagai indikator suhu digunakan lampu yang tersusun seri dengan kawat sensor dan intensitasnya akan dipengaruhi oleh besarnya hambatan pada kawat. Oleh karena itu desain ini merupakan sensor suhu menggunakan kawat tembaga dengan output berupa intensitas cahaya lampu. Daya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam arah tertentu per satuan sudut dinyatakan dengan intensitas cahaya. *Candela* adalah satuan intensitas cahaya (Cd). *Light meter*, *illuminance meter*, *lux meter*, dan perangkat lain dapat digunakan untuk mengukur intensitas cahaya (Camuffo & Valle, 2016).

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Selanjutnya alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kawat tembaga dengan diameter 0,5 dengan lilitan masing-masing 300 lilitan, 250 lilitan, 200 lilitan, 150 lilitan, dan 100 lilitan sebagai bahan sensor. Bila pada konduktor berpenampang A sepanjang l dan resistivitas ρ dialiri arus listrik maka besarnya hambatan kawat dinyatakan oleh persamaan (1)

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad (1)$$

Dengan R = Tahanan listrik, ρ = Tahanan spesifik/jenis, l = Panjang konduktor, dan A = Luas penampang konduktor

Hubungan antara resistivitas konduktor terhadap suhu dinyatakan oleh persamaan (2)

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (2)$$

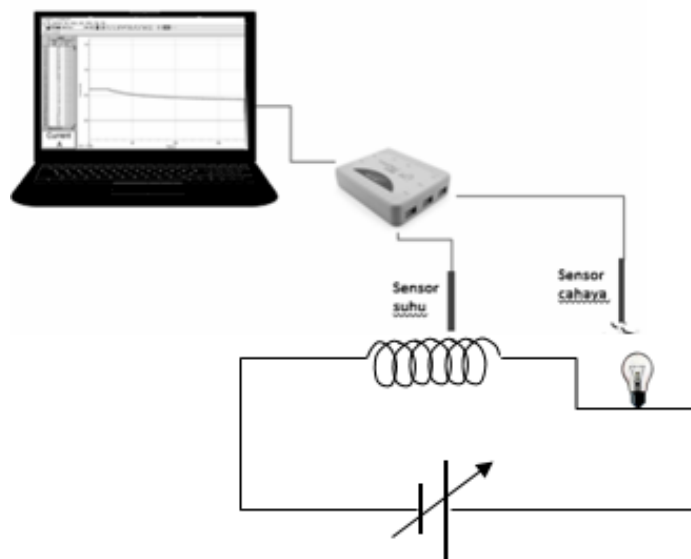
dimana ρ adalah resistivitas pada suhu T (dalam derajat Celcius), ρ_0 adalah resistivitas pada suhu acuan T_0 , dan α adalah koefisien suhu. Dari persamaan (2) dapat diperoleh koefisien suhu dari resistivitas yaitu

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad (3)$$

Besaran α sangat penting untuk menentukan tingkat kepekaan sensor suhu. Semakin besar α semakin peka sensor suhu tersebut. Dengan mempertimbangkan hubungan antara R dan ρ sebagaimana diungkap pada pers. (1) maka pers. (2) dapat dinyatakan juga dengan

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (4)$$

Bahan lain yang digunakan adalah lampu 100 watt sebagai pemanas sensor, lampu 3 watt sebagai indikator intensitas cahaya, kabel penghubung, adaptor penyearah arus, *voltage regulator* untuk memvariasi arus yang mengalir pada sensor, sensor suhu sebagai kalibrator, sensor cahaya untuk mengukur intensitas, dan PC sebagai penampung dan pengolah data. Aplikasi yang digunakan adalah *Logger pro*. Susunan rangkaian seperti pada Gambar 1.



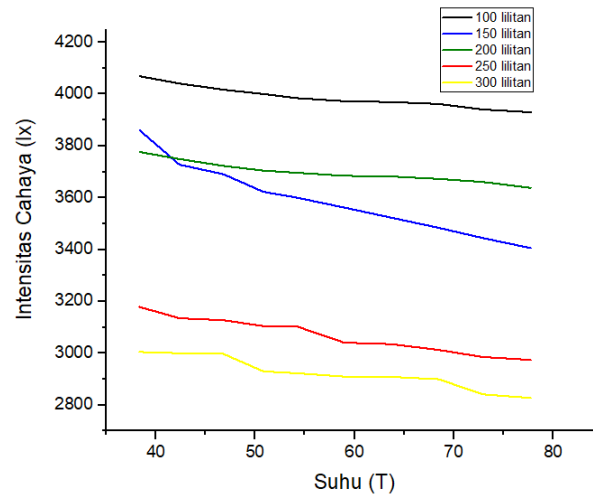
Gambar 1. Skema perangkat eksperimen

$$\begin{aligned} V &= V_k + V_l \\ &= I [R_k(T) + R_l(T)] \\ &= IR_k(T) + IR_l \end{aligned} \quad (5)$$

Besarnya V tetap dan besarnya V_k sebanding dengan T . Jika V_k naik maka V_l turun sehingga diperoleh kurva $V_l \sim 1/T$. Suhu medium di sekitar sensor kawat kumparan diatur dengan mengalirkan arus listrik melalui pengaturan regulator mulai dari 0 sampai 150 V. Pengambilan data dilakukan dengan cara menyambungkan *Logger pro* dengan sensor suhu dan sensor cahaya. Kemudian lampu yang digunakan untuk memanaskan lilitan tembaga disambungkan pada *voltage regulator* dengan tegangan yang divariasikan dan lampu sebagai sumber cahaya disambungkan dengan adaptor pada tegangan 3 volt. Selanjutnya pengambilan data dimulai dengan mengaktifkan data *logger pro*. Data yang diperoleh dari penelitian di *Logger pro* dalam bentuk grafik dan nilai yang terukur. Setelah data diperoleh data di pindahkan ke *MS excel* yaitu nilai t waktu, nilai dari T suhu dan I Intensitas.

Hasil dan Pembahasan

Sensor suhu adalah perangkat yang menerima dan merespon sinyal atau stimulus (Mehmood et al., 2018). Salah satu material yang dapat digunakan untuk membuat sensor suhu adalah material yang memiliki daya hambat yang bervariasi terhadap arus listrik seiring dengan perubahan suhu (Fu et al., 2021; Liu et al., 2018). Perubahan suhu dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap proses ataupun material pada tingkat molekul (Kou et al., 2017). Pembuatan termometer sederhana berbasis pada kurva hubungan suhu dengan intensitas ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Nilai suhu terhadap intensitas cahaya

Gambar 2 memperlihatkan grafik hubungan antara perubahan suhu yang dibaca menggunakan termokopel dengan perubahan intensitas cahaya. Daya yang dipancarkan oleh sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut disebut intensitas cahaya (Lu et al., 2021). Dari grafik terlihat bahwa perubahan suhu mempengaruhi intensitas. Hal ini disimpulkan bahwa rangkaian sensor berkerja dengan baik dalam merespon suhu.

Tabel 1. Hasil pencocokan data pada kawat tembaga

Lilitan	Persamaan	R^2
300	$y = -3.2846x + 3139,8$	0,93
250	$y = -32514x + 3309,5$	0,97
200	$y = -2.9413x + 3857,6$	0,85
150	$y = -5.5246x + 4174,5$	0,99
100	$y = -3.2136x + 4173,2$	0,94

Tabel 1. memperlihatkan hasil pencocokan data pada masing-masing kurva. Salah satu ukuran sensor dikatakan baik dapat dilihat dari nilai kelinearannya (Liu et al., 2019). Jika respon sensor linier, sensitivitas akan tetap konstan sesuai dengan rentang sensor dan sama dengan tingkat kemiringan grafik (Mo et al., 2021). Namun, jika respon sensor tidak linier, sensitivitasnya akan bervariasi sesuai dengan rentang sensor (Liu et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Toifur dan Indratno (2014) memperoleh hasil dengan diameter kawat yang digunakan adalah 0,2 mm dengan panjang kawat 700 cm. Koil bisa diaplikasikan sebagai sensor suhu rendah dengan menggunakan konfigurasi RTD-C. Namun rekam jejak pengaruh kenaikan suhu terhadap tegangan rangkaian masih dilakukan secara manual. Selanjutnya penelitian oleh peneliti memperoleh hasil dengan masing-masing lilitan memiliki kelinearan yang berbeda-beda. Rentang suhu yang paling baik untuk melihat kemiringan kurva adalah pada suhu 38°C -100°C. Pada saat rentang suhu tersebut terjadi perubahan nilai yang cukup baik sehingga bisa diperoleh nilai konsistensi yang paling baik adalah pada kawat dengan 150 lilitan dan diameter kawat 0,5 nilai $R^2 = 0,99$ dengan persamaan $y = -5.5246x + 4174,5$

Simpulan

Salah satu ukuran sensor dikatakan baik dapat dilihat dari nilai kelinearannya dan jika respon sensor linier, sensitivitas akan tetap konstan sesuai dengan rentang sensor dan sama dengan tingkat kemiringan grafik. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada rentang suhu yang paling baik untuk melihat kemiringan kurva adalah pada suhu 38°C -100°C. Rentang suhu tersebut terjadi perubahan nilai yang cukup baik sehingga bisa diperoleh nilai konsistensi yang paling baik pada kawat dengan 150 lilitan, dan dengan nilai $R^2 = 0,99$ dengan persamaan $y = -5.5246x + 4174,5$.

Referensi

- Camuffo, D., & Valle, A. della. (2016). A summer temperature bias in early alcohol thermometers. *Climatic Change*, 138(3–4), 633–640. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1760-8>
- Dewi, K. R., & Yuninda, N. H. (2019). Pengaruh peningkatan suhu dan besaran arus terhadap tahanan penghantar kabel listrik tegangan rendah jenis NYM. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 4(1), 35–40.
- Fu, X., Ran, R., Li, Q., Zhang, R., Li, D., Fu, G., Jin, W., Bi, W., Qi, Y., & Hu, Q. (2021). A sensitivity-enhanced temperature sensor with end-coated PDMS in few mode fiber based on vernier effect. *Optics Communications*, 497, 127173. <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2021.127173>
- Ida, N. (2020). Sensors, Actuators, and Their Interfaces: A multidisciplinary introduction. In *The Institution of Engineering and Technology* (2nd ed.). The Institution of Engineering and Technology. <https://doi.org/10.1049/pbce127e>
- Indratno, T. K., & Toifur, M. (2015). Optimasi diameter dan panjang kawat koil sebagai kandidat sensor suhu semen sapi berbasis RTD-C. *Omega, Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 1(2), 45–49.
- Kou, H., Zhao, Y., Ren, K., Chen, X., Lu, Y., & Wang, D. (2017). Automated measurement of cattle surface temperature and its correlation with rectal temperature. *PLOS ONE*, 12(4), e0175377. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175377>
- Liu, C., Yang, Y., Ding, Y., Xu, J., Liu, X., Zhang, B., Yao, J., Hayat, T., Alsaedi, A., & Dai, S. (2018). High-efficiency and UV-stable planar perovskite solar cells using a low-temperature, solution-processed electron-transport layer. *ChemSusChem*, 11(7), 1232–1237. <https://doi.org/10.1002/cssc.201702248>
- Liu, Q., Yao, J., Wang, Y., Sun, Y., & Ding, G. (2019). Temperature dependent response/recovery characteristics of Pd/Ni thin film based hydrogen sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 290, 544–550. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.04.024>
- Liu, Z., Tian, B., Fan, X., Liu, J., Zhang, Z., Luo, Y., Zhao, L., Lin, Q., Han, F., & Jiang, Z. (2020). A temperature sensor based on flexible substrate with ultra-high sensitivity for low temperature measurement. *Sensors and Actuators A: Physical*, 315, 112341. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.112341>

- Lu, C., Qiu, J., Zhao, W., Sakai, E., Zhang, G., Nobe, R., Kudo, M., & Komiyama, T. (2021). Low-temperature adaptive conductive hydrogel based on ice structuring proteins/ CaCl_2 anti-freeze system as wearable strain and temperature sensor. *International Journal of Biological Macromolecules*, 188, 534–541. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.060>
- Mehmood, Z., Mansoor, M., Haneef, I., Ali, S. Z., & Udrea, F. (2018). Evaluation of thin film p-type single crystal silicon for use as a CMOS Resistance Temperature Detector (RTD). *Sensors and Actuators A: Physical*, 283, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2018.09.062>
- Mo, S., Wei, R., Zeng, Z., & He, M. (2021). A multiple-sensitivity hall sensor featuring a low-cost temperature compensation circuit. *Microelectronics Journal*, 113, 105067. <https://doi.org/10.1016/j.mejo.2021.105067>
- Pramudani, A., & Hartono, R. (2016). *Pembuatan alat ukur temperatur digital dengan menggunakan sensor termokopel*. Universitas Pasundan.
- Rahman, M. T., Cheng, C.-Y., Karagoz, B., Renn, M., Schrandt, M., Gellman, A., & Panat, R. (2019). High performance flexible temperature sensors via nanoparticle printing. *ACS Applied Nano Materials*, 2(5), 3280–3291. <https://doi.org/10.1021/acsanm.9b00628>
- Rifqi Firmansyah, Satria Bagaskara, Rachmat Agus Kurdyanto, M. N. F. M. (2018). Penerapan modul RF 433 dalam pengukuran intensitas cahaya menggunakan sensor LDR berbasis arduino. *Jurnal INAJEEE*, 01(01).
- Tran, A. V., Zhang, X., & Zhu, B. (2018). Mechanical structural design of a piezoresistive pressure sensor for low-pressure measurement: A computational analysis by increases in the sensor sensitivity. *Sensors (Switzerland)*, 8(2023), 1–15. <https://doi.org/doi.org/10.3390/s18072023>
- Wahyu C. A. (2002). *Perancangan dan pembuatan termometer digital*. Universitas Jember.