

ANALISIS KARAKTERISTIK SENSOR THERMISTOR NTC-10D-15 DAN PTC-16P PADA PENGUKURAN SUHU AIR

Hidayat DG Manarang¹, M. Ichsan², Prasepvianto Estu Broto³

¹²³Jurusan Fisika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

*prasepvianto@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT: Temperature sensors detect heat changes in an object. NTC-10D-15 and PTC-16P thermistors are examples of inexpensive temperature sensors that are often used. This study aims to find out the features of these types of thermistors. Design is the first stage, then data collection and processing. The ohmmeter will measure the change in resistance compared to the change in water temperature. Measurement activities of NTC-10D-15 and PTC-16P thermistors in water media show significant differences in characteristics. The NTC-10D-15, whose resistance decreases with increasing temperature, shows high sensitivity to temperature changes over a certain range and is stable in its characteristics. The measurement results of the NTC-10D-15 gave a good regression with an exponential equation close to the calibration, although there was an error of 0.11% at 58°C and 21.25% at 100°C with sensitivity 0,008 per °C at NTC-10D-15. On the other hand, PTC-16P, whose resistance increases with increasing temperature, shows a non-linear response to temperature changes, especially at higher temperatures. The measurement regression of PTC-16P is lower than that of NTC-10D-15, and there is an error of 0.25% at 46°C and 9.7% at 100°C with sensitivity 0,019 per °C. Error analysis shows that both are prone to measurement errors due to factors such as non-linearity, hysteresis, manufacturing variations, and thermal and placement effects.

ABSTRAK: Sensor suhu mendeteksi perubahan panas pada suatu benda. Thermistor NTC-10D-15 dan PTC-16P adalah contoh sensor suhu murah yang sering digunakan. Studi ini bertujuan untuk mengetahui fitur thermistor jenis ini. Perancangan adalah tahap pertama, kemudian pengambilan dan pengolahan data. Ohmmeter akan mengukur perubahan resistansi dibandingkan dengan perubahan suhu air. Kegiatan pengukuran termistor NTC-10D-15 dan PTC-16P pada media air menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam karakteristik. NTC-10D-15, yang resistansinya menurun dengan meningkatnya suhu, menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan suhu pada rentang tertentu serta stabil dalam karakteristiknya. Hasil pengukuran NTC-10D-15 memberikan regresi yang baik dengan persamaan eksponensial yang mendekati kalibrasi, meskipun terdapat error sebesar 0,11% pada suhu 58°C dan 21,25% pada suhu 100°C dengan sensitivitas sebesar 0,008 per derajat celcius. Di sisi lain, PTC-16P, yang resistansinya meningkat dengan meningkatnya suhu, menunjukkan respons yang tidak linear terhadap perubahan suhu, terutama pada suhu yang lebih tinggi. Regresi pengukuran PTC-16P lebih rendah dibandingkan dengan NTC-10D-15, dan terdapat error sebesar 0,25% pada suhu 46°C serta 9,7% pada suhu 100°C dengan

*corresponding author

email: prasepvianto@uin-alauddin.ac.id

DOI:

sensitivitas sebesar 0,019 per derajat celcius. Analisis error menunjukkan bahwa keduanya rentan terhadap kesalahan pengukuran karena faktor seperti non-linearitas, hysteresis, variasi produksi, serta efek termal dan penempatan.

Kata Kunci: air, NTC thermistor, PTC thermistor, resistansi, sensor

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan semikonduktor telah memberikan kontribusi dalam kemajuan teknologi sensor, salah satunya sensor suhu. Sensor suhu adalah termasuk komponen penting dalam pengaplikasiannya, mulai dari elektronik konsumen hingga sistem industri dan medis. Ada beberapa macam jenis sensor suhu, thermistor merupakan komponen yang paling sering dijumpai dan digunakan. Thermistor adalah jenis resistor yang nilai resistansinya dipengaruhi suhu. Dua jenis utama thermistor adalah NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Karakteristik dari kedua jenis ini memiliki keunikan tersendiri dan aplikasi spesifikasi berdasarkan perubahan resistansi terhadap suhu (Nurhayati dkk., 2022).

NTC thermistor memiliki koefisien suhu negatif. Dalam hal ini, resistansi menurun saat suhu meningkat. Karakteristik NTC sangatlah sensitif terhadap perubahan suhu kecil, sehingga efisien dan ideal untuk aplikasi memerlukan pengukuran suhu presisi tinggi. NTC thermistor disintesis dari bahan keramik oksida logam semikonduktor, seperti oksida mangan, oksida nikel dan oksida kobalt (Lukmansyah, 2023). Adapun jenis yang terbuat dari polimer dimana polimer disintesis dengan partikel semikonduktor yang digunakan untuk membuat NTC thermistor. Ini biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan fleksibilitas mekanik karena sifat dari polimer adalah fleksibel. Karakteristik utama NTC yaitu sensitivitas tinggi, respon cepat dan ukuran kecil pada penelitian (Wiyono, 2022) menjelaskan hal tersebut. Ini karena NTC dapat mendeteksi fluktuasi suhu kecil dengan ketepatan yang tinggi. Ditandai dengan respon perubahan suhu yang cepat, menjadikan ideal untuk aplikasi dinamis dan objektif. Serta, keunggulan yang ukuran kecil yang cocok untuk perangkat-perangkat *portable* dan pengaplikasiannya pada ruang terbatas (Waluyo dkk., 2023).

PTC thermistor memiliki koefisien suhu positif, yang maknanya resistansi meningkat saat suhu meningkat. PTC thermistor digunakan pada beberapa perangkat perlindungan arus lebih dan pengendalian suhu otomatis. Biasanya terbuat dari bahan polimer yang dicampur dengan partikel konduktif atau keramik berbasis barium titanat (Nuryadin, 2020). Keunggulan utama PTC thermistor meliputi perlindungan *over-current*, stabilitas suhu dan *self regulating* (Tang dkk., 2023). Alasan keunggulannya karena PTC memiliki fungsi sebagai saklar yang memutuskan arus ketika suhu arus melebihi batas

yang ditentukan, mencegah kerusakan pada sirkuit (Naim, 2021). PTC juga memiliki performa stabilisasi suhu yang baik, memastikan kinerja yang konsisten dalam berbagai lingkungan. Kemudian, pada pengaplikasian pada *heater*, PTC thermistor dapat mengatur suhu secara otomatis tanpa memerlukan sistem kontrol eksternal (Widharma dkk., 2020).

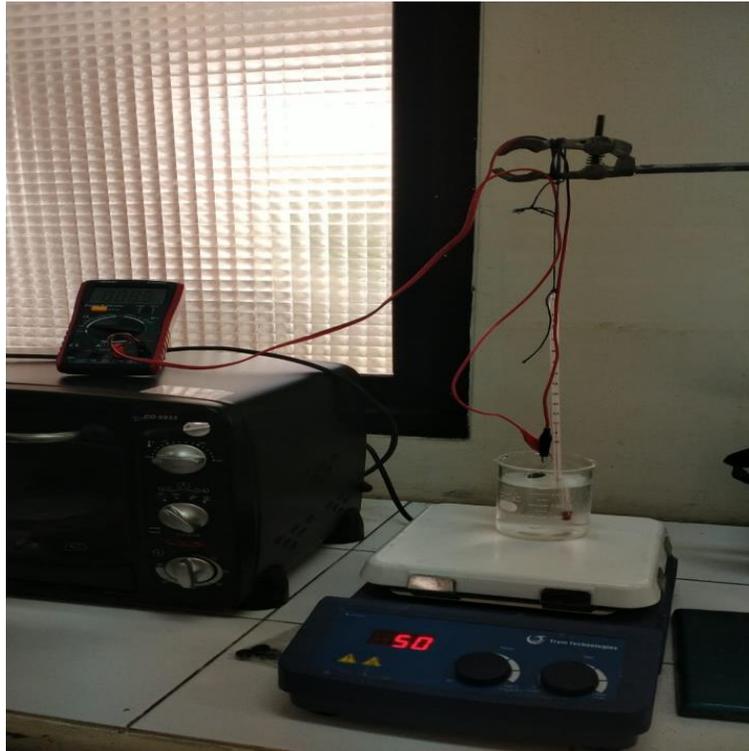
Aplikasi dan relevansi thermistor NTC dan PTC diterapkan pada berbagai aplikasi yang membutuhkan indikator pemantauan dan pengendalian suhu yang baik. Dalam elektronik konsumen, NTC thermistor digunakan dalam perangkat seperti smartphone dan laptop untuk memantau suhu dan mencegah *overheating*. Di industri otomotif, pada penelitian (Dhimas, 2022) PTC thermistor juga digunakan dalam sistem pendingin mesin. Dalam sektor medis, NTC thermistor juga digunakan dalam perangkat pengukur suhu tubuh (Diono dkk., 2024) dan peralatan diagnostik (Sholihah, 2020). Di bidang energi, thermistor berperan dalam pemantauan turbin angin, serta dalam sistem pengelolaan iklim pada bangunan pintar (Abdullah dkk., 2023) dan pada penelitian (Rumbayan & Narasiang, 2021) pengendalian suhu baterai pada panel surya. Dengan terus berkebangnya teknologi material dan metode fabrikasi, sensor NTC dan PTC semakin canggih, efisien dan dapat diandalkan. Perkembangan ini memungkinkan aplikasi yang lebih luas dan inovatif, serta meningkatnya kinerja dan keandalan sistem yang bergantung pada pemantauan suhu.

Thermistor NTC dan PTC adalah komponen penting dalam berbagai pemantauan dan pengendalian suhu. Keunggulan masing-masing jenis thermistor memungkinkan digunakan dalam berbagai industri dan aplikasi, dari elektronik konsumen hingga sistem industri dan medis. Dengan perkembangan teknologi semikonduktor dan material, sensor-sensor ini terus mengalami peningkatan dalam hal sensitivitas, keandalan dan efisiensi, menjadikannya pilihan utama dalam solusi pengendalian suhu modern. Oleh sebab itu, maka dilakukan penelitian sederhana mengenai analisis karakteristik thermistor NTC 10D-15 dan PTC-16P untuk mengenali karakteristik thermistor jenis ini pada pengaplikasiannya dalam medium air.

METODE PENELITIAN

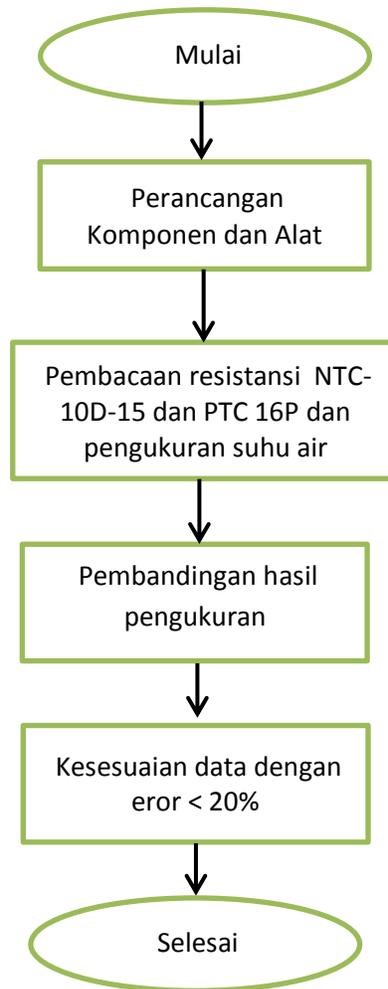
Penelitian ini dilakukan berbagai tahap. Tahap pertama yaitu perancangan kegiatan. Tahap kedua mencari persamaan garis pengukuran lalu menentukan faktor kalibrasi menggunakan *microsof excel*. Tahap ketiga menganalisis perbandingan karakteristik PTC dan NTC. Tahapan pertama menyiapkan alat dan komponen serta bahan yang dibutuhkan seperti NTC 10D-15 dan PTC 16P, gelas *beaker* 250 mL, satu set avometer, thermometer air raksa 100°C dan *hotplate*. Pemilihan sensor suhu Thermistor NTC jenis 10D-15 dan PTC 16P merupakan sensor yang sangat mudah didapatkan pada *market palace* Lalu, merangkai sesuai pada gambar (1) dimana ohmeter yang digunakan disambungkan langsung pada NTC atau PTC untuk diukur perubahan hambatannya. Kemudian dicelup di air dengan

kondisi $\frac{3}{4}$ bagian thermistor terendam. Dan, terakhir pengukuran suhu air dengan cara menggantungkan thermometer agar bagian reservoir tidak tersentuh dengan permukaan gelas *beaker*.



Gambar 1. Rancangan untuk pengukuran resistansi thermistor NTC dan PTC

Tahapan kedua yaitu mengukur hambatan seiring kenaikan suhu kenaikan air. Penggunaan air disebabkan air memiliki titik didih 100°C dan interpretasi suhu air dapat mendeskripsikan karakteristik PTC dan NTC dapat terlihat. Kemudian, lakukan pengukuran berulang kali untuk mendapatkan hasil yang presisi. Lalu, hasil pengukuran di plot pada *microsof excel* kemudian mencari persamaan garis yang telah di plot. Sehingga mendapatkan nilai persamaan hubungan perubahan hambatan akibat kenaikan suhu, nilai persamaannya berupa eksponensial dikarenakan jenis NTC dan PTC merupakan komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang *non-linear*. Dari persamaan tersebut, gunakan untuk mencari nilai berdasarkan prediksi eksponensial dari hambatan serta bandingkan dengan hasil pengukuran. Berikut gambar (2) skema kegiatan yang dilakukan.



Gambar 2. Diagram alir rancangan pengambilan data

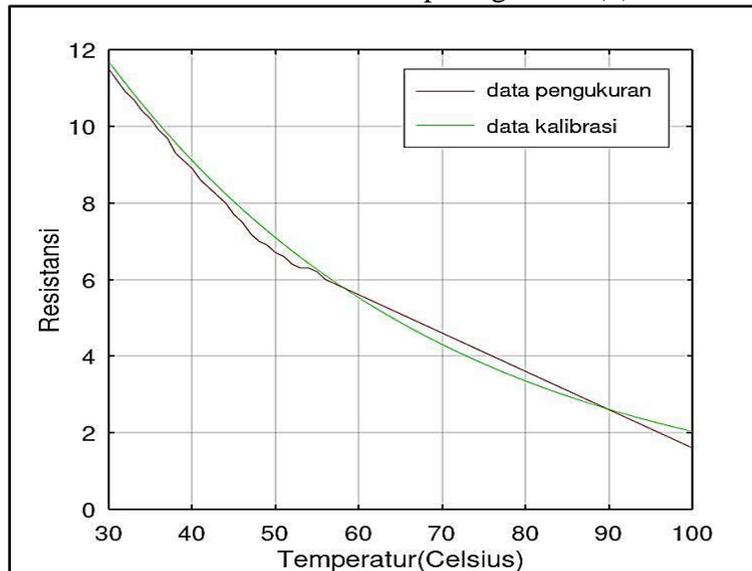
Tahap ketiga, membandingkan karakteristik NTC dan PTC pada pengukuran suhu air menggunakan aplikasi *octave* yang sebelumnya dilakukan perhitungan persentase kesalahannya. Untuk menghitung persentase kesalahan dari data yang sudah didapatkan pada pengamatan.

$$\%Kesalahan = \left| \frac{\text{Aktual} - \text{Terbaca}}{\text{Aktual}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$Sensitivitas = \frac{\frac{R_2 - R_1}{R_1(T_2 - T_1)}}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil kegiatan pertama, pengukuran thermistor NTC-10D-15 pada media air. Merujuk pada *datasheet* NTC-10D-15 memiliki resistansi pada suhu kamar 25°C sebesar 10 Ω dan kode D mengartikan memiliki diameter 15 mm. Pada pendekatan pengukuran diperoleh resistansi 11,5 Ω. Sehingga jika diperbandingkan dengan data keluaran terdapat perbedaan sebesar 15% pada pengukurannya. Pengukuran dapat dilanjutkan disebabkan NTC yang digunakan memiliki toleransi sebesar 20% berdasarkan *datasheet*. Untuk hasil pengukuran resistansi thermistor NTC dalam air pada gambar (3).

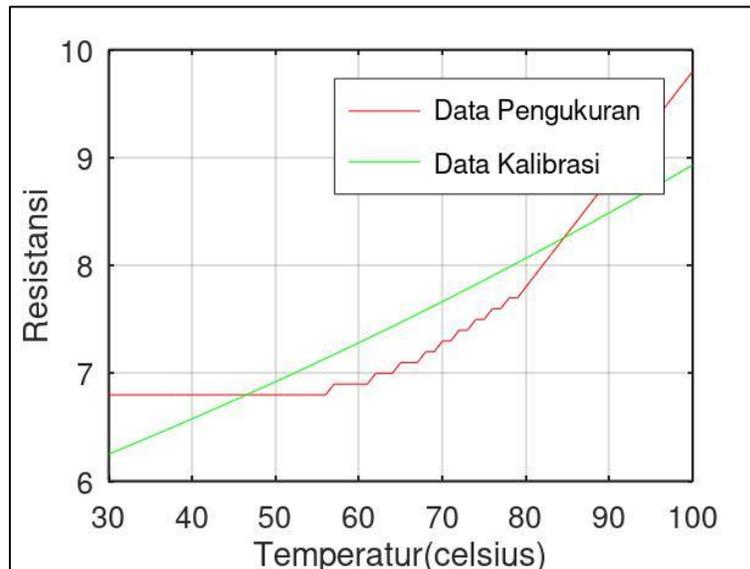


Gambar 3. Grafik karakteristik NTC-10D-15 pada pengukuran air

Karakteristik NTC pada setiap kenaikan suhu akan mengurangi resistansinya. Keunggulannya jenis thermistor NTC-10D-15 memiliki keunggulan dalam hal sensitivitas yang tinggi perubahan terhadap suhu pada rentang suhu tertentu dan cenderung stabil. Untuk karakteristiknya pengukuran pada metode kegiatan yang dilakukan memiliki nilai regresi 0,9838 menandakan pengukuran bersifat menyerupai kalibrasi dengan hasil pengukuran non-linearitas atau cenderung memiliki karakteristik eksponensial. Persamaan eksponensial yang dihasilkan yaitu $y=11,989e^{-0,025x}$. Sehingga, pada saat kalibrasi atau interpretasi data

sensor akan berbeda dengan jenis sama pada variasi produksi yang dihasilkan. Kemudian, untuk sensitivitasnya atau nilai koefisien suhu α sebesar 0,008 per $^{\circ}\text{C}$.

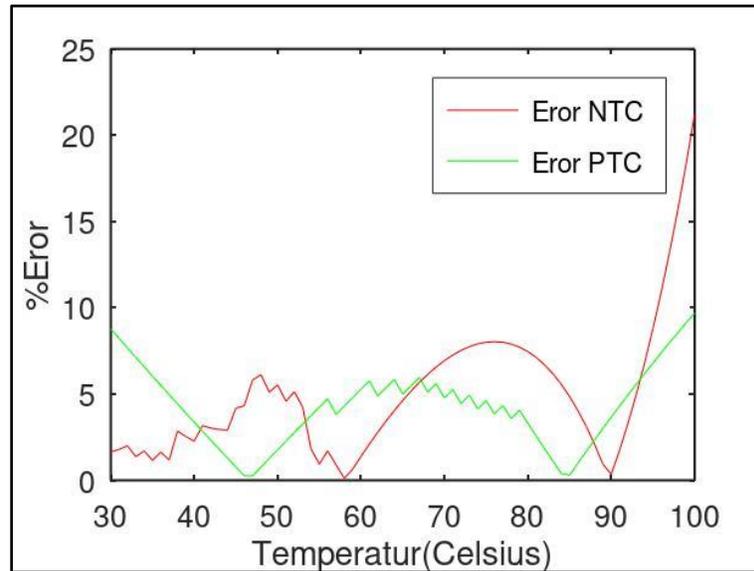
Pada hasil kegiatan kedua, pengukuran thermistor PTC 16P pada pengaplikasian media air. Pada jenis ini informasi mengenai data pabriknya kurang jelas. Kode P pada PTC menandakan jarak atau spasi yang ada antara dua termistor jika dirangkai. Berdasarkan pendekatan, informasi resistansi pada suhu kamar sebesar 8Ω dengan toleransi $\pm 20\%$. Pada pengukurannya pada suhu ruang sebesar $6,8\Omega$. Sehingga pengukuran PTC dilanjutkan, dikarenakan persen perbedaannya berada pada 15%.



Gambar 4. Grafik karakteristik PTC-16P dalam medium air

Karakteristik PTC setiap kenaikan suhu akan meningkatkan resistansinya. Pada pengukuran memiliki tantangan yaitu menunjukkan respon yang tidak linear terhadap perubahan suhu. Sehingga, mulai pada suhu 30°C - 56°C tidak memiliki respon terhadap perubahan suhu. Berdampak pada karakteristiknya yang non-linearitas. Ini menyulitkan dalam kalibrasi atau interpretasi data sensor. Nilai regresi pada pengukuran 0,8272 dari persamaan kalibrasi yang diperoleh $y=6,2194e^{0,0051x}$ dengan sensitivitas sebesar 0,019 per derajat celcius.

Pada hasil kegiatan ketiga adalah membandingkan nilai hasil pengukuran NTC-10D-15 dan PTC-16P dengan data kalibrasi atau interpretasi hasil pengukuran. Berikut adalah grafiknya.



Gambar 5. Persentase perhitungan error pada NTC-10D-15 dan PTC-16P

Thermistor NTC dan PTC memiliki perbedaan pada pengaruh perubahan suhu terhadap resistansinya. NTC yang resistansinya yang berkurang ketika temperatur naik dan PTC yang resistansinya yang bertambah ketika temperatur naik. Analisa error ini dilakukan untuk mengetahui kesalahan karena non-linearitas, *hysteresis* atau dikenala respon terhadap suhu bergantung pada perubahan suhu sebelumnya, variasi produksi dan efek termal serta penempatan. Pada NTC-10D-15 memiliki eror dari 0,11% pada suhu 58°C dan 21,25% pada suhu 100°C. Pada PTC-16P memiliki eror dari 0,25 pada suhu 46°C dan 9,7% pada suhu 100°C. Sehingga, penggunaan NTC-10D-15 dan PTC-16P memiliki kekurangan atas resitasi pada suhu 100°C pada suhu air mendidih. Dan, memiliki selisih terkecil pada rentang suhu air hangat.

SIMPULAN

Thermistor NTC-10D-15 dan PTC memiliki karakteristik yang berbeda dalam respons terhadap perubahan suhu. Kesalahan pengukuran terjadi karena non-linearitas, *hysteresis*, variasi produksi, serta efek termal dan penempatan. NTC-10D-15 menunjukkan error yang lebih kecil pada rentang suhu yang luas dibandingkan PTC-16P. Dan pada

entang suhu 100°C, keduanya mengalami peningkatan error, dengan PTC-16P memiliki error yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, D., Prayogi, U., Asnur, S., Aini, Q., & Santoso, F. (2023). Rancang Bangun Prototype Smarthome Pada Rumah Tipe 36 Dengan Kendali Smartphone Berbasis IOT (Internet Of Things). *Sefa Media Utama*
- Dhimas, A. P. (2022). *Rancang Bangun Sistem Pendinginan Mesin Penggerak Utama Di Kapal*.
- Diono, M., Darwis, R. S., & Al Fitri, R. (2024). Desain Dan Fabrikasi Printed Circuit Board (PCB) Smartband Untuk Mengukur Tanda Vital Pada Tubuh Manusia. *Jurnal ELEMENTER (Elektro Dan Mesin Terapan)*, 10(1), 75–82.
- Lukmansyah, M. (2023). Pengatur Tinggi Permukaan Air Dengan Sensor Thermistor. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 3(1), 18–27.
- Naim, M. (2021). *Buku Ajar Sistem Kontrol Dan Kelistrikan Mesin*. Penerbit NEM.
- Nurhayati, N., Safira, W., & Lahuddin, R. (2022). Analisis Perbedaan Suhu Dan Resistansi Pada Termistor PTC Dengan Menggunakan Media Dingin Dan Media Panas. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(1), 1.
- Nuryadin, B. W. (2020). *Pengantar Fisika Nanomaterial: Teori Dan Aplikasi*.
- Rumbayan, M., & Narasiang, B. (2021). *Monitoring Dan Controller Alat Pengering Ikan Tenaga Surya Berbasis Iot*.
- Sholihah, N. (2020). *Deteksi Waktu Ovulasi Wanita Menggunakan Metode Suhu Basal Tubuh Berbasis Android*.
- Tang, Q., Fan, S., Yang, Y., Hu, W., Qian, C., Ji, X., Zhang, Z., Liang, Y., & Fang, B. (2023). Effect Of Gradient Distribution Of Fillers On Polymeric PTC Thermistors Prepared By Solution Mixing And Subsiding Method. *Composites Communications*, 42, 101661.
- Waluyo, W., Sari, A. N., & Aji, M. T. (2023). Smart Water Quality Monitoring System In Progo River, Magelang Regency, Central Java. *Barakuda '45*, 5(2), 234–244.
- Widharma, I. G. S., Aryawan, I. P., Sukariawan, K. D., Wiguna, G. R. T., & Astika, I. P. F. (2020). *SISTEM KENDALI ANALOG SENSOR SUHU DALAM PROTOTIPE SISTEM TELEMETRI*.

Wiyono, I. (2022). *Sistem Monitoring Dan Kontroling Ruang Perawatan Ulat Hongkong Berbasis Internet Of Things (Iot)*.