

## Evaluasi Akurasi Sensor Suhu Digital untuk Aplikasi Pemantauan Suhu Ruangan Penyimpanan: Studi Indoor dan Outdoor

Aprilia Yogi Setiawati<sup>1,\*</sup>, Munnik Haryanti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Dirgantara Dan Industri Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 24 November 2024  
Direvisi: 5 Januari 2025  
Diterima: 25 Februari 2025

#### Kata kunci:

Accuracy  
Temperature Sensor  
DS18B20  
BMP280  
Monitoring

#### Keywords:

Internet Of Things  
Automatic Watering  
Soil Moisture  
Nodemcu ESP8266  
Peanut Plant

#### Penulis Korespondensi:

Aprilia Yogi Setiawati  
Email:  
[setiawatiaprilial8@gmail.com](mailto:setiawatiaprilial8@gmail.com)

### ABSTRAK

Pengukuran suhu yang akurat sangat penting dalam aplikasi pemantauan ruang penyimpanan, sehingga diperlukan sensor dengan akurasi dan kestabilan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi dan stabilitas lima sensor suhu digital—DHT11, DHT22, DS18B20, BMP085, dan BMP280—dengan membandingkan hasilnya terhadap termometer air raksa bersertifikat Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai acuan. Pengujian dilakukan pada lingkungan indoor dan outdoor dengan bantuan NodeMCU ESP8266, menggunakan pengambilan data berulang untuk menilai konsistensi hasil. Analisis dilakukan berdasarkan selisih pengukuran rata-rata dan persentase error. Hasil menunjukkan bahwa pada kondisi indoor, sensor BMP280 memiliki akurasi tertinggi dengan rata-rata selisih 0,52 °C dan error 2,0%, sedangkan pada kondisi outdoor, sensor DS18B20 memberikan kinerja paling akurat dan stabil dengan selisih terendah hingga 0,4 °C pada beberapa titik uji. Sensor DHT11 dan DHT22 masih layak digunakan untuk aplikasi sederhana dengan toleransi akurasi rendah, sementara BMP085 menunjukkan performa paling rendah baik dari segi akurasi maupun konsistensi. Temuan ini memberikan referensi bagi pengguna dalam memilih sensor suhu yang tepat berdasarkan kebutuhan aplikasi dan kondisi lingkungan.

*Accurate temperature monitoring is essential in storage applications that require precise environmental control. This study aims to analyze the accuracy and stability of five digital temperature sensors—DHT11, DHT22, DS18B20, BMP085, and BMP280—by comparing their measurements with a mercury thermometer certified by the Indonesian National Standard (SNI) as the reference. Experiments were conducted in both indoor and outdoor environments using a NodeMCU ESP8266, with repeated measurements performed to evaluate consistency. The analysis was carried out using average measurement deviation and percentage error. The results show that the BMP280 provides the highest accuracy in indoor conditions, with an average deviation of 0.52 °C and a 2.0% error rate, whereas the DS18B20 demonstrates superior accuracy and stability in outdoor conditions, with deviations as low as 0.4 °C in several test points. The DHT11 and DHT22 remain suitable for simple applications with low precision requirements, while the BMP085 exhibits the lowest performance in terms of both accuracy and consistency. These findings offer practical guidance for selecting appropriate temperature sensors based on environmental conditions and application needs.*

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Pengukuran suhu merupakan aspek fundamental dalam berbagai aplikasi, seperti penyimpanan bahan pangan, farmasi, pertanian, sistem industri, hingga pengendalian lingkungan. Keakuratan data suhu sangat menentukan kualitas dan keamanan produk, terutama pada ruang penyimpanan yang membutuhkan kondisi stabil. Fluktuasi suhu yang tidak terkontrol dapat menyebabkan degradasi material, kerusakan produk, serta menurunkan efisiensi proses. Oleh karena itu, sistem pemantauan suhu yang akurat dan andal menjadi kebutuhan penting pada berbagai sektor.

Perkembangan teknologi sensor berbasis mikrokontroler telah memungkinkan penerapan sistem pemantauan suhu yang lebih praktis, hemat biaya, serta mampu menyediakan data secara real-time. Sensor digital seperti DHT11, DHT22, DS18B20, BMP085, dan BMP280 banyak digunakan dalam berbagai penelitian dan aplikasi IoT. Namun, setiap sensor memiliki karakteristik teknis, tingkat akurasi, sensitivitas, serta stabilitas yang berbeda [1]. Beberapa studi menunjukkan bahwa kondisi lingkungan sangat memengaruhi kinerja sensor, terutama pada penggunaan outdoor yang rentan terhadap perubahan suhu akibat radiasi matahari, angin, dan kelembapan [2].

Meskipun sensor suhu digital telah banyak diaplikasikan, masih diperlukan analisis komparatif yang sistematis untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan performa sensor saat divalidasi menggunakan alat ukur standar [3]. Beberapa penelitian sebelumnya hanya berfokus pada satu atau dua jenis sensor, sehingga belum memberikan gambaran menyeluruh mengenai performansi berbagai jenis sensor dalam kondisi lingkungan berbeda [4]. Selain itu, masih terbatas penelitian yang memvalidasi sensor menggunakan termometer bersertifikat Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai acuan akurasi [5].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan kestabilan lima jenis sensor suhu digital dengan membandingkannya terhadap termometer air raksa SNI pada kondisi indoor dan outdoor. Analisis ini diharapkan dapat memberikan referensi yang lebih komprehensif mengenai keandalan setiap sensor, sehingga dapat membantu pengguna maupun pengembang sistem menentukan sensor yang paling sesuai dengan kebutuhan aplikasi pemantauan suhu. Dengan memahami karakteristik akurasi dan stabilitas sensor, sistem pemantauan suhu pada ruang penyimpanan dapat dirancang lebih tepat, efisien, dan reliabel.

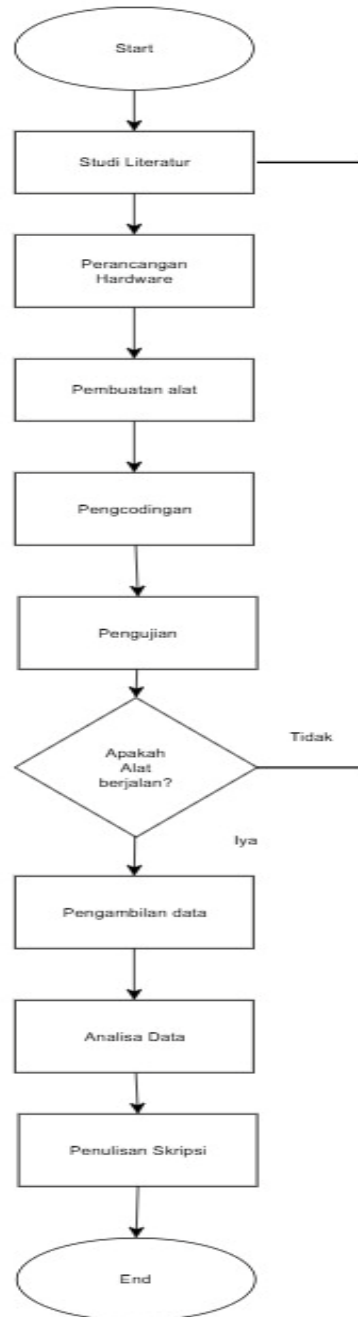
## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan proses perancangan sistem yang meliputi pembuatan desain mekanik dan perancangan rangkaian elektronik sebagai dasar pengambilan data suhu menggunakan lima sensor digital, yaitu DHT11, DHT22, DS18B20, BMP085, dan BMP280. Desain mekanik berupa wadah pelindung berbentuk rumah dengan ukuran  $23 \times 20$  cm dirancang untuk menjaga sensor dari gangguan eksternal tanpa menghambat sirkulasi udara, sehingga kondisi lingkungan tetap dapat terukur secara representatif. Pada tahap perancangan elektronik, seluruh sensor diintegrasikan dengan NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai pusat akuisisi dan pengolahan data. Skematik rangkaian dibuat menggunakan perangkat lunak Fritzing untuk memastikan ketepatan koneksi sebelum dilakukan perakitan perangkat keras secara menyeluruh.

Setelah proses perancangan selesai, rangkaian sensor kemudian dirakit dan diuji untuk memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik. Penelitian ini menggunakan termometer air raksa yang telah tersertifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai alat ukur acuan, sehingga seluruh data dari sensor dapat divalidasi berdasarkan standar pengukuran yang berlaku. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi lingkungan, yaitu indoor dan outdoor, dengan menempatkan setiap sensor berdekatan dengan termometer acuan agar memperoleh kondisi pengukuran yang sama. Pada lingkungan indoor, pengukuran dilakukan dalam ruangan tertutup dengan kondisi suhu relatif stabil, sedangkan pengujian outdoor dilakukan di area terbuka untuk mengamati respons sensor terhadap fluktuasi suhu akibat pengaruh sinar matahari, angin, dan kelembapan.

Pengambilan data dilakukan secara berulang pada beberapa titik pengukuran untuk memperoleh hasil yang konsisten dan mampu merepresentasikan performa sensor secara menyeluruh. NodeMCU ESP8266 mencatat seluruh nilai suhu yang terbaca dan menyimpannya dalam sistem untuk keperluan analisis. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan menghitung selisih pengukuran antara masing-masing sensor dan termometer SNI, serta menghitung persentase error untuk menilai tingkat

penyimpangan nilai. Selain itu, konsistensi hasil antar pengukuran berulang dievaluasi guna menilai kestabilan performa masing-masing sensor pada kondisi lingkungan yang berbeda. Melalui analisis ini, diperoleh gambaran kuantitatif mengenai tingkat akurasi dan kestabilan setiap sensor, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan sensor yang paling sesuai untuk aplikasi pemantauan suhu pada ruang penyimpanan. Seluruh alur penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir Penelitian

### III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dilakukan untuk membandingkan akurasi dan kestabilan lima sensor suhu digital, yaitu DHT11, DHT22, DS18B20, BMP085, dan BMP280, terhadap termometer air raksa bersertifikat SNI sebagai alat ukur acuan. Pengukuran dilakukan pada kondisi indoor dan outdoor guna mengevaluasi performa sensor pada situasi lingkungan yang berbeda. Secara umum, data menunjukkan adanya variasi tingkat akurasi antar sensor, baik dalam hal selisih rata-rata maupun konsistensi hasil antar pengukuran berulang. Hasil ini memperlihatkan perbedaan karakteristik kinerja sensor yang cukup signifikan, yang

kemudian dianalisis secara komparatif untuk mengidentifikasi sensor paling layak digunakan dalam aplikasi pemantauan suhu ruang penyimpanan.

Tabel 31 Pengujian Perbandingan Nilai Pengukuran Termometer Air Raksa dengan Sensor DHT11, Sensor DHT22, sensor DS18B20, Sensor BMP085, Sensor BMP080

No	Perbandingan	Suhu				
	Termometer Air Raksa	DHT11	DHT22	DS18B20	BMP085	BMP280
1	27	27,6	26,1	26,3	25,3	26,1
2	27	27,9	25,2	26,3	25,2	26,1
3	27	27,9	25,3	26,3	25,4	26,2
4	26	26,4	25,6	25,1	26	26,2
5	26	26	25,2	24,8	25,4	25,7
6	25	25,8	25,3	24,7	25,4	25,7
7	25	25,7	25	24,5	25,7	26
8	25	25,8	25,1	24,5	25,1	25,3
9	25	25,9	25,6	24,6	25,2	25,1
10	25	25,2	25,6	23,9	25,2	25,3

Pada pengujian indoor, nilai suhu relatif stabil sehingga lebih mudah mengamati tingkat akurasi murni tanpa gangguan lingkungan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa BMP280 merupakan sensor dengan performa terbaik, memperoleh selisih rata-rata 0,52 °C dan error sekitar 2,0% terhadap alat acuan. Kinerja ini konsisten dengan karakteristik teknis BMP280 yang memiliki kompensasi internal dan resolusi tinggi. DS18B20 juga menunjukkan performa baik dengan rata-rata selisih 0,50 °C dan error 2,3%. Sementara itu, DHT11 dan DHT22 menunjukkan akurasi yang lebih rendah, dengan selisih masing-masing 0,62 °C dan 0,72 °C. Hasil ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa kedua sensor tersebut memiliki tingkat akurasi moderat dan lebih dipengaruhi oleh perubahan lingkungan [6,7]. Sensor BMP085 menunjukkan performa terendah dengan selisih rata-rata 0,73 °C, yang mengindikasikan bahwa sensor ini kurang cocok digunakan pada aplikasi yang membutuhkan ketelitian tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap termometer air raksa, setiap sensor menunjukkan tingkat akurasi yang berbeda. Pada suhu acuan 37°C, sensor DHT11 dan DS18B20 memiliki selisih terkecil (0,4°C), sedangkan BMP280 bahkan mencatat hasil sama persis dengan acuan. Pada suhu 36°C, DHT22, DHT11, dan BMP280 menunjukkan selisih kecil sekitar 0,4–0,5°C. Sementara itu, pada suhu 35°C, DS18B20 beberapa kali memberikan hasil yang sama dengan termometer, meskipun pada pengukuran tertentu selisihnya sekitar 1,3–1,4°C. Secara keseluruhan, DS18B20 terbukti paling konsisten dan akurat, diikuti BMP280 yang juga menunjukkan performa tinggi, terutama pada suhu 37°C. Sensor DHT11 dan DHT22 masih dapat digunakan meski akurasinya bervariasi, sedangkan BMP085 dinilai paling rendah konsistensinya.

Tabel 32 Tabel Pengujian Perbandingan Nilai Pengukuran di Outdoor Menggunakan Termometer Air Raksa dengan Sensor DHT11, Sensor DHT22, sensor DS18B20, Sensor BMP085, Sensor BMP080

No	Perbandingan	Suhu				
	Termometer Air Raksa	DHT11	DHT22	DS18B20	BMP085	BMP280
1	37	37,4	36,2	36,6	36,2	38
2	37	38,5	36,4	36,2	36	38
3	37	38	36,4	36	36,9	37
4	36	36,5	36,5	36,1	36	37,6
5	36	36,9	36,7	36,5	36,5	35,6
6	36	35,5	36	36,9	36	35,6
7	35	36	36,3	36,4	35,2	35,4
8	35	35,2	36,2	35	35,6	35,6
9	35	34,5	35,2	35	36	35,9
10	35	35,1	35,4	35	36,1	35,4

Berbeda dengan pengujian indoor, hasil pengujian outdoor menunjukkan peningkatan variasi pengukuran akibat pengaruh langsung lingkungan seperti radiasi matahari dan angin. Pada kondisi ini, DS18B20 menjadi sensor yang paling konsisten dan akurat. Pada beberapa titik pengukuran, khususnya pada suhu sekitar 35 °C, sensor ini mencatat nilai identik dengan termometer SNI, menunjukkan kemampuan sensor dalam merespons perubahan suhu secara stabil. BMP280 tetap menunjukkan

performa baik pada suhu tertentu seperti 37 °C dengan tingkat kesesuaian yang tinggi terhadap alat acuan, tetapi hasilnya lebih bervariasi dibanding saat pengujian indoor. Sensor DHT11 dan DHT22 menunjukkan fluktuasi yang lebih besar pada lingkungan outdoor, yang memperkuat temuan bahwa kedua sensor ini kurang stabil bila terpapar kondisi lingkungan yang berubah cepat. Adapun BMP085 menunjukkan variasi terbesar sehingga menjadi sensor dengan kinerja paling rendah dalam kondisi ruang terbuka.

Analisis kestabilan berdasarkan pengukuran berulang juga memperlihatkan perbedaan yang konsisten antar sensor. DS18B20 menjadi sensor dengan stabilitas terbaik karena hasil pengukurannya cenderung berada pada rentang yang sama dalam setiap pengukuran pada berbagai kondisi. BMP280 juga stabil pada lingkungan indoor, tetapi stabilitasnya menurun pada outdoor akibat pengaruh lingkungan eksternal. DHT11 dan DHT22 memiliki kestabilan yang cukup untuk aplikasi sederhana, namun penyimpangan nilainya lebih besar dibanding DS18B20 dan BMP280. Sementara itu, BMP085 menunjukkan variasi nilai yang cukup signifikan sehingga tidak direkomendasikan untuk aplikasi yang membutuhkan keandalan jangka panjang.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil penelitian ini memperkuat temuan yang menyatakan bahwa DS18B20 memiliki sensitivitas dan keandalan tinggi dalam sistem monitoring berbasis IoT [8]. Selain itu, performa unggul BMP280 pada lingkungan indoor juga konsisten dengan laporan yang menunjukkan bahwa sensor ini memiliki kemampuan kompensasi suhu yang baik [9,10]. Dengan demikian, penelitian ini memberikan validasi tambahan mengenai keunggulan kedua sensor tersebut serta menawarkan kontribusi baru melalui uji komparatif yang lebih luas menggunakan lima sensor sekaligus dengan acuan termometer bersertifikat SNI dan diuji pada dua kondisi lingkungan [11,12].

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan sensor suhu sangat bergantung pada kondisi aplikasi. Untuk kebutuhan monitoring dengan ketelitian tinggi di lingkungan stabil seperti ruang penyimpanan indoor, sensor BMP280 menjadi pilihan terbaik. Namun, untuk kondisi lingkungan terbuka atau aplikasi yang memerlukan sensor dengan akurasi dan kestabilan jangka panjang, DS18B20 menjadi opsi yang lebih unggul. Di sisi lain, DHT11 dan DHT22 sebaiknya hanya digunakan untuk aplikasi sederhana yang tidak menuntut akurasi tinggi, sedangkan BMP085 kurang direkomendasikan untuk kedua kondisi pengukuran.

#### **IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap lima sensor suhu digital, dapat disimpulkan bahwa setiap sensor memiliki karakteristik performa yang berbeda sesuai dengan kondisi lingkungannya. Pada pengujian indoor, BMP280 menunjukkan akurasi tertinggi dengan rata-rata selisih 0,52 °C dan error 2,0%, sehingga sensor ini lebih tepat digunakan untuk aplikasi pemantauan suhu di ruang penyimpanan yang relatif stabil. Sebaliknya, pada kondisi outdoor, DS18B20 memberikan performa paling akurat dan stabil dengan selisih pengukuran yang dapat mencapai 0,4 °C terhadap alat acuan, menjadikan sensor ini lebih sesuai untuk aplikasi yang terpapar dinamika lingkungan seperti cuaca dan radiasi matahari.

Dari segi kestabilan, DS18B20 terbukti sebagai sensor paling konsisten pada seluruh kondisi pengujian, sedangkan BMP280 menunjukkan kestabilan tinggi pada lingkungan indoor namun sedikit menurun ketika digunakan di luar ruangan. Sensor DHT11 dan DHT22 masih layak digunakan untuk aplikasi sederhana yang tidak menuntut akurasi tinggi, sementara BMP085 menunjukkan performa paling rendah baik dari segi akurasi maupun konsistensi sehingga kurang direkomendasikan untuk aplikasi pemantauan suhu yang memerlukan ketelitian.

Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan sensor suhu harus mempertimbangkan konteks penggunaan, kondisi lingkungan, serta tingkat akurasi yang dibutuhkan aplikasi. Penelitian ini memberikan dasar evaluasi yang lebih komprehensif untuk menentukan sensor yang optimal pada berbagai skenario pemantauan suhu. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan pengujian jangka panjang, menambahkan analisis pengaruh kelembapan, serta melakukan perbandingan dengan sensor generasi terbaru agar diperoleh pemahaman yang lebih luas mengenai performa sensor dalam kondisi operasional yang beragam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ramadhan, “Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Menggunakan Bot Whatsapp Dengan Sensor Bmp280 Dan Flame Sensor,” *Tugas Akhir*, Aug. 2023.
- [2] A. Indra Irawan, R. Patmasari, And M. Rahmat Hidayat, “Peningkatan Kinerja Sensor Ds18b20 Pada Sistem Iot Monitoring Suhu Kolam Ikan,” *Jurnal Teknologi Rekayasa*, Vol. 5, No. 1, 2020, Doi: 10.31544/Jtera.V5.I1.2020.101-110.
- [3] M. Muthmainnah, Aan Syaifudin, And Ninik Chamidah, “Prototipe Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Penyimpan Tembakau Berbasis Internet Of Thing (Iot),” *Jurnal Pendidikan Mipa*, Vol. 13, No. 1, Pp. 177–182, Mar. 2023, Doi: 10.37630/Jpm.V13i1.853.
- [4] A. D. Pangestu, F. Ardianto, And B. Alfaresi, “Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266,” *Jurnal Ampere*, Vol. 4, No. 1, 2019.
- [5] R. Sk And J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, “Penggunaan Modul Multiplexer Cd74hc4067 Untuk Menambah Input Analog Pada Nodemcu Esp8266,” 2019.
- [6] M. Wijayanti, “Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot,” *Juit*, Vol. 1, No. 2.
- [7] A. Herlina, M. Irfan Syahbana, M. Adi Gunawan, And M. Miftahul Rizqi, “Sistem Kendali Lampu Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk 2.0 Dengan Modul Nodemcu Esp8266,” 2022. [Online]. Available: [Http://Jurnal.Bsi.Ac.Id/Index.Php/Insantek](http://Jurnal.Bsi.Ac.Id/Index.Php/Insantek)
- [8] M. Baehaqi, A. Rosyid, A. Siswanto, And E. Subiyanta, “Pengujian Performa Sensor Dht11 Dan Ds18b20 Sebagai Sensor Suhu Ruang Server,” *Mestro Jurnal Ilmiah*, Vol. 2, Dec. 2023.
- [9] B. Satria, “Iot Monitoring Suhu Dan Kelembaban Udara Dengan Node Mcu Esp8266,” *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 1, No. 3, Pp. 136–144, Aug. 2022, Doi: 10.56211/Sudo.V1i3.95.
- [10] S. Nurrahmi, N. Miseldi, And S. H. Syamsu, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Pada Green House Tanaman Anggrek Menggunakan Sensor Dht22,” *Jpf (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, Vol. 11, No. 1, Pp. 33–43, Jan. 2023, Doi: 10.24252/Jpf.V11i1.33419.
- [11] M. Bagus, R. Huda, And W. D. Kurniawan, “Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18b20 Berbasis Mikrokontroler Arduino,” 2022.
- [12] R. A. Budiman, D. Wahyudin, And M. Somantri, “Rancang Bangun Smart Home Dengan Platform Home Assistant.”