

Uji Kinerja Sensor Suhu DS18B20 Berbasis ESP32 pada Sistem Suhu Air Grooming Kucing

Ihsanul Hasbi^{1*}, Ibrahim Lammada², Muhamad Makin Faqih³, Ramadhan Adi Nugraha⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jalan HS Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Barat, Karawang, Indonesia

*Penulis Korespondensi, e-mail: 2210631160091@student.unsika.ac.id

Received: 26/05/2026

Revised: 11/07/2026

Accepted: 12/07/2026

ABSTRAK

Stabilitas suhu air (38 – 39°C) sangat krusial dalam proses *grooming* kucing untuk mencegah stres termal. Penelitian ini bertujuan merancang, mengevaluasi, dan mengkalibrasi sistem pemantau suhu menggunakan sensor DS18B20 berbasis ESP32. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis metrologi terhadap karakteristik statis sensor, khususnya evaluasi *zero shift error* dan penerapan kompensasi perangkat lunak (*software adjustment*) pada rentang suhu sensitif mamalia. Pengujian kinerja dilakukan dengan menggunakan termometer digital TP101 sebagai alat pembanding pada beberapa titik suhu dinamis. Hasil kuantitatif menunjukkan sensor memiliki tingkat kepresisian (*repeatability*) sangat tinggi (99,91% – 99,99%) dan linearitas yang sangat baik ($R^2 = 0,9899$). Evaluasi awal sebelum kompensasi menunjukkan *error* negatif sebesar –5,19% hingga –4,35%, dengan tingkat akurasi 94,81% hingga 95,65%. Konsistensi deviasi statis ini membuktikan pembacaan sensor sangat linier, sehingga kelemahan akurasi awal dapat diatasi secara efektif melalui kompensasi nilai *offset*. Hasil akhirnya, setelah penerapan kompensasi perangkat lunak, rata-rata *error* berhasil ditekan hingga +0,37%, sehingga instrumen terbukti andal, presisi, dan siap diimplementasikan untuk *grooming* dengan tingkat keakuratan yang mendekati alat pembanding.

Kata Kunci: DS18B20, ESP32, Kalibrasi, Karakteristik Statis, Suhu Air.

ABSTRACT

Water temperature stability (38 – 39°C) is crucial during the cat grooming process to prevent thermal stress. This research aims to design, evaluate, and calibrate a temperature monitoring system using the DS18B20 sensor based on ESP32. The novelty of this research lies in the metrological analysis of the sensor's static characteristics, specifically the evaluation of zero shift error and the application of software adjustment within the sensitive mammalian temperature range. Performance testing was conducted using the TP101 digital thermometer as a comparator tool at dynamic temperature points. Quantitative results showed the sensor has very high precision (*repeatability*) ranging from 99,91% to 99,99% and excellent linearity ($R^2 = 0.9899$). The initial evaluation before compensation indicated a negative error of –5.19% to –4.35%, with an accuracy rate of 94.81% to 95.65%. The consistency of this static deviation proves that the sensor readings are highly linear; therefore, the initial accuracy weakness was effectively overcome through offset value compensation. Ultimately, after the software adjustment, the average error was successfully reduced to +0.37%, proving the instrument reliable, precise, and ready to be implemented for grooming with an adjusted accuracy level closely matching the comparator tool.

Keywords: DS18B20, ESP32, Calibration, Static Characteristics, Water Temperature.

1. PENDAHULUAN

Manusia sebagai makhluk sosial membutuhkan interaksi untuk mempertahankan hidupnya, salah satunya dengan hewan peliharaan [1]. Survei Rakuten Insight pada tahun 2021 mengungkapkan bahwa 47%

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



masyarakat Indonesia memilih memelihara kucing [2]. Hewan ini memiliki daya tarik tersendiri, namun menuntut tanggung jawab perawatan ekstra, salah satunya adalah proses memandikan (*grooming*) [3].

Parameter kritis yang sering terabaikan dalam *grooming* adalah stabilitas suhu air. Suhu air idealnya harus dijaga pada rentang 38–39°C, menyesuaikan suhu normal tubuh kucing agar hewan tidak mengalami stres termal atau hipotermia. Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi efektif untuk memantau suhu air secara presisi [4]. Berbagai penelitian terdahulu telah banyak mengimplementasikan sensor suhu digital seperti DS18B20 untuk berbagai keperluan pemantauan air, seperti pada pengukuran nutrisi sistem hidroponik [5], pemantauan air pada budidaya ikan hias atau akuarium [6], hingga otomatisasi pakan ikan [7], hingga sistem pendingin presisi berbasis IoT [8]. Namun, mayoritas penelitian tersebut mengaplikasikan sensor secara langsung (*plug-and-play*) dalam rentang toleransi suhu yang lebar tanpa melakukan analisis metrologi yang mendalam. Padahal, studi internasional terbaru menunjukkan bahwa sensor berbiaya rendah seperti DS18B20 sering kali mengalami bias pembacaan atau ketidakpastian (*uncertainty*) sistematis sehingga membutuhkan pemodelan kalibrasi yang dapat dilacak (*traceable*) [9], serta pengujian perbandingan performa akurasi laboratorium untuk mengoreksi deviasinya [10].

Pengukuran suhu air untuk *grooming* memiliki karakteristik rentang dinamis yang sangat sempit dan sensitif (38–39°C). Kesalahan pembacaan kecil dapat berdampak pada keselamatan hewan. Kajian spesifik yang mengevaluasi karakteristik statis sensor, seperti tingkat presisi, linearitas, hingga evaluasi penyimpangan nol (*zero shift error*) pada rentang suhu ini masih jarang dieksplorasi secara komprehensif.

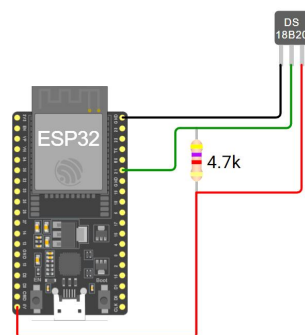
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dan melakukan kalibrasi instrumen sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler ESP32 secara spesifik pada rentang suhu *grooming* kucing. Kontribusi utama penelitian ini adalah analisis kuantitatif secara statistik terhadap akurasi awal bawaan, identifikasi kemungkinan sumber deviasi fisik, serta implementasi kompensasi linier perangkat lunak (*software adjustment*). Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu menghasilkan validitas data yang tinggi dan mendekati hasil alat ukur pembanding.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental kuantitatif untuk merancang, menguji, dan mengkalibrasi sistem pemantauan suhu air berbasis IoT. Tahapan penelitian dibagi menjadi perancangan perangkat keras, pengembangan algoritma dan *software adjustment*, serta prosedur pengujian karakteristik statis sensor.

2.1 Rancangan Sistem dan Pemilihan Komponen

Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali pengolahan data karena memiliki fitur *dual-core* serta integrasi modul WiFi yang efisien untuk proyek IoT [11]. Sensor suhu utama yang digunakan adalah DS18B20 karena memiliki selubung kedap air (*waterproof*) berbahan stainless steel yang ideal untuk media cair. Sensor ini berkomunikasi melalui protokol 1-*Wire* yang meminimalisir gangguan transmisi data digital. Sambungan antarkomponen dilakukan dengan menghubungkan pin data DS18B20 ke pin GPIO ESP32 yang dilengkapi resistor *pull-up* sebesar 4.7 k Ω untuk menjaga stabilitas sinyal dari *noise*.



Gambar 1: Konfigurasi Hardware Sistem Suhu



2.2 Algoritma Pembacaan dan Kompensasi

Pengolahan data tidak memerlukan intervensi *hardware* tambahan, melainkan dilakukan melalui algoritma di dalam Arduino IDE. Alur program meliputi inialisasi pin 1-*Wire*, pemanggilan instruksi pembacaan suhu dari sensor dalam satuan derajat Celsius, dan evaluasi nilai mentah (*raw data*). Apabila pada pengujian awal ditemukan bias deviasi pembacaan terhadap alat pembanding, algoritma ditambahkan sebuah fungsi *software adjustment* (kompensasi kalibrasi). Kompensasi ini dilakukan dengan menambahkan nilai konstanta *offset* yang diperoleh dari rata-rata *error* ke dalam variabel suhu mentah, sehingga data akhir yang dikirimkan ke *platform* IoT adalah suhu yang telah terkalibrasi.

2.3 Prosedur Pengujian dan Alat Pembanding

Untuk memastikan validitas data, sistem diuji silang terhadap termometer digital TP101 sebagai alat pembanding. Termometer TP101 dipilih karena memiliki spesifikasi *probe stainless steel* perendaman cairan dan resolusi tinggi (0.1°C). Prosedur pengujian dilakukan dengan media air bersih di dalam wadah isolator termal. Sensor DS18B20 dan termometer referensi dicelupkan secara bersamaan pada posisi dan kedalaman yang sama. Pengambilan data dilakukan pada 30 titik suhu dinamis yang berbeda, merentang dari 32 °C hingga 39°C. Guna memastikan konsistensi (*repeatability*), setiap titik suhu diuji sebanyak 5 kali pengulangan.

2.4 Metode Analisis Karakteristik Statis

Data hasil pengujian dievaluasi berdasarkan empat parameter karakteristik statis utama, yaitu presisi (*repeatability*), akurasi, *error* (bias statis), dan linearitas [12]. Perhitungan tersebut dilakukan menggunakan persamaan matematika berikut:

Presisi (*Repeatability*) mengukur konsistensi nilai dari beberapa kali pengulangan pada kondisi input yang sama [13].

$$\text{Presisi} = \left(1 - \frac{|X_n - \bar{X}|}{\bar{X}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Akurasi mengukur tingkat kedekatan nilai bacaan sensor terhadap nilai pembacaan alat pembanding [13].

$$\text{Akurasi} = 1 - \left(\frac{|\text{Nilai aktual} - \text{Nilai terukur}|}{\text{Nilai aktual}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Error (Kesalahan Pengukuran) menunjukkan persentase penyimpangan data terukur terhadap alat pembanding [14].

$$\text{Error} = \left(\frac{\text{Nilai Terukur} - \text{Nilai Aktual}}{\text{Nilai Aktual}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Linearitas dievaluasi menggunakan regresi linier sederhana guna melihat koefisien determinasi (R^2). Uji linearitas ini menentukan apakah pola pembacaan sensor proporsional terhadap peningkatan suhu aktual, yang menjadi dasar penerapan kompensasi linear [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk menguji kinerja sensor DS18B20 untuk mengetahui tingkat akurasi dan presisinya, lalu dibandingkannya dengan termometer TP101 sebagai referensi. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pengambilan sampel dengan 5 pengulangan pada rentang suhu air untuk kucing yang ideal antara 32 derajat celcius hingga 39 derajat celcius.



3.1 Analisis Kuantitatif dan Karakteristik Statis

Berdasarkan pengujian pada 30 titik suhu referensi (31,00°C – 37,00°C) dengan 5 kali pengulangan pada masing-masing titik, kinerja sensor DS18B20 dievaluasi secara statistik. Untuk menyederhanakan penyajian data, ringkasan hasil pengujian karakteristik statis sensor sebelum dilakukannya kompensasi *software* dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I : Ringkasan Statistik Hasil Pengujian Sensor DS18B20 Sebelum Kalibrasi

Parameter Uji	Nilai
Rentang Suhu Pengujian	31,00°C – 37,00°C (30 titik uji)
Nilai Presisi (<i>Repeatability</i>)	99,91% – 99,99%
Tingkat Akurasi Awal	94,81% – 95,65%
Error Minimum	-4,35%
Error Maksimum	-5,19%
Error rata-rata	-4,76%
Koefisien Determinasi	0,9899

Berdasarkan Tabel I, hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat presisi (*repeatability*) yang sangat tinggi, stabil di atas 99,9%. Hal ini dibuktikan dari minimnya simpangan data pada 5 kali pengulangan di setiap titik suhu. Namun demikian, akurasi pembacaan awal sensor (94,81%–95,65%) dipengaruhi oleh *error* bernilai negatif antara -5,19% hingga -4,35%. Karakteristik *error* yang sepenuhnya negatif ini menandakan adanya penyimpangan nol (*zero shift error*). Sensor secara sistematis merespons dan membaca suhu lebih rendah dibandingkan alat pembanding TP101.

3.2 Analisis Faktor Penyebab Error

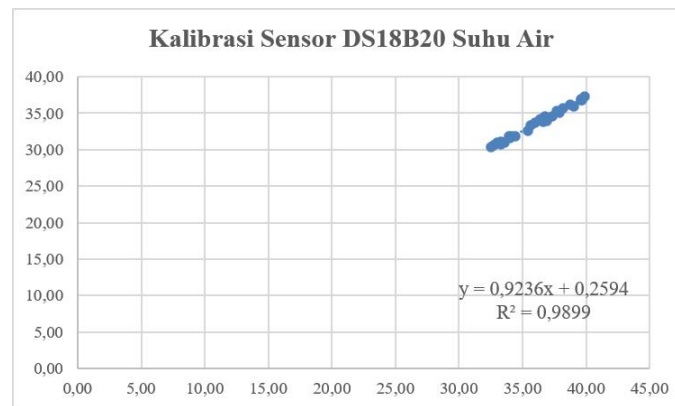
Jika dibandingkan dengan spesifikasi pabrik yang mengklaim batas toleransi *error* kecil, fenomena deviasi pada pengujian ini perlu ditinjau secara teknis. Terdapat beberapa faktor dugaan yang dihipotesiskan menjadi penyebab turunnya akurasi pembacaan pada sistem ini:

- Laju perpindahan panas dari media air ke komponen semikonduktor DS18B20 kemungkinan teredam oleh ketebalan selubung *stainless steel waterproof*, yang menyebabkan jeda pembacaan (*thermal delay*).
- Termometer TP101 yang digunakan merupakan alat pembanding yang belum melalui uji kalibrasi metrologi bersertifikat secara independen, sehingga perbedaan nilai bisa jadi bersumber dari pergeseran akurasi alat pembanding itu sendiri.
- Waktu stabilisasi sensor (*settling time*) di dalam wadah berpotensi belum mencapai titik setimbang sempurna saat data digital dicuplik oleh ESP32.

3.3 Kompensasi Software dan Regresi Linier

Meskipun terdapat deviasi *error* awal, analisis linearitas membuktikan bahwa kelemahan ini dapat diatasi. Sebaran data pembacaan sensor menghasilkan kurva regresi yang sangat baik.





Gambar 2: Regresi Linear Sensor DS18B20

Model kalibrasi regresi pada Gambar 2 menunjukkan kemiringan garis (*slope*) 0,9236 dengan nilai intercept sebesar 0,2594 dan koefisien determinasi $R^2 = 0,9899$. Angka R^2 yang mendekati 1 membuktikan bahwa variasi nilai respon sensor hampir secara sempurna mengikuti tren nilai aktual, yang menandakan linearitas tinggi.

Karena deviasi *error* bersifat statis dan linier, kesalahan akurasi awal diatasi melalui metode *software adjustment*. Dengan menyisipkan nilai *offset* ke dalam algoritma mikrokontroler, pembacaan suhu ESP32 berhasil dikoreksi secara signifikan. Untuk membuktikan tingkat keberhasilan metode kompensasi ini, pengujian ulang dilakukan pada 30 titik suhu setelah *software adjustment* diterapkan. Untuk mengefisienkan penyajian data, ringkasan perbandingan pembacaan sensor pada beberapa titik uji representatif (mewakili suhu rentang bawah, menengah, dan atas) disajikan pada Tabel II.

TABEL II : Ringkasan Komparasi Performa Sensor Sebelum dan Sesudah Kompensasi

Titik Uji	Suhu Aktual TP101 (°C)	Rata-rata Sensor Sebelum (°C)	Error Sebelum (%)	Rata-rata Sensor Sesudah (°C)	Error Sesudah (%)
Awal	31,00	29,39	-5,19%	31,01	0,03%
Bawah	32,45	30,84	-4,96%	33,08	1,94%
Tengah	33,90	32,29	-4,75%	33,90	0,00%
Atas	35,34	33,73	-4,55%	35,33	-0,03%
Akhir	37,00	35,39	-4,35%	36,98	-0,05%

Berdasarkan Tabel diatas, setelah kompensasi diaktifkan, simpangan akurasi berhasil direduksi secara drastis. Persentase *error* rata-rata yang sebelumnya berada di kisaran ~4,7% berhasil ditekan turun mendekati 0% (rata-rata *error* akhir hanya +0,37%). Nilai pembacaan akhir menunjukkan hasil yang hampir identik dengan suhu aktual pada termometer referensi. Meskipun terekam anomali fluktuasi sesaat pada titik uji 32,45°C (kemungkinan akibat *thermal delay* atau pergeseran posisi *probe* sementara), tren keseluruhan tetap menunjukkan akurasi yang sangat tinggi. Hal ini membuktikan bahwa instrumen pemantauan suhu ini telah beroperasi secara presisi dan siap diimplementasikan untuk kebutuhan *grooming* kucing.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang, menguji, dan mengkalibrasi sistem pemantauan suhu air menggunakan sensor digital DS18B20 berbasis mikrokontroler ESP32 untuk pemenuhan standar keamanan grooming hewan peliharaan. Berdasarkan analisis karakteristik statis, sensor menunjukkan tingkat presisi (repeatability) dan linearitas yang sangat baik. Pada pengujian awal, instrumen memiliki deviasi akurasi berupa error negatif dengan rata-rata sebesar -4,76%, yang secara teknis dipengaruhi oleh zero shift error serta resistansi termal selubung probe. Namun, karena sifat deviasi yang linier dan konsisten, kelemahan akurasi ini berhasil diatasi secara efektif melalui penerapan *software adjustment* (kompensasi offset). Setelah

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



kompensasi diterapkan pada algoritma, tingkat error rata-rata berhasil direduksi secara drastis hingga mendekati nol, yakni menjadi +0,37%. Hasil akhir ini membuktikan bahwa instrumen pengukuran menjadi sangat presisi, andal, dan sebanding dengan alat ukur termometer referensi/pembanding. Sistem ini dipastikan layak dan aman untuk diimplementasikan dalam menjaga stabilitas suhu air grooming kucing secara ideal. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan algoritma kalibrasi dinamis guna mengantisipasi thermal delay pada fluktuasi suhu ekstrem, serta penggunaan alat ukur pembanding yang telah bersertifikat metrologi resmi untuk standarisasi mutlak.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan serta doa selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada bapak Ibrahim Lammada selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Nisa', R. S. Anugrah Prasetya, C. D. Rahmadewi, M. A. Nurdianto, M. H. Aziz, and H. Maulana, "Perancangan User Interface Pada Aplikasi E-Commerce Petshop Happypals Dengan Metode Desain Thinking," *J. Ilm. Inform. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 57–69, 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i2.28.
- [2] F. T. Salsabila, K. Nurfitri, and Y. Litanianda, "Penerapan Fuzzy K-Nearest Neighbor untuk Diagnosa Penyakit Kulit pada Kucing," *J. Inform. Polinema*, vol. 10, no. 1, pp. 141–150, 2023, doi: 10.33795/jip.v10i1.1424.
- [3] P. Romadiana, A. Septryanti, and L. I. Sari, "Implementasi Algoritma Certainty Factor Dalam Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Kulit Pada Kucing," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 10, no. 3, p. 545, 2021, doi: 10.35889/jutisi.v10i3.724.
- [4] M. B. R. Huda and W. D. Kurniawan, "ANALISA SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR MENGGUNAKAN SENSOR DS18B20 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 07, pp. 18–23, 2022.
- [5] W. S. J. Saputra, F. Muttaqin, and Indrianti, "Pemantauan Suhu Air Pada Sistem Tanaman Hidroponik Menggunakan Sensor DS18B20 Waterproof," *J. Electr. Eng. Technol.*, pp. 60–64, 2021.
- [6] R. N. Ikhsan and N. Syafitri, "Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias," *Pros. Semin. Nas. Energi, Telekomun. dan Otomasi*, pp. 18–26, 2021.
- [7] F. R. Ibrahim, F. T. Syifa, and H. Pujiharsono, "Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 63–72, 2023.
- [8] S. Kinasih and A. A. R., "IoT-Based Monitoring of Evaporator Icing and Electrical Current in Precision Air Conditioning," *J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 46–54, 2026.
- [9] J. A. Rodríguez-rama *et al.*, "Metrological Validation of Low-Cost DS18B20 Digital Temperature Sensors Using the TH-001 Procedure: Calibration Models, Uncertainty, and Reproducibility," *Metrology*, pp. 1–27, 2026.
- [10] D. Yulizar, S. S. B., and N. Ananda, "Performance Analysis Comparison of DHT11, DHT22 and DS18B20 as Temperature Measurement," *ICSES*, vol. 1, pp. 37–45, 2023, doi: 10.2991/978-94-6463-232-3.
- [11] M. A. Reinanda, V. N. Sulu, R. B. Alfredo, and T. H. Rochadiani, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN SENSOR DS18B20 DAN FLOAT SENSOR UNTUK MONITORING SUHU DAN KETINGGIAN AIR PADA PROSES MEMANDIKAN BAYI," *JATI*, vol. 8, no. 3, pp. 3824–3829, 2024.
- [12] T. Y. Nainggolana, S. Oktavianitaa, O. M. Kristanataa, A. M. Triviadataa, and T. L. A. Silitonga, "Penggunaan Sensor DHT22 pada Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Temperatur Kandang Ayam," *Talent. Conf. Ser.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–71, 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2172.
- [13] A. Syah and I. Surjati, *Teknik Pengukuran dan Instrumentasi*. Bengkulu: Elmarkazi, 2022.
- [14] R. Alfian, A. Steafanie, and Y. Saragih, "Analisa Kinerja Sensor untuk Pengukuran Kualitas Air pada Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 11–26, 2022.
- [15] A. Syahputera, Muhaimin, and Azhar, "Analisa Kalibrasi Level Transmitter Dengan Metode Uji Linieritas Arus Pada Plant Kontrol Level," *J. Tektra*, vol. 06, no. 01, pp. 6–10, 2022.

