

PERANCANGAN DAN EVALUASI SISTEM PENDINGIN MINI BUAH DAN SAYURAN BERBASIS SENSOR DS18B20 DAN DHT11

Henokh Markiano Louhanapessy^{1*}, Azis Maulana Ibrahim², Bagas Sulisty³, Rifky Abilio Faizal⁴, Yuliarman Saragih⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Singaperbangsa Karawang; Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361; Telp. (0267)

Keywords:

pendingin mini, DS18B20, DHT11, ESP8266, IoT, suhu penyimpanan..

Correspondent Email:

2110631160078@student.unsika.ac.id

Buah dan sayuran merupakan komoditas yang mudah rusak jika tidak disimpan dalam suhu dan kelembapan yang sesuai. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi sistem pendingin mini berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan sensor DS18B20 dan DHT11 untuk menjaga kestabilan suhu penyimpanan. Sistem ini dirancang menggunakan ESP8266 sebagai pengendali utama, dengan integrasi tampilan data suhu pada LCD dan pemantauan jarak jauh melalui platform IoT ThingSpeak. Pengujian dilakukan terhadap performa sensor dari sisi akurasi, presisi, sensitivitas, dan resolusi pada sepuluh variasi suhu aktual. Hasil menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki akurasi tinggi ($\geq 98\%$), presisi stabil ($< 3\%$), serta sensitivitas dan resolusi yang lebih baik dibandingkan DHT11. Sebaliknya, sensor DHT11 menunjukkan fluktuasi yang lebih besar dan hanya mampu membaca perubahan suhu dalam kelipatan 1°C . Sistem pendingin berhasil merespons perubahan suhu secara otomatis dengan pengendalian kipas aktif berdasarkan ambang suhu yang telah ditentukan. Dengan karakteristik tersebut, sistem ini dinilai layak digunakan sebagai solusi efisien untuk memperpanjang kesegaran buah dan sayuran dalam skala rumah tangga maupun usaha kecil.

Fruits and vegetables are perishable commodities if not stored at the right temperature and humidity. This research aims to design and evaluate a microcontroller-based mini cooling system equipped with DS18B20 and DHT11 sensors to maintain stable storage temperature. The system is designed using ESP8266 as the main controller, with integration of temperature data display on LCD and remote monitoring through ThingSpeak IoT platform. Tests were conducted on sensor performance in terms of accuracy, precision, sensitivity, and resolution at ten actual temperature variations. Results show that the DS18B20 sensor has high accuracy ($\geq 98\%$), stable precision ($< 3\%$), and better sensitivity and resolution than the DHT11. In contrast, the DHT11 sensor showed larger fluctuations and was only able to read temperature changes in 1°C increments. The cooling system successfully responds to temperature changes automatically by controlling the active fan based on a predetermined temperature.

1. PENDAHULUAN

Buah dan sayuran merupakan komoditas pangan yang mudah rusak jika tidak

disimpan dalam kondisi suhu dan kelembapan. Buah dan sayuran merupakan komoditas pangan yang sangat rentan mengalami

kerusakan akibat suhu dan kelembapan yang tidak terkontrol, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia[1]. Kerusakan ini tidak hanya menurunkan kualitas gizi dan kesegaran produk, tetapi juga menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, baik bagi rumah tangga maupun pedagang kecil. Umumnya, solusi penyimpanan dan pendinginan yang tersedia masih berbiaya tinggi, berukuran besar, serta tidak efisien untuk digunakan dalam skala kecil[2].

Merespons tantangan ini, dikembangkanlah sebuah sistem pendingin mini yang hemat energi, portabel, dan terjangkau, menggunakan sensor suhu DS18B20 dan DHT11. Kedua sensor ini berperan penting dalam pemantauan dan pengendalian otomatis terhadap suhu serta kelembapan lingkungan penyimpanan[3]. Sistem ini tidak hanya dirancang untuk menjaga suhu dalam kisaran optimal guna memperpanjang masa simpan buah dan sayuran, tetapi juga menyediakan data pengukuran yang akurat, presisi, dan real-time melalui platform Internet of Things (IoT)[4].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem pendingin mini berbasis mikrokontroler yang dilengkapi sensor DS18B20 dan DHT11. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap data acuan, serta menilai karakteristik sensor dalam hal akurasi, sensitivitas, presisi, dan resolusi. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dikembangkan mampu menjadi solusi praktis dan efisien untuk penyimpanan buah dan sayuran dalam skala rumah tangga maupun usaha kecil[5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital dengan output data dalam format digital melalui komunikasi 1-Wire. Sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$, dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, serta resolusi hingga 12-bit. Keunggulan sensor ini adalah kemampuannya mendeteksi perubahan suhu secara halus (sensitivitas tinggi), akurasi yang baik, dan kompatibilitas tinggi dengan mikrokontroler seperti Arduino dan ESP8266. Dalam proyek ini, DS18B20 digunakan untuk

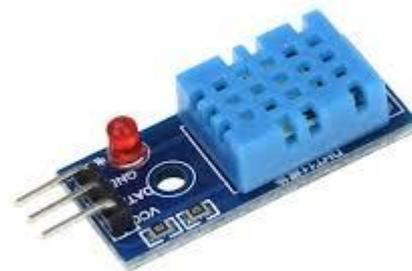
memperoleh data suhu secara presisi di dalam sistem pendingin[6].



Gambar 1. Sensor DS18B20

2.2 Sensor DHT11

DHT11 merupakan sensor yang mampu mengukur suhu dan kelembapan secara bersamaan. Sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu antara 0°C hingga 50°C dengan akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$, serta rentang kelembapan relatif 20–90% RH dengan akurasi $\pm 5\%$. Meskipun tidak sepresisi DS18B20, DHT11 cukup efisien untuk pengawasan kondisi lingkungan secara umum. Sensor ini digunakan dalam proyek untuk memberikan data kelembapan tambahan sebagai referensi pengendalian kondisi penyimpanan buah dan sayuran[7].

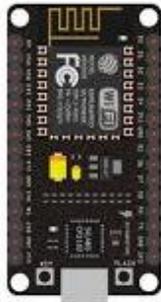


Gambar 2. Sensor DHT11

2.3 Mikrokontroler ESP8266

ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi. Dalam proyek ini, ESP8266 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem, yang menerima data

dari sensor, mengolahnya, menampilkan informasi ke LCD, serta mengirimkannya ke platform cloud ThingSpeak. Keunggulan ESP8266 meliputi ukuran kecil, harga terjangkau, kemampuan pemrograman melalui Arduino IDE, dan kemudahan konektivitas nirkabel[8].



Gambar 3. Mikrokontroler Esp8266

2.4 LCD I2C

Liquid Crystal Display (LCD) I2C 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi suhu secara langsung di alat pendingin. Antarmuka I2C memungkinkan komunikasi antara mikrokontroler dan LCD menggunakan hanya dua pin (SDA dan SCL), sehingga menghemat pin digital dan menyederhanakan koneksi rangkaian. LCD I2C dalam proyek ini mempermudah pengguna untuk memantau suhu secara visual tanpa perlu mengakses data secara daring[9].



Gambar 4. LCD I2C

2.5 ThingSpeak

ThingSpeak adalah platform IoT berbasis cloud yang memungkinkan pengumpulan, visualisasi, dan analisis data secara real-time. Dalam proyek ini, ThingSpeak digunakan untuk

menyimpan dan menampilkan data suhu yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP8266. Hal ini memungkinkan pengguna memantau kondisi suhu dari jarak jauh melalui internet. Platform ini juga mendukung integrasi dengan MATLAB untuk dianalisis[10].

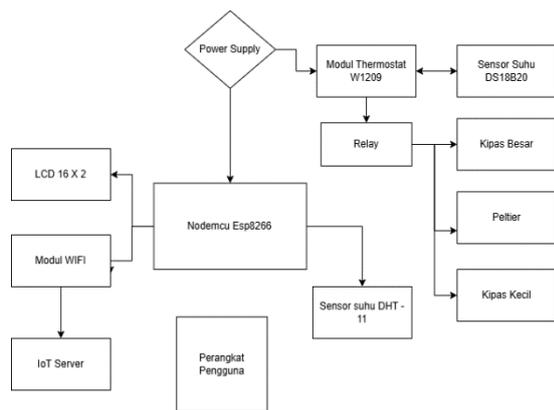
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa eksperimen (experimental engineering) yang berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pendingin mini untuk buah dan sayuran. Sistem ini dikembangkan secara bertahap, dimulai dari identifikasi masalah yang dihadapi oleh pelaku usaha kecil dan rumah tangga dalam menjaga kesegaran produk buah dan sayuran. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan perancangan sistem pendingin yang hemat energi, portabel, serta mampu memantau suhu dan kelembapan secara otomatis menggunakan sensor DS18B20 dan DHT11[11].

3.1 Diagram Blok Sistem

Dalam penelitian ini, Perancangan sistem pendingin mini ini didasarkan pada integrasi beberapa komponen utama yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam pengoperasian sistem. Mikrokontroler ESP8266 berperan sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor dan mengendalikan aktuator berdasarkan logika pemrograman[12]. Sensor DS18B20 digunakan untuk membaca suhu dengan akurasi tinggi dan resolusi 12-bit, sedangkan DHT11 digunakan untuk memantau suhu serta kelembapan secara simultan. Kedua sensor ini memberikan data lingkungan internal sistem pendingin secara berkala[13].

Aktuator utama berupa kipas DC yang diaktifkan berdasarkan ambang suhu tertentu, bertujuan untuk menjaga kestabilan suhu di dalam ruang penyimpanan. Untuk memberikan umpan balik visual secara lokal kepada pengguna, digunakan modul LCD I2C yang menampilkan suhu dan status kipas secara real-time. Selain itu, data yang diperoleh dikirimkan ke platform ThingSpeak melalui koneksi Wi-Fi yang disediakan oleh ESP8266, memungkinkan pengguna memantau kondisi pendingin secara jarak jauh melalui Internet of Things (IoT)[14].

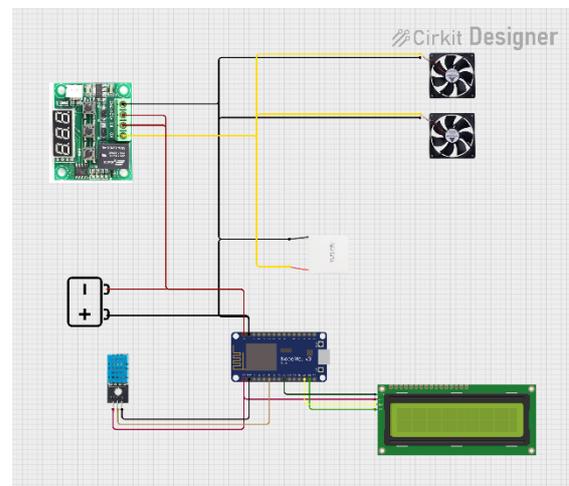


Gambar 5. Diagram Blok

3.2 Skematik Rangkaian

Studi Rangkaian sistem dirancang dengan pendekatan modular, di mana masing-masing komponen terhubung secara digital ke mikrokontroler. Sensor DS18B20 terhubung ke salah satu pin digital mikrokontroler menggunakan protokol OneWire, yang memungkinkan pembacaan data suhu secara efisien dengan koneksi tunggal. Sensor DHT11 disambungkan ke pin D7, yang dikonfigurasi sebagai input digital untuk pembacaan suhu dan kelembapan.

Modul LCD I2C dihubungkan ke pin komunikasi serial I2C (SDA dan SCL) dari ESP8266, sehingga penggunaan pin lebih hemat dibandingkan dengan LCD konvensional. Untuk sistem pendingin, kipas DC dikontrol melalui pin output digital menggunakan modul relay atau pengendali PWM, bergantung pada jenis kipas yang digunakan. Rangkaian ini memungkinkan sistem secara otomatis mengaktifkan atau menonaktifkan kipas saat suhu melebihi ambang yang telah ditentukan dalam program[15].



Gambar 6. Skematik rangkaian

3.3 Diagram Alur kerja

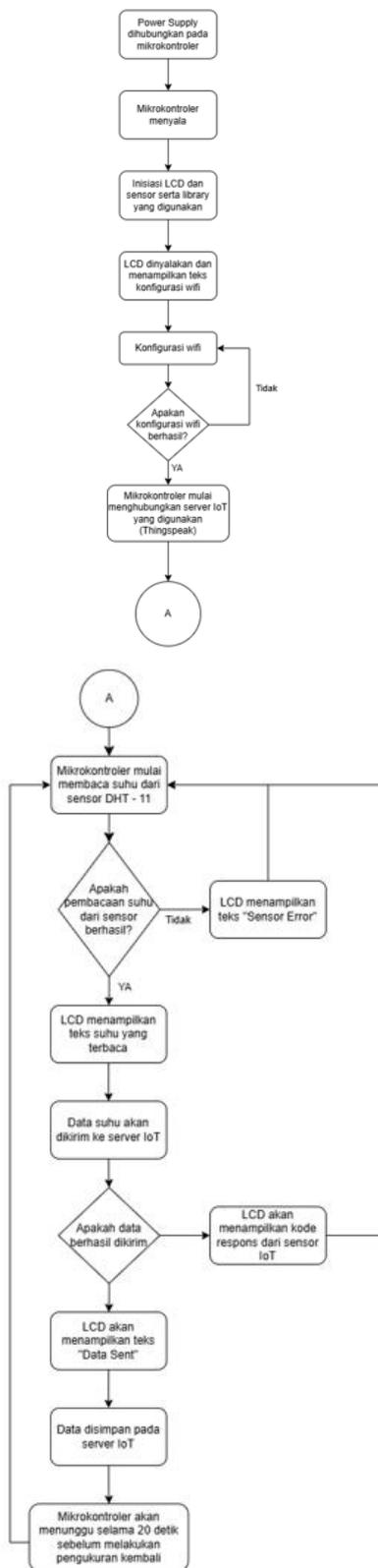
Alur kerja sistem dimulai dengan inialisasi seluruh perangkat, termasuk sensor, LCD, koneksi Wi-Fi, dan layanan IoT ThingSpeak. Setelah inialisasi berhasil, sistem masuk ke dalam loop utama yang berjalan secara terus-menerus. Dalam loop ini, pembacaan suhu dan kelembapan dilakukan menggunakan sensor DS18B20 dan DHT11. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan secara lokal pada LCD I2C, memberikan informasi langsung kepada pengguna terkait kondisi lingkungan pendingin.

Selanjutnya, data suhu dikirimkan ke ThingSpeak untuk dicatat dan dianalisis secara daring. Pengiriman data dilakukan setiap interval tertentu, yaitu setiap 20 detik. Jika suhu yang terbaca melebihi batas suhu yang telah diprogram, maka kipas akan diaktifkan secara otomatis untuk menurunkan suhu. Ketika suhu sudah berada dalam kisaran normal, kipas akan dimatikan kembali. Proses ini berlangsung secara otomatis dan terus-menerus selama sistem aktif.

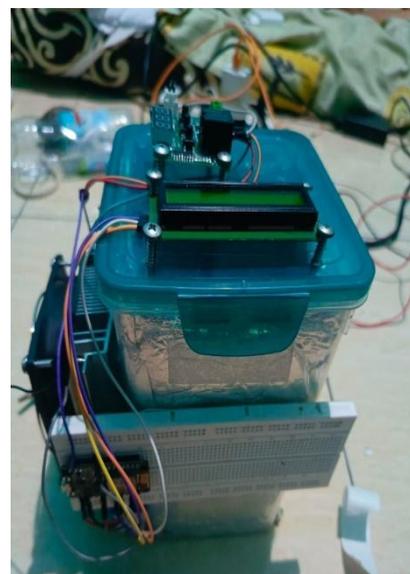
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem pendingin mini dalam menjaga suhu buah dan sayuran pada kondisi optimal. 5 kali pengulangan percobaan dilakukan dengan memantau suhu awal dan perubahan suhu setelah sistem dinyalakan. Hasil pengukuran suhu diperoleh dari sensor DS18B20 dan DHT11, lalu dibandingkan dengan suhu referensi menggunakan termometer standar.



Gambar 7. Diagram Alur kerja



Gambar 8. Keseluruhan sistem alat



Gambar 9. Display monitoring DHT11 dan DS18B20

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sensor DHT11 dan DS18B20 dalam sistem

pemantauan suhu otomatis, dapat disimpulkan bahwa DS18B20 menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan DHT11 dalam hal akurasi, presisi, sensitivitas, dan resolusi. Sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai rata-rata di atas 99%, serta presisi yang baik dengan simpangan baku relatif umumnya di bawah 2,5%, menunjukkan kestabilan data yang kuat antar pengulangan. Sebaliknya, sensor DHT11 menunjukkan hasil yang lebih fluktuatif, dengan akurasi yang masih dapat diterima pada kisaran 97–99%, namun presisinya kurang baik karena simpangan data antar pengulangan mencapai lebih dari 5% pada beberapa titik. Dari sisi sensitivitas, keduanya memiliki respons dasar sebesar 1,00 mV/°C, namun DS18B20 terbukti lebih responsif dalam mendeteksi perubahan suhu kecil berkat resolusi tinggi sebesar 0,0625°C, dibandingkan DHT11 yang hanya mampu membaca suhu dalam kelipatan 1°C. Oleh karena itu, untuk sistem yang memerlukan ketelitian dan kestabilan seperti pendingin buah dan sayuran otomatis, DS18B20 lebih direkomendasikan, sedangkan DHT11 lebih cocok diterapkan pada sistem pemantauan suhu sederhana yang tidak memerlukan tingkat presisi tinggi.

4.2 Hasil Pengujian Sensor DS18B20

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor DS18B20

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Akurasi (%)
	1	2	3	4	5	
30.0	30	30	31	30	31	99.33%
28.5	28	29	29	29	28	98.25%
32.0	32	31	31	32	32	99.38%
25.0	25	25	26	25	24	99.20%
27.0	26	27	27	27	26	99.26%
26.5	26	27	27	26	27	99.06%
33.5	33	34	33	33	34	99.10%
31.0	31	31	31	30	31	99.35%
29.0	29	28	29	30	29	99.08%
24.0	24	24	25	25	24	99.17%

Pada data hasil pengujian yang dilakukan pada 10 variasi suhu aktual, sensor DS18B20 menunjukkan performa pengukuran yang sangat baik. Hampir di semua titik, nilai-nilai yang terbaca dari sensor sangat dekat

dengan suhu sebenarnya. Bahkan, tingkat akurasi berada di atas 98%, yang artinya deviasi antara nilai sensor dan suhu referensi sangat kecil.

Pada suhu aktual 32°C, nilai pengukuran berkisar antara 31°C dan 32°C, dengan tingkat akurasi mencapai 99,38%—ini menunjukkan bahwa DS18B20 cukup sensitif dan mampu merespons suhu tinggi dengan baik. Di sisi lain, meskipun pengujian pada suhu 28,5°C menghasilkan akurasi sedikit lebih rendah (98,25%), perbedaannya tetap kecil dan bisa dibilang tidak signifikan dalam konteks aplikasi sehari-hari.

Secara umum, DS18B20 mampu menjaga konsistensi dan ketepatan pembacaannya. Tidak ada lonjakan nilai yang aneh atau meleset jauh dari suhu acuan, bahkan pada kondisi suhu rendah seperti 24°C atau tinggi seperti 33,5°C. Hal ini memperkuat kesan bahwa sensor ini memang dirancang untuk aplikasi yang memerlukan ketelitian dan kestabilan suhu, seperti pada sistem pendingin buah atau ruang penyimpanan bahan pangan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Presisi Sensor DS18B20

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Presisi (%)
	1	2	3	4	5	
30.0	30	30	31	30	31	1.49%
28.5	28	29	29	29	28	1.92%
32.0	32	31	31	32	32	1.71%
25.0	25	25	26	25	24	2.83%
27.0	26	27	27	27	26	2.03%
26.5	26	27	27	26	27	2.07%
33.5	33	34	33	33	34	1.59%
31.0	31	31	31	30	31	1.44%
29.0	29	28	29	30	29	2.44%
24.0	24	24	25	25	24	2.28%

Hasil pengujian presisi sensor DS18B20 menunjukkan bahwa sensor ini memiliki tingkat kestabilan yang cukup baik pada setiap titik suhu aktual yang diuji. Persentase presisi yang diukur melalui simpangan baku relatif dari lima kali pengulangan berada dalam rentang 1,44% hingga 2,83%, dengan sebagian besar nilai berada di kisaran 1–2%. Nilai ini menunjukkan bahwa perbedaan antar pembacaan sensor

relatif kecil, yang berarti sensor dapat memberikan hasil yang konsisten meskipun dilakukan pengukuran berulang dalam kondisi yang sama.

Presisi terbaik diperoleh pada suhu aktual 31°C, dengan nilai presisi sebesar 1,44%, sedangkan presisi terendah terdapat pada suhu 25°C sebesar 2,83%. Meskipun terjadi sedikit fluktuasi pada beberapa titik pengukuran, seperti suhu 25°C dan 29°C, variasi tersebut masih dalam batas wajar dan tidak menunjukkan anomali yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DS18B20 mampu menjaga kestabilan pembacaan, bahkan dalam rentang suhu menengah hingga tinggi.

Secara keseluruhan, performa presisi DS18B20 mendukung karakteristik teknis sensor ini yang memang dirancang untuk pengukuran suhu dengan resolusi tinggi (hingga 0,0625°C) dan akurasi ±0,5°C. Nilai presisi yang cukup rendah menandakan bahwa sensor ini sangat layak digunakan pada sistem monitoring atau kendali suhu yang memerlukan data yang stabil dan dapat diandalkan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensitivitas Sensor DS18B20

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Sensitivitas (mV/°C)
	1	2	3	4	5	
30.0	30	30	31	30	31	1.00
28.5	28	29	29	29	28	1.00
32.0	32	31	31	32	32	1.00
25.0	25	25	26	25	24	1.00
27.0	26	27	27	27	26	1.00
26.5	26	27	27	26	27	1.00
33.5	33	34	33	33	34	1.00
31.0	31	31	31	30	31	1.00
29.0	29	28	29	30	29	1.00
24.0	24	24	25	25	24	1.00

Sensitivitas merupakan kemampuan sensor dalam merespons perubahan suhu dengan perubahan output yang sesuai. Berdasarkan data pengukuran yang dilakukan sebanyak lima kali pada masing-masing titik suhu aktual, sensitivitas sensor DS18B20 tercatat konsisten berada di angka 1,00 mV/°C. Nilai ini mencerminkan bahwa sensor memberikan perubahan output sebesar satu satuan digital untuk setiap kenaikan suhu sebesar satu derajat Celsius, sesuai dengan

karakteristik digital yang dimiliki sensor DS18B20.

Karena DS18B20 merupakan sensor suhu digital, sensitivitasnya tidak dinyatakan dalam bentuk tegangan analog seperti pada sensor LM35 (yang memiliki sensitivitas 10 mV/°C), melainkan langsung menghasilkan data suhu dalam satuan °C. Dengan resolusi hingga 0,0625°C, sensor ini mampu mendeteksi fluktuasi suhu yang sangat kecil. Namun, pada data yang diperoleh, perubahan nilai suhu tampak masih berada dalam interval 1°C karena pembacaan belum ditampilkan dalam format pecahan desimal. Meskipun demikian, nilai sensitivitas tetap konsisten, yang menandakan bahwa setiap perubahan suhu menghasilkan perubahan output yang proporsional dan stabil.

Konsistensi nilai sensitivitas ini menunjukkan bahwa DS18B20 merupakan sensor yang andal untuk aplikasi pengukuran suhu yang membutuhkan ketepatan respons terhadap perubahan suhu, seperti sistem pendingin berbasis mikrokontroler atau pemantauan suhu penyimpanan bahan pangan. Dengan output digital yang langsung dapat digunakan tanpa proses konversi tambahan, sensor ini memberikan kemudahan integrasi sekaligus memastikan keakuratan respons terhadap perubahan suhu di lingkungan sekitarnya.

Tabel 4. Hasil Pengujian Resolusi Sensor DS18B20

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Resolusi (°C)
	1	2	3	4	5	
30.0	30	30	31	30	31	1.0
28.5	28	29	29	29	28	1.0
32.0	32	31	31	32	32	1.0
25.0	25	25	26	25	24	1.0
27.0	26	27	27	27	26	1.0
26.5	26	27	27	26	27	1.0
33.5	33	34	33	33	34	1.0
31.0	31	31	31	30	31	1.0
29.0	29	28	29	30	29	1.0
24.0	24	24	25	25	24	1.0

Resolusi merupakan kemampuan sensor untuk mendeteksi perubahan suhu terkecil yang dapat dibedakan secara nyata dalam hasil pengukuran. Berdasarkan data yang diperoleh dari lima kali pengukuran pada sepuluh titik

suhu aktual, sensor DS18B20 menunjukkan nilai resolusi sebesar 1,0°C. Nilai ini menunjukkan bahwa perubahan suhu yang terekam dari satu pengukuran ke pengukuran lain terjadi dalam kelipatan satu derajat, tanpa adanya pembacaan pecahan suhu (seperti 30,2°C atau 28,8°C).

Padahal secara spesifikasi teknis, sensor DS18B20 mampu memberikan resolusi hingga 0,0625°C karena menggunakan format 12-bit digital. Namun, hasil pengukuran menunjukkan bahwa pembacaan masih berada pada level integer, yang kemungkinan disebabkan oleh dua hal: pertama, format tampilan atau konversi data pada sistem mikrokontroler belum mengaktifkan mode resolusi penuh; dan kedua, kode program atau antarmuka pembaca data belum dirancang untuk menampilkan nilai desimal.

Meskipun demikian, pembacaan tetap terlihat responsif terhadap perubahan suhu, dengan perbedaan nilai yang wajar antar perulangan. Hal ini menandakan bahwa resolusi fisik sensor sebenarnya lebih tinggi dari yang terlihat, namun belum dimaksimalkan secara sistemik dalam pembacaan dan penyajian data. Dengan demikian, untuk aplikasi yang memerlukan detail pembacaan suhu secara presisi (misalnya, kendali suhu berbasis ambang batas mikro), disarankan untuk mengoptimalkan pembacaan data sensor agar mampu menampilkan resolusi maksimal yang dimiliki DS18B20.

4.3 Hasil Pengujian Sensor DHT11

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor DHT11

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Akurasi (%)
	1	2	3	4	5	
30.0	29	30	31	30	29	99.33%
28.5	28	30	29	28	27	98.25%
32.0	33	31	32	34	30	98.13%
25.0	24	25	26	24	27	98.40%
27.0	26	27	29	27	26	99.26%
26.5	25	27	26	28	27	98.11%
33.5	34	32	35	31	32	97.46%
31.0	30	32	31	30	33	98.06%
29.0	30	28	27	30	29	98.16%
24.0	25	23	24	26	24	98.33%

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada 10 titik suhu aktual, sensor DHT11 menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik namun tidak setinggi sensor presisi seperti DS18B20. Nilai akurasi berkisar antara 97,46% hingga 99,33%, yang menunjukkan bahwa sensor ini masih mampu mendeteksi suhu dengan cukup mendekati nilai referensi, walaupun terdapat beberapa fluktuasi antar perulangan.

pada suhu aktual 30,0°C, hasil pengukuran sensor berkisar antara 29°C hingga 31°C, dan menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 99,33%. Namun, pada suhu 33,5°C, nilai pengukuran sensor menyebar cukup luas dari 31°C hingga 35°C, yang menyebabkan akurasi turun menjadi 97,46%. Pola serupa juga terjadi pada beberapa titik lain, di mana nilai pengukuran meloncat ±1°C hingga ±2°C dari suhu aktual. Hal ini wajar mengingat DHT11 memiliki resolusi sebesar 1°C dan akurasi bawaan sekitar ±2°C, sehingga perubahan suhu kecil sering kali tidak terekam secara halus.

Kecenderungan pembacaan DHT11 yang fluktuatif juga menunjukkan bahwa sensor ini lebih cocok digunakan untuk indikasi umum suhu, bukan untuk kebutuhan pemantauan yang membutuhkan akurasi dan stabilitas tinggi. Meskipun demikian, hasil pengujian ini masih menunjukkan bahwa DHT11 dapat berfungsi dengan baik dalam aplikasi sederhana atau non-kritis, seperti monitoring suhu ruangan, rumah kaca kecil, atau sistem otomatisasi sederhana yang tidak memerlukan presisi tinggi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Presisi Sensor DHT11

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Presisi (%)
	1	2	3	4	5	
30.0	29	30	31	30	29	2.79%
28.5	28	30	29	28	27	3.91%
32.0	33	31	32	34	30	4.88%
25.0	24	25	26	24	27	5.31%
27.0	26	27	29	27	26	3.91%
26.5	25	27	26	28	27	4.22%
33.5	34	32	35	31	32	5.39%
31.0	30	32	31	30	33	4.22%
29.0	30	28	27	30	29	4.22%
24.0	25	23	24	26	24	4.47%

Dari hasil pengujian lima kali pengulangan terhadap sepuluh titik suhu aktual, sensor DHT11 menunjukkan tingkat presisi yang cenderung berfluktuasi dan kurang konsisten. Nilai presisi yang dinyatakan dalam bentuk simpangan baku relatif (dalam persen) berkisar antara 2,79% hingga 5,39%, dengan sebagian besar titik uji menunjukkan presisi di atas 4%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran DHT11 cukup bervariasi antar perulangan, bahkan ketika suhu sebenarnya relatif stabil.

Presisi terbaik tercatat pada suhu 30,0°C, dengan nilai 2,79%, yang berarti pengukuran sensor cukup konsisten dalam kondisi tersebut. Sebaliknya, presisi terendah atau paling menyebar muncul pada suhu 33,5°C, dengan nilai 5,39%, di mana hasil pengukuran berkisar dari 31°C hingga 35°C. Rentang pembacaan yang cukup lebar ini menandakan bahwa sensor kurang mampu menjaga kestabilan pembacaan suhu ketika terjadi sedikit perubahan suhu atau kondisi lingkungan.

Penyebab utama dari rendahnya presisi ini kemungkinan besar berasal dari keterbatasan resolusi sensor DHT11, yang hanya mampu mendeteksi suhu dalam kelipatan 1°C dan memiliki toleransi kesalahan hingga ±2°C. Dengan resolusi dan akurasi serendah itu, fluktuasi kecil dalam suhu sekitar tidak dapat ditangkap secara halus, dan ini menyebabkan loncatan nilai antar pengukuran yang memengaruhi hasil presisi.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensitivitas Sensor DHT11

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Sensitivitas (mV/°C)
	1	2	3	4	5	
30.0	29	30	31	30	29	1.00
28.5	28	30	29	28	27	1.00
32.0	33	31	32	34	30	1.00
25.0	24	25	26	24	27	1.00
27.0	26	27	29	27	26	1.00
26.5	25	27	26	28	27	1.00
33.5	34	32	35	31	32	1.00
31.0	30	32	31	30	33	1.00
29.0	30	28	27	30	29	1.00
24.0	25	23	24	26	24	1.00

Sensitivitas merupakan ukuran seberapa besar perubahan output sensor terhadap perubahan suhu yang terjadi. Berdasarkan data pengujian yang dilakukan sebanyak lima kali pada setiap titik suhu aktual, nilai sensitivitas sensor DHT11 secara umum ditampilkan konstan, yaitu 1,00 mV/°C. Hal ini sesuai dengan karakteristik dasar sensor DHT11, yang memiliki output digital dengan perubahan sebesar 1°C untuk setiap 1 unit pembacaan.

Namun, meskipun nilai sensitivitas secara teoritis konstan, data pengukuran menunjukkan bahwa kemampuan DHT11 dalam mendeteksi perubahan suhu kecil masih sangat terbatas. Hal ini terlihat dari variasi pembacaan yang melompat ±1 hingga ±2°C meskipun perubahan suhu sebenarnya kemungkinan tidak sebesar itu. Kondisi ini menunjukkan bahwa sensitivitas praktisnya bersifat kasar — perubahan suhu harus cukup signifikan untuk tercermin dalam pembacaan sensor.

Selain itu, karena DHT11 memiliki resolusi hanya 1°C dan akurasi sekitar ±2°C, maka perubahan suhu yang kurang dari 1°C tidak akan terdeteksi, dan justru bisa menghasilkan pembacaan yang sama atau malah tampak meloncat. Meskipun sensitivitas yang ditampilkan adalah 1,00 mV/°C, dalam praktiknya nilai ini tidak sepenuhnya mencerminkan kemampuan sensor dalam memberikan respons linier yang halus terhadap perubahan suhu.

Tabel 4. Hasil Pengujian Resolusi Sensor DHT11

Suhu Aktual (°C)	Pengulangan					Resolusi (°C)
	1	2	3	4	5	
30.0	29	30	31	30	29	1.0
28.5	28	30	29	28	27	1.0
32.0	33	31	32	34	30	1.0
25.0	24	25	26	24	27	1.0
27.0	26	27	29	27	26	1.0
26.5	25	27	26	28	27	1.0
33.5	34	32	35	31	32	1.0
31.0	30	32	31	30	33	1.0
29.0	30	28	27	30	29	1.0
24.0	25	23	24	26	24	1.0

Resolusi adalah kemampuan sensor untuk membedakan perubahan suhu terkecil yang dapat dikenali sebagai nilai berbeda. Berdasarkan data pengujian yang dilakukan, resolusi sensor DHT11 yang tercatat adalah 1,0°C pada seluruh titik pengujian. Ini sesuai dengan spesifikasi teknis dari DHT11, yang memang hanya mampu membaca suhu dalam kelipatan 1°C.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa perubahan suhu dari satu pengulangan ke pengulangan lain terjadi secara bertahap dalam rentang 1–2°C. Misalnya, pada suhu aktual 32,0°C, hasil pengukuran sensor menunjukkan nilai mulai dari 30°C hingga 34°C. Meskipun suhu lingkungan bisa saja hanya berubah sedikit, sensor tetap memberikan pembacaan dalam angka bulat, karena tidak mendukung pembacaan suhu dalam bentuk desimal. Kondisi ini menyebabkan data dari DHT11 kurang halus dibandingkan sensor suhu digital dengan resolusi lebih tinggi, seperti DS18B20. Dalam sistem yang membutuhkan kontrol suhu yang sangat presisi, keterbatasan ini bisa menjadi kendala karena perubahan kecil tidak akan terdeteksi atau ditampilkan oleh sensor. Namun, untuk keperluan pemantauan suhu yang tidak memerlukan detail tinggi, resolusi sebesar 1°C masih dapat diterima.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem pendingin mini buah dan sayuran yang dikembangkan berhasil berfungsi secara otomatis dan real-time dengan memanfaatkan sensor DS18B20 dan DHT11. Dari pengujian performa sensor, DS18B20 terbukti memiliki akurasi lebih tinggi ($\geq 98\%$) dan presisi lebih stabil (simpangan baku relatif $< 3\%$) dibandingkan DHT11 yang menunjukkan hasil pengukuran yang lebih fluktuatif. DS18B20 juga unggul dalam sensitivitas dan resolusi, mampu membaca perubahan suhu secara halus hingga 0,0625°C, sedangkan DHT11 hanya mampu membaca suhu dalam kelipatan 1°C, sehingga kurang cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketelitian tinggi. Sistem ini juga telah berhasil mengintegrasikan pengendalian kipas, tampilan suhu melalui LCD, serta pengiriman data ke platform ThingSpeak melalui ESP8266, memungkinkan pemantauan suhu dari jarak jauh secara IoT. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat

menjadi solusi efisien dan terjangkau untuk menjaga kesegaran buah dan sayuran dalam skala rumah tangga atau usaha kecil, serta memberikan referensi valid dalam pemilihan sensor sesuai kebutuhan tingkat presisi aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khairunnisa, S., Yusmanizar, Y., & Putra, B. S. (2023). Kajian Lama Perendaman Kacang Buncis (*Phaseolus vulgaris*) Dalam Ozon dan Penyimpanan pada Suhu Rendah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), 638-651.
- [2] Amarullah, A. M., Adiwena, M., & Arifin, F. R. (2023). *Teknologi Budidaya dan Produksi Tanaman*. Syiah Kuala University Press.
- [3] Khakim, L. (2025). *Implementasi Sistem Peringatan Volume Septic Tank dan Netralisasi Kadar Sewer Gas Berbasis Mikrokontroler dan Teknologi Panel Surya*. Penerbit NEM.
- [4] Wahditiya, A. A., Kurniawan, A., Nendissa, J. I., Meyuliana, A., Yora, M., Jamilah, J., ... & Andaria, A. C. (2024). *Teknologi produksi tanaman pangan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- [5] Aji, G. P., & Romzy, M. I. (2024). *Identifikasi Kematangan Buah Pepaya Dengan Pendekatan Non Destruktif* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [6] ARIFIN, R. Y. A. (2023). *MONITORING PH DAN SUHU KOLAM LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG).
- [7] Fitra, J., Rofianto, D., & Amaliah, K. (2024). Implementasi Sistem Telemetri Monitoring Gas serta Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Closed House Berbasis IoT. *JoMMiT: Jurnal Multi Media dan IT*, 8(1), 1-6.
- [8] Dwindy, M. (2024). PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KEMATANGAN BUAH DENGAN SEGMENTASI WARNA BERBASIS MIKROKONTROLER MAPPI32.
- [9] Wiryajati, I. K., & Citarsa, I. B. F. (2024). SISTEM KONTROL OTOMATIS SUHU DAN KELEMBABAN CHILLER BOX DENGAN TERMIELEKTRIK. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1).
- [10] Impron, A., & Sutriani, L. (2025). IoT-Enabled Smart Mining: Pengelolaan Air Limbah di Industri Batubara. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(1), 1962-1978.
- [11] Widyaningrum, M. E., Evawati, D., Saputra, E., & Widiana, M. E. (2022). Pemasaran Produk Terasi Nusantara.

- [12] Rif'an, M. (2024). *Penerapan IoT dalam Pertanian Presisi untuk Peningkatan Produksi dan Efisiensi Penggunaan Sumber Daya* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [13] Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(02), 18-23.
- [14] Pardosi, V., Wijaya, T. K., Hasibuan, F., Algusri, M., & Irsyam, M. (2024). *Model Optimalisasi Untuk Prototype Robot Tangki Iot Dalam Deteksi Gas dan Suhu*. TOHAR MEDIA.
- [15] Pratomo, G. W., Puspaningrum, A. S., & Ismail, I. (2025). Implementasi Sistem Otomatisasi Sirkulasi Udara Menggunakan Fan Exhaust Berbasis Sensor DHT21 pada Vertikal Hidroponik: Air Circulation Automation System Using A Fan Exhaust Based On A Dht21 Sensor in Indoor Vertical Hydroponic. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(2), 656-663.