

RANCANG BANGUN PREVENTIF AC DI GUDANG RUANGAN BERPENDINGIN DENGAN MONITORING GOOGLE SPREADSHEET DAN TELEGRAM

Duri¹, Bonanza Yoma P²

^{1,2}Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa, Bekasi, Indonesia

Email:duriwis1@gmail.com, bonaasdf@gmail.com

ABSTRAK

Gudang ruangan berpendingin memerlukan suhu yang stabil untuk menjaga kualitas bahan baku. Namun, pemeliharaan Air Conditioner (AC) umumnya masih dilakukan setelah terjadi penurunan kinerja atau kerusakan, sehingga berpotensi menyebabkan kenaikan suhu, penurunan kualitas produk, dan pemborosan energi. Selain itu, belum tersedia sistem yang mampu memantau kondisi suhu secara *real-time* sekaligus memberikan pengingat jadwal perawatan AC secara otomatis. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem preventif AC berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan monitoring suhu dan kelembapan, memberikan alarm saat suhu melebihi batas, serta mengirimkan pengingat jadwal perawatan secara otomatis.

Penelitian menggunakan metode kuantitatif eksperimental melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem. Sistem dibangun menggunakan ESP32 DevKit V1, sensor DHT22, modul RTC DS3231, OLED, buzzer, LED, rotary encoder, dan tombol. Data suhu serta kelembapan dikirim melalui jaringan *Wi-Fi* ke Google Spreadsheet menggunakan Google Apps Script, sedangkan notifikasi peringatan dan jadwal perawatan dikirim melalui Telegram Bot. Pengujian meliputi akurasi sensor, alarm suhu, alarm preventif AC, pengiriman data, notifikasi Telegram, dan pengujian fungsional sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi pengukuran yang baik. Sistem berhasil memantau, menampilkan, dan mengirimkan data suhu serta kelembapan secara *real-time* ke Google Spreadsheet dengan tingkat keberhasilan pengiriman data 100%. Notifikasi Telegram juga berhasil dikirim secara otomatis saat suhu melebihi batas maupun ketika jadwal perawatan AC tercapai dengan tingkat keberhasilan 100%. Berdasarkan

pengujian *black box*, seluruh fungsi sistem bekerja sesuai rancangan sehingga mampu mendukung pemeliharaan preventif AC secara lebih efektif, efisien, dan terjadwal pada gudang ruangan berpendingin.

Kata kunci: Preventif AC, *Internet of Things* (IoT), ESP32 DevKit V1, DHT22, Google Spreadsheet, Telegram, monitoring suhu.

I. Pendahuluan

Cold storage atau gudang berpendingin memiliki peran vital dalam rantai pasok modern, terutama untuk menjaga mutu produk-produk yang peka terhadap suhu, seperti makanan, obat-obatan, maupun bahan industri. Pengendalian suhu yang stabil sangat krusial, sebab fluktuasi suhu yang tidak terkontrol dapat menyebabkan penurunan mutu, kerusakan material, hingga kerugian secara ekonomi. Untuk itu, penggunaan sistem pendingin udara (AC) secara kontinu diperlukan agar suhu penyimpanan tetap berada dalam batas standar.

Namun, penggunaan AC dalam durasi panjang sering kali menyebabkan penurunan performa akibat akumulasi debu dan kotoran pada filter serta evaporator. Hal ini dapat menghambat proses transfer panas, meningkatkan konsumsi listrik, dan mempercepat kerusakan komponen. Sayangnya, perawatan AC di lapangan umumnya masih bersifat reaktif, yaitu baru dilakukan setelah terjadi masalah atau suhu ruangan meningkat, sehingga berisiko menimbulkan kerusakan produk dan biaya perbaikan yang lebih besar.

Untuk mengantisipasi gangguan pada sistem pendingin, pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*) menjadi langkah yang tepat. Namun, pelaksanaan perawatan secara manual kerap terkendala oleh keterbatasan dalam pengawasan serta potensi kelalaian dalam penjadwalan. Dengan kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT), proses pemantauan dan pengingat perawatan kini dapat diotomatisasi dan dilakukan secara *real-time*.

Penelitian ini mengembangkan sistem pemeliharaan preventif AC berbasis IoT dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, dan modul RTC DS3231. Sistem ini dirancang untuk memonitor

suhu dan kelembapan ruangan, mengatur jadwal perawatan AC, mengirim notifikasi melalui aplikasi Telegram, serta merekam data pemantauan ke Google Spreadsheet. Notifikasi akan dikirimkan apabila suhu ruangan melebihi ambang batas yang telah ditetapkan atau ketika waktu pencucian AC telah tiba.

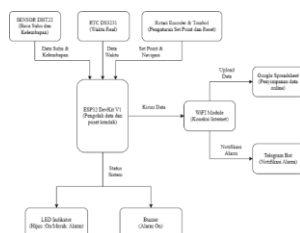
Diharapkan, penerapan sistem ini dapat meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi *cold storage*, menurunkan risiko kerusakan produk akibat kenaikan suhu, serta memastikan perawatan AC dilakukan secara tepat waktu demi meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem pendingin.

II. Metode

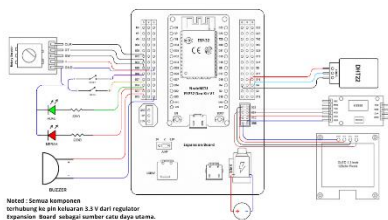
Pada penelitian ini diterapkan pendekatan kuantitatif eksperimental yang meliputi tahapan perancangan *hardware*, pengembangan *software*, integrasi dengan layanan komputasi *cloud*, serta proses pengujian sistem. Pendekatan tersebut digunakan untuk menilai performa sistem peringatan dini suhu dan pemeliharaan preventif pada AC, dengan fokus pada tingkat akurasi sensor, keandalan transmisi data, serta kemampuan sistem dalam merespons situasi alarm.

A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Sistem menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai pengendali utama, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta RTC DS3231 untuk penjadwalan pemeliharaan AC. Informasi ditampilkan pada OLED 1,3 inci dan pengaturan dilakukan melalui *rotary encoder*. Sistem dilengkapi *buzzer*, LED merah (alarm), dan LED hijau (normal), dengan catu daya 5 V serta logika kerja 3,3 V yang sesuai dengan ESP32.



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2.2 Diagram Pengawatan

B. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)



Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE (C/C++) untuk membaca data DHT22 setiap 2 detik, memantau suhu dengan jeda alarm 15 menit, mengirim data ke Google Spreadsheet setiap 2 menit, serta memantau jadwal pemeliharaan melalui RTC DS3231. Jika suhu melebihi batas selama 15 menit atau jadwal pemeliharaan tiba, sistem mengaktifkan alarm dan mengirim notifikasi Telegram.

Gambar 2.3 Flowchart Alur Program

C. Integrasi Google Spreadsheet dan Telegram

Penyimpanan data dilakukan menggunakan Google Spreadsheet yang terhubung melalui Google Apps Script sebagai Web App. ESP32 mengirimkan data suhu dan kelembapan menggunakan protokol HTTP, kemudian data disimpan secara otomatis pada spreadsheet beserta *timestamp*.

Notifikasi jarak jauh menggunakan Telegram Bot API. Ketika terjadi kondisi alarm ESP32 mengirimkan pesan peringatan secara otomatis kepada pengguna melalui aplikasi Telegram sehingga kondisi ruangan dapat dipantau secara *real-time*.

D. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* dengan fokus pada fungsi sistem. Pengujian meliputi akurasi sensor DHT22, kinerja RTC DS3231, keberhasilan pengiriman data ke Google Spreadsheet, kecepatan pengiriman notifikasi Telegram, serta respons alarm terhadap perubahan suhu dan jadwal pemeliharaan. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem secara keseluruhan.

III. Hasil dan Pembahasan

Sistem preventif AC berbasis IoT berhasil diimplementasikan menggunakan ESP32, sensor DHT22, RTC DS3231, serta koneksi *WiFi* untuk monitoring suhu dan kelembapan secara *real-time*. Sistem dilengkapi fitur alarm suhu tinggi, pengingat perawatan AC berbasis waktu, penyimpanan data pada Google Spreadsheet, dan notifikasi Telegram. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi sensor, kinerja alarm, serta keandalan monitoring dan notifikasi jarak jauh.



Gambar 3.2 Bentuk Alat Keseluruhan

A. Pengujian Akurasi Sensor DHT22

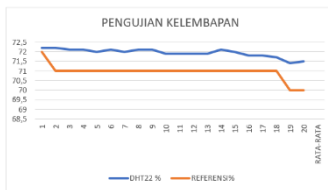
Pengujian sensor DHT22 dilakukan sebanyak 20

kali dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap termometer referensi.

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian Sensor DHT22

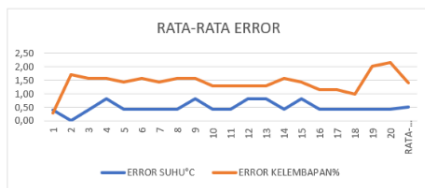
No	PENGUJIAN SUHU										for
	H%										
1	25	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	0,28 %
2	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	1,69 %
3	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	1,55 %
4	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	1,41 %
5	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	1,55 %
6	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	1,55 %
7	24,8	24,6	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	1,41 %
8											
9	2026-6-6 19:05:00	24,3	72,1	24,5	71	0,82 %	1,55 %				
10	2026-6-6 19:07:00	24,3	71,9	24,4	71	0,41 %	1,27 %				
11	2026-6-6 19:09:00	24,3	71,9	24,4	71	0,41 %	1,27 %				
12	2026-6-6 19:11:00	24,3	71,9	24,5	71	0,82 %	1,27 %				
13	2026-6-6 19:13:00	24,2	71,9	24,4	71	0,82 %	1,27 %				
14	2026-6-6 19:15:00	24,2	72,1	24,3	71	0,41 %	1,55 %				
15	2026-6-6 19:17:00	24,2	72	24,4	71	0,82 %	1,41 %				
16	2026-6-6 19:19:00	24,2	71,8	24,3	71	0,41 %	1,13 %				
17	2026-6-6 19:21:00	24,2	71,8	24,3	71	0,41 %	1,13 %				
18	2026-6-6 19:23:00	24,2	71,7	24,3	71	0,41 %	0,99 %				
19	2026-6-6 19:25:00	24,2	71,4	24,3	70	0,41 %	2,00 %				
20	2026-6-6 19:27:00	24,2	71,5	24,3	70	0,41 %	2,14 %				

Grafik 3.1 Pengujian Suhu



Grafik 3.2 Pengujian Kelembapan

Hasil pengujian menunjukkan rata-rata *error* suhu sebanyak 0,49% dengan selisih rata-rata 0,12°C, sedangkan rata-rata *error* kelembapan sebesar 1,41%. Nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi sensor sehingga DHT22 dinilai layak digunakan untuk monitoring suhu dan kelembapan ruangan.



Grafik 3.4 Rata-rata Error

B. Pengujian Alarm Suhu Tinggi

Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian Alarm Suhu

No.	Suhu Aktual	Set Point	Waktu	Delay	Alarm	Buzzer	LED Merah	Status Sistem
1	25,1	25	07/06/2026 10:48:28	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	25,3		07/06/2026 11:03:25	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
2	25,2	25	07/06/2026 11:08:11	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	26,7		07/06/2026 11:21:11	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
3	25,3	25	07/06/2026 11:28:49	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	25,3		07/06/2026 11:43:50	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
4	25,5	25	07/06/2026 11:45:14	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	26,1		07/06/2026 12:00:18	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
5	26,3	25	07/06/2026 12:04:35	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	25,9		07/06/2026 12:19:37	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
6	25,5	25	07/06/2026 12:22:40	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	26		07/06/2026 12:37:41	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
7	25	25	07/06/2026 12:49:52	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	26,4		07/06/2026 13:04:52	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
8	26,7	25	07/06/2026 13:07:04	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	26,5		07/06/2026 13:22:06	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
9	26,7	25	07/06/2026 13:24:52	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	26,4		07/06/2026 13:39:53	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi
10	26,8	25	07/06/2026 13:43:26	Aktif	Off	Off	Off	Normal
	25,4		07/06/2026 13:58:27	Tidak	On	On	On	Suhu Tinggi

Sistem menerapkan algoritma penundaan (*delay*) selama 15 menit pada batas suhu 25°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alarm tidak aktif saat terjadi kenaikan suhu sesaat, tetapi akan aktif apabila suhu tetap berada di atas batas selama 15 menit berturut-turut. *Buzzer*, LED merah, dan notifikasi Telegram berhasil bekerja sesuai rancangan dengan tingkat keberhasilan 100%, sehingga mampu mengurangi terjadinya alarm palsu.

C. Pengujian Alarm Preventif AC

Pengujian modul RTC DS3231 menunjukkan bahwa sistem alarm preventif AC mampu bekerja sesuai jadwal yang telah ditentukan.

Tabel 3.3 Data Pengujian Alarm Preventif AC

No.	Waktu Setting	Alarm Aktual	Selisih Detik	Ketepatan %	Buzzer	LED merah	Status Sistem
1	07/06/2026 16:32:00	07/06/2026 16:32:00	0	100	On	On	Cuci AC
2	07/06/2026 17:02:00	07/06/2026 17:02:01	1	99,97	On	On	Cuci AC
3	07/06/2026 18:02:00	07/06/2026 18:02:00	0	100	On	On	Cuci AC
4	07/06/2026 18:32:00	07/06/2026 18:32:00	0	100	On	On	Cuci AC
5	07/06/2026 20:30:00	07/06/2026 20:30:01	1	99,97	On	On	Cuci AC
6	07/06/2026 21:00:00	07/06/2026 21:00:01	1	99,97	On	On	Cuci AC
7	07/06/2026 21:20:00	07/06/2026 21:20:01	1	99,97	On	On	Cuci AC
8	07/06/2026 22:05:00	07/06/2026 22:05:00	0	100	On	On	Cuci AC
9	08/06/2026 07:33:00	08/06/2026 07:33:00	0	100	On	On	Cuci AC
10	08/06/2026 18:25:00	08/06/2026 18:25:01	1	99,97	On	On	Cuci AC

Dari 10 kali pengujian, alarm berhasil aktif dengan selisih waktu antara 0–1 detik. Saat alarm aktif, *buzzer*, LED merah, dan notifikasi “Cuci AC” berfungsi dengan baik tanpa mengalami kegagalan.

Berdasarkan hasil perhitungan, tingkat ketepatan sistem mencapai 100% pada percobaan dengan selisih waktu 0 detik dan 99,97% pada percobaan dengan selisih waktu 1 detik. Dengan rata-rata akurasi sebesar 99,99% dapat disimpulkan bahwa sistem alarm Preventif AC ini mampu memberikan pengingat perawatan secara otomatis, tepat waktu dan andal dalam memantau jadwal perawatan AC.

D. Pengujian Pengiriman Data ke Google Spreadsheet

Pengiriman data suhu dan kelembapan ke Google Spreadsheet dilakukan setiap 2 menit menggunakan *Google Apps Script*.

Tabel 3.4 Data Hasil Pengujian Kirim Data ke Google Spreadsheet

No.	°C	H%	Terkirim	Tersimpan	Selisih (Detik)	Ketepatan %	Status
1	24,6	67,8	2026-6-7 20:57:33	2026-6-7 20:57:33	0	100	Berhasil
2	24,5	67,9	2026-6-7 20:59:33	2026-6-7 20:59:33	0	100	Berhasil
3	24,4	68	2026-6-7 21:01:33	2026-6-7 21:01:33	0	100	Berhasil
4	24,4	67,8	2026-6-7 21:03:33	2026-6-7 21:03:33	0	100	Berhasil
5	24,3	67,9	2026-6-7 21:05:33	2026-6-7 21:05:33	0	100	Berhasil
6	24,3	68,1	2026-6-7 21:07:33	2026-6-7 21:07:33	0	100	Berhasil
7	24,2	68,1	2026-6-7 21:09:33	2026-6-7 21:09:33	0	100	Berhasil
8	24,2	68,2	2026-6-7 21:11:33	2026-6-7 21:11:33	0	100	Berhasil
9	24,2	68,3	2026-6-7 21:13:33	2026-6-7 21:13:33	0	100	Berhasil
10	24,2	68,2	2026-6-7 21:15:33	2026-6-7 21:15:33	0	100	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirim dan menyimpan data pada seluruh 10 kali percobaan tanpa mengalami kegagalan maupun kehilangan data. Seluruh data diterima dan tersimpan dengan selisih waktu pengiriman dan penyimpanan sebesar 0 detik. Tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 100%, yang menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32 dan Google Spreadsheet berjalan dengan baik. Hasil ini membuktikan data secara *real-time*, akurat dan berkelanjutan sebagai media pemantauan kondisi lingkungan.

E. Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan pada kondisi alarm suhu tinggi, alarm jadwal pemeliharaan, dan perintah "Cek". Hasil menunjukkan seluruh notifikasi berhasil diterima pengguna dengan tingkat keberhasilan 100%. Waktu tunda pengiriman berkisar antara 1–7 detik dengan rata-rata 4 detik dan tingkat ketepatan sebesar 96,67%.

Tabel 3.5 Data Pengujian Notifikasi Telegram

No.	Trigger	Kondisi Pengujian	Waktu dikirim	Waktu diterima	Delay (detik)	Ketepatan %
1	Cek	Pengguna Mengirim pesan "Cek"	08/06/2026 18:51:12	08/06/2026 18:51:18	6	95,00
2			08/06/2026 18:54:04	08/06/2026 18:54:11	7	94,17
3			08/06/2026 18:55:51	08/06/2026 18:55:57	6	95,00
4			08/06/2026 18:57:21	08/06/2026 18:57:26	5	95,83
5	Alarm Suhu	Suhu 25,7°C(>25°C)	08/06/2026 19:14:58	08/06/2026 19:15:01	3	97,50
6		Suhu 25,6°C(>25°C)	08/06/2026 19:30:39	08/06/2026 19:30:46	7	94,17
7		Suhu 25,4°C(>25°C)	08/06/2026 19:46:13	08/06/2026 19:46:14	1	99,17
8	Alarm Waktu	Jadwal Alarm 08/06/2026 19:58:00	Jadwal Alarm 08/06/2026 19:58:00	Jadwal Alarm 08/06/2026 19:58:02	2	98,33
9		Jadwal Alarm 08/06/2026 20:20:00	Jadwal Alarm 08/06/2026 20:20:00	Jadwal Alarm 08/06/2026 20:20:01	1	99,17
10		Jadwal Alarm 08/06/2026 20:59:00	Jadwal Alarm 08/06/2026 20:59:00	Jadwal Alarm 08/06/2026 20:59:02	2	98,33

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi kondisi suhu dan pengingat jadwal pemeliharaan secara cepat serta mendekati waktu nyata (*near real-time*), sehingga layak digunakan sebagai media monitoring jarak jauh.

F. Pengujian Black Box

Tabel 3.6 Tabel Pengujian Fungsional

No.	Fungsi	Input/Uji Coba	Output yang Diharapkan	Output Aktual	Status
1	Monitoring Suhu	Sensor membaca suhu lingkungan	Nilai suhu dan kelembapan tampil pada OLED	Data suhu dan kelembapan tampil pada OLED	Berhasil
2	Alarm Suhu	Suhu >25°C	Buzzer dan LED merah aktif, notifikasi Telegram terkirim	Buzzer dan LED merah aktif, notifikasi Telegram diterima	Berhasil
3	Jadwal Preventif AC	Waktu sesuai jadwal yang ditentukan	Alarm preventif aktif dan muncul pesan "Cuci AC"	Alarm aktif dan pesan "Cuci AC"	Berhasil
4	Pengiriman Data Spreadsheet	WiFi terhubung ke internet	Data suhu dan kelembapan tersimpan pada Google Spreadsheet	Data berhasil tersimpan pada Spreadsheet	Berhasil
5	Telegram Bot (Perintah Cek)	Pengguna mengirim pesan "Cek"	Data dikirim dan kelembapan terkirim	Data suhu dan kelembapan diterima pengguna	Berhasil
6	Telegram Bot (Alarm Suhu)	Suhu melebihi set point	Notifikasi peringatan suhu terkirim	Notifikasi diterima pengguna	Berhasil
7	Telegram Bot (Alarm Waktu)	Jadwal alarm tercapai	Notifikasi jadwal preventif terkirim	Notifikasi diterima pengguna	Berhasil
8	Koneksi WiFi	ESP32 dinyalakan	Sistem terhubung ke jaringan WiFi	ESP32 berhasil terhubung ke WiFi	Berhasil

Pengujian *Black Box* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rancangan. Sensor mampu membaca data dengan baik, alarm suhu dan jadwal pemeliharaan berfungsi normal, data berhasil tersimpan pada Google Spreadsheet, serta notifikasi Telegram dapat diterima pengguna tanpa kendala. Dengan demikian, sistem monitoring dan peringatan dini yang dikembangkan memiliki tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100%.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan untuk mendukung pemeliharaan preventif AC pada gudang berpendingin. Sensor DHT22 menunjukkan rata-rata *error* suhu sebesar 0,49% dan *error* kelembapan sebesar 1,41%. Algoritma penundaan alarm selama 15 menit mampu mengurangi alarm palsu dengan tingkat keberhasilan 100%. Selain itu, modul RTC DS3231 berhasil menjalankan fungsi pengingat pemeliharaan AC dengan tingkat ketepatan sistem mencapai 100% pada pengujian dengan selisih waktu 0 detik dan 99,97% pada pengujian dengan selisih waktu 1 detik, sehingga diperoleh rata-rata akurasi sebesar 99,99%.

Integrasi Google Spreadsheet dan Telegram juga berjalan dengan baik. Pengiriman data ke Google Spreadsheet memiliki tingkat keberhasilan 100%, sedangkan notifikasi Telegram berhasil diterima pada seluruh pengujian dengan rata-rata waktu tunda 4 detik dan tingkat akurasi 96,67%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring dan peringatan dini secara *real-time* serta dapat digunakan sebagai solusi pemeliharaan preventif AC pada ruangan berpendingin.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat diintegrasikan dengan modul *relay* atau sistem kendali otomatis sehingga mampu melakukan tindakan korektif secara langsung ketika terjadi kondisi suhu yang melebihi batas yang ditentukan.

Daftar Pustaka

- Aditama B S, R., Adnan, A., Triana M, W., Al Hasani, F., & Oki R, B. (2025). Rancang Bangun Alat Peringatan Suhu Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Dht22. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis*, 709–713. <https://doi.org/10.47701/8e1kxf55>
- Affandi, A., & Penulis, K. (2024). Merkurius : Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika Peningkatan Literasi Teknologi IoT untuk Mendukung Implementasi Smart City di Masyarakat Perkotaan. *Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 2(6), 91–100.
- Basino, Doly Andrian Harahap, A. F. H. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu , Kelembaban , dan Gerak pada Cold Storage Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Wemos D1 R2 di PT . Mutiara Bahari Bantul Yogyakarta *Planning Design of a Temperature , Humidity and Motion Monitoring System*. 65–78.
- Bunnoto1), E., Prawatya2), Y. E., & Muhammad Taufiqurrahman. (2019). *Storage Untuk Penyimpanan Produk Hasil*.
- Fatma, N. F., Ponda, H., & Saputra, T. A. (2022). Perbaikan Perencanaan Penjadwalan Maintenance Pada Air Conditioner (AC) Menggunakan Metode Realibility Centered Maintenance (RCM) Di PT. Tifico Fiber Indonesia Tbk. *Journal Industrial Manufacturing*, 7(2), 103. <https://doi.org/10.31000/jim.v7i2.6935>
- Firdaus, M. A., & Budhisantosa, N. (2025). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Real-Time Ruang Server dengan Integrasi Telegram Bot Dan Esp32. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(1), 10320–10335.
- Firmansyah, R. D. (2020). Rancang Bangun Smart Door Lock Berbasis Arduino Dengan Quick Response Code Dan Smartphone Android. (*Doctoral dissertation, Universitas Amikom Purwokerto*).
- Gea, A. (2024). *Sistem Pengendali AC (Air Conditioner) Berbasis IOT (Internet of Things) Sistem Pengendali AC (Air Conditioner) Berbasis IOT (Internet of Things)*.
- Hidayah, R. R., Nurcahyo, S., & Dewatama, D. (2024). Implementasi Pengaturan Suhu Menggunakan Mikrokontroler ESP32. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 3(3), 106–115. <https://doi.org/10.70609/metrotech.v3i3.5017>
- Nainggolan, T. Y. (2024). Penggunaan Sensor DHT22 pada Rancang Bangun Sistem Monitoring TALENTA Conference Series Penggunaan Sensor DHT22 pada Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Temperatur Kandang Ayam. *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.32734/ee.v7i1.2172>
- Nurul Huda, M., Syariffuddien Zuhrie, M., Kholis, N., & Wanarti Rusimamto, P. (2025). Rancang Bangun Kit Mikrokontroler Esp32 Berbasis IoT Sebagai Media Pembelajaran Pada Elemen Pemrograman Dan Aplikasi Mikrokontroler Di Smkn 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 14(3), 191–195.
- Rohadiat, R., Adhirajasa, U., Sanjaya, R., Adhirajasa, U., & Sanjaya, R. (2023). *IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING SUHU OTOMATIS DI PT . KEBERLANJUTAN STRATEGIS INDONESIA*. 5(2), 425–433.
- Rui Santos & Santos, 2018. (2018). *No Title*.
- Suryosaputro, G. W., Afandi, A. S., Ramadhani, N. A., & Susetyo, A. (2025). Rancang Bangun Sistem Alarm Anak Berbasis Arduino Menggunakan Sensor LDR dan RTC DS3231. 765–770.