



Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Multi-Kubikel Berbasis IoT

Putri Eka Oktavia¹, Muhammad A'an Auliq², Fitriana³

^{1,2,3}Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

Email author: putriekaoktavia29@gmail.com, aan.auliq@unmuhjember.ac.id, fitriana@unmuhjember.ac.id

Article Info

Article history:

Received September 3, 2025

Revised Desember 3, 2025

Accepted Desember 13, 2025

Keywords:

Internet of Things

Kelembaban

Multi-Kubikel

Suhu

Telegram

ABSTRACT

Suhu dan kelembaban merupakan parameter lingkungan yang harus dijaga pada ruang kubikel untuk memastikan peralatan distribusi listrik tetap bekerja secara optimal. Pada multi-kubikel, perbedaan fungsi dan beban menyebabkan karakteristik suhu dan kelembaban pada tiap ruang kubikel tidak sama, sehingga pemantauan secara manual menjadi kurang efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *prototype* sistem monitoring dan kontrol suhu-kelembaban pada multi-kubikel berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari tiga buah kubikel. Sistem ini menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontroler utama dan sensor DHT20 sebagai sensor suhu dan kelembaban yang masing-masing dipasang pada kubikel dengan kondisi lingkungan berbeda. Sistem dilengkapi dengan aktuator kipas dan lampu, serta notifikasi *real-time* melalui LCD dan Telegram. Meskipun kontrol dan monitoring dilakukan secara terpisah pada tiap kubikel, notifikasi kondisi seluruh kubikel terintegrasi pada satu kanal Telegram yang sama. Pengujian kinerja sistem dengan memberikan variasi suhu dan kelembaban yang berbeda untuk tiap kubikel. Kubikel 1 diberi kondisi normal (suhu 35°C-40°C dan kelembaban 50%-70%), kubikel 2 diberi kondisi *overheat* (suhu di atas 40°C), sedangkan kubikel 3 diberi kondisi *overhumidity* (kelembaban > 70%). Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu melakukan kontrol suhu dan kelembaban dalam ruang multi-kubikel serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram dengan tingkat keberhasilan 100% dan rata-rata delay 5,6 detik.

Corresponding Author:

Fitriana,

Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata No. 49 Jember

Email: fitriana@unmuhjember.ac.id



1. INTRODUCTION

Kubikel merupakan ruang atau panel tertutup yang berfungsi untuk menempatkan peralatan distribusi listrik seperti pemutus tenaga, pemisah, rel, pengukuran, serta proteksi (Hidayat & Fatkhurrokhman, 2024)(Simanjuntak et al., 2023). Pada ruang kubikel, suhu dan kelembaban merupakan parameter yang harus dijaga tetap stabil agar peralatan di dalam kubikel dapat beroperasi secara optimal (Sadewa & Permata, 2024)(Rahmadani et al., 2022)(Savira, 2021). Suhu yang terlalu

tinggi dapat menyebabkan *overheating* pada kabel, rel, dan pemutus tenaga, mempercepat penuaan isolasi, serta meningkatkan risiko kegagalan komponen. Sementara itu, kelembaban yang terlalu tinggi dapat memicu terjadinya korona (Suharsono & Purwanto, 2022)(Iskandar et al., 2025), korosi, kondensasi, penurunan resistansi isolasi, hingga terjadinya *tracking* dan *flashover* (Afdilah & Agung, 2020)(Shidiq, 2023).

Ada kalanya instalasi tenaga listrik menggunakan lebih dari satu kubikel yang disebut dengan multi kubikel. Setiap ruang pada multi kubikel dapat memiliki fungsi dan beban operasional yang berbeda sehingga karakteristik panas dan kelembabannya tidak selalu sama. Beberapa kubikel cenderung menghasilkan panas lebih tinggi karena beban arus yang besar, sementara kubikel lainnya lebih rentan terhadap kelembaban akibat posisi, ventilasi, atau jenis peralatan yang digunakan. Perbedaan kondisi ini menyebabkan pengendalian suhu dan kelembaban pada multi kubikel menjadi lebih kompleks dibandingkan pada kubikel tunggal. Selama ini, pengecekan suhu dan kelembaban di ruang multi kubikel sebagian besar masih dilakukan secara manual dengan cara membuka satu per satu kubikel untuk memastikan suhu dan kelembaban berada dalam batas aman. Cara manual ini kurang efisien, membutuhkan waktu, dan memiliki risiko keselamatan. Lebih jauh, tidak adanya kontrol otomatis per-kubikel membuat perangkat pendingin bekerja tidak sesuai kebutuhan spesifik tiap ruang kubikel. Hal ini menunjukkan perlunya solusi berupa teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan kontrol suhu dan kelembaban secara otomatis pada masing-masing ruang multi kubikel namun tetap terpusat dalam satu sistem.

Internet of Things adalah konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler terhubung ke internet sehingga dapat saling berkomunikasi, mengirim data, menerima perintah, serta beroperasi secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung (Gitakarma et al., 2024)(Syahfitri, 2025)(Pratiwi et al., 2025). Melalui pemanfaatan IoT, sensor suhu dan kelembaban dapat dipasang pada ruang kubikel dan mengirimkan data *real-time* ke platform monitoring. Sistem kemudian dapat melakukan analisis, memberikan peringatan, dan mengontrol aktuator seperti *exhaust fan* atau *dehumidifier* secara otomatis untuk menjaga suhu dan kelembaban di ruang kubikel agar tetap stabil pada batas aman. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan IoT efektif dalam pemantauan suhu dan kelembaban lingkungan. Pada penelitian Afdilah & Agung (2020), telah berhasil dibuat alat pendeteksi suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 sebagai pencegahan kegagalan isolasi pada kubikel. Alat ini dapat menampilkan keadaan nilai suhu dan kelembaban kubikel dan notifikasi keadaan kubikel melalui aplikasi *Blynk*. Penelitian lainnya yaitu yang dilakukan oleh Irawati et al. (2023) juga telah berhasil membuat *prototype* monitoring suhu dan kelembaban pada kubikel 20 Kv berbasis IoT. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban, serta modul ESP8266 sebagai pengirim data menuju server yang dapat diakses melalui aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi fluktuasi suhu dan kelembaban yang berpotensi membahayakan komponen elektronik dalam kubikel, serta memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan signifikan. Penelitian oleh Nasution (2024) juga telah berhasil mengembangkan sistem kontrol suhu dan kelembaban udara pada kubikel 20KV Berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan sensor DHT22. Sistem ini mampu melakukan pemantauan secara *real-time* dan mengirimkan data lingkungan secara daring. Meskipun telah memanfaatkan IoT untuk monitoring suhu dan kelembaban pada ruang kubikel, penelitian-penelitian tersebut masih fokus pada satu kubikel, tidak menggunakan pendekatan multi-ruang.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini dilakukan pengembangan *prototype* sistem kontrol suhu dan kelembaban berbasis IoT untuk multi ruang kubikel. Sistem ini dapat membaca suhu dan kelembaban pada masing-masing kubikel secara *real-time* menggunakan sensor DHT20, kemudian melakukan kontrol melalui aktuator (kipas dan lampu) berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban yang terdeteksi, sekaligus memberikan notifikasi kondisi seluruh kubikel kepada pengguna melalui satu kanal Telegram yang sama. Adanya sistem ini diharapkan dapat mempermudah petugas dalam memonitor dan mengendalikan beberapa ruang kubikel sekaligus.

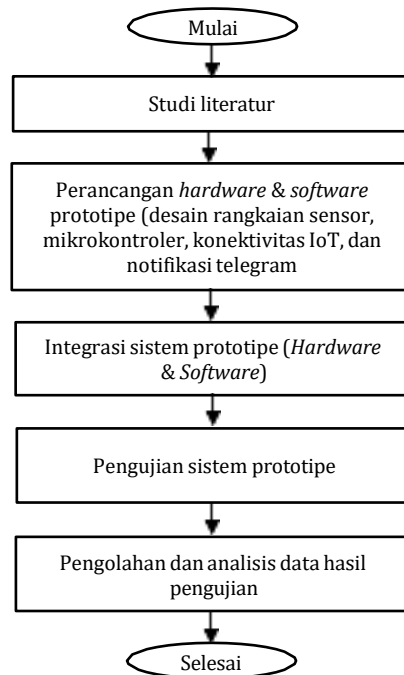
2. METHOD

Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif yang menggunakan metode *research and development*. Fokus utama dari penelitian ini yaitu adalah merancang, membangun, dan menguji

prototype sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembaban berbasis IoT untuk multi-ruang kubikel.

2.1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang menggambarkan langkah-langkah utama penelitian mulai dari studi literatur hingga pengolahan dan analisis data hasil pengujian sistem protipe.



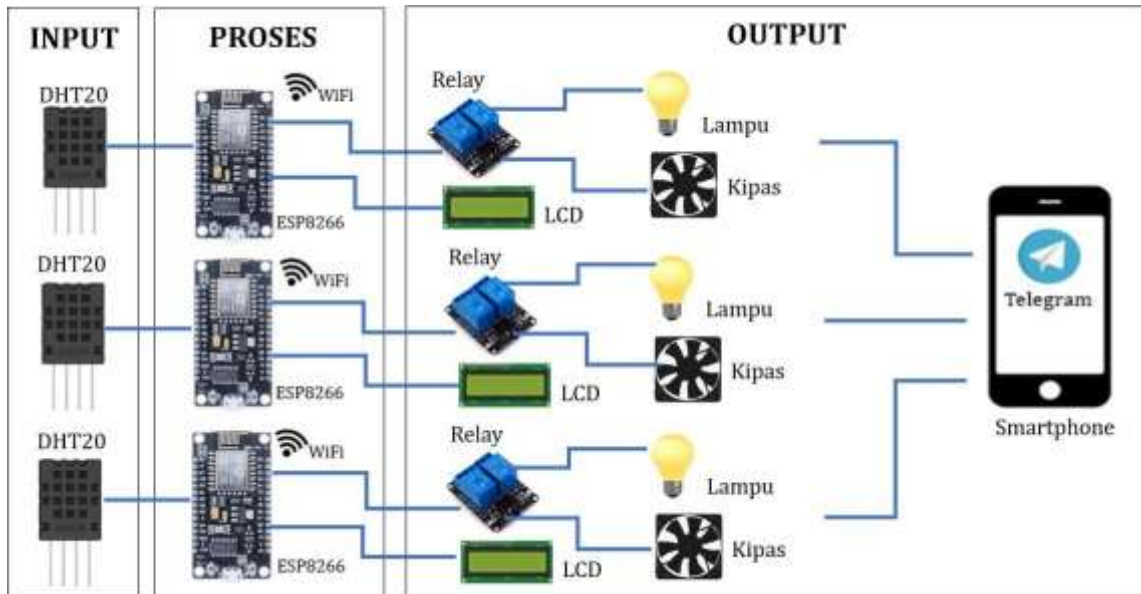
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian diawali dengan kegiatan studi literatur untuk memperoleh dasar teori terkait kubikel, sensor lingkungan, sistem IoT, serta penelitian terdahulu. Selanjutnya dilakukan perancangan hardware dan software *prototype*, meliputi desain rangkaian sensor, pemilihan dan pengaturan mikrokontroler, konfigurasi konektivitas IoT, serta penyusunan sistem notifikasi melalui Telegram. Tahap berikutnya adalah integrasi sistem protipe, yaitu penggabungan seluruh komponen *hardware* dan *software* agar dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Setelah integrasi selesai, dilakukan pengujian terhadap sistem protipe untuk menilai performa pembacaan suhu dan kelembaban, kestabilan konektivitas, serta keandalan notifikasi otomatis. Data hasil pengujian tersebut selanjutnya diolah dan dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem dan memastikan kesesuaian antara output dengan tujuan penelitian.

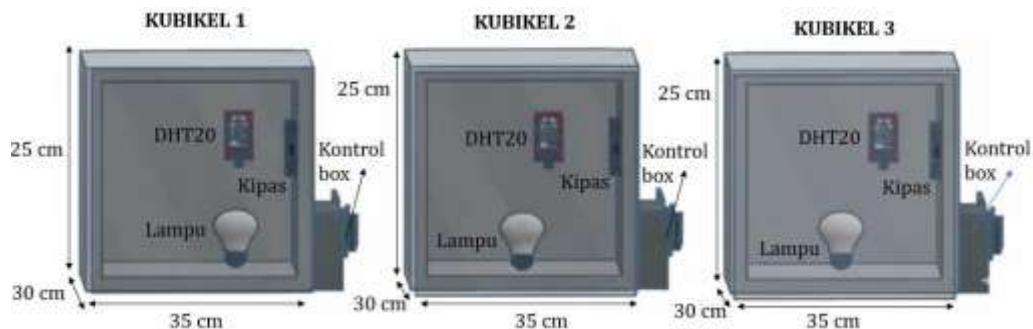
2.2. Desain Sistem

Desain protipe sistem kontrol suhu dan kelembaban pada multi ruang kubikel berbasis IoT mulai dari bagian input, proses, hingga output dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT20 pada bagian input serta mikrokontroler ESP8266 pada bagian proses, sedangkan bagian *output* sistem terdiri dari telegram bot, LCD12C, lampu bohlam, dan kipas. Protipe multikubikel pada penelitian ini terdiri dari tiga kubikel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Masing-masing kubikel memiliki ukuran yang sama, yaitu 35 cm x 30 cm x 25 cm. Pada setiap kubikel dipasang satu sensor DHT20 yang berfungsi untuk membaca suhu dan kelembaban secara *real-time*. Selain sensor, pada setiap kubikel juga terdapat kipas sebagai aktuator penurun suhu dan lampu bohlam sebagai aktuator penambah suhu, sehingga kondisi lingkungan dalam kubikel dapat

dikendalikan secara otomatis. Setiap kubikel juga dilengkapi dengan *control box* yang berisi rangkaian kendali, termasuk mikrokontroler yang bekerja secara independen di setiap kubikel. Hal ini berarti setiap kubikel memiliki sistem pembacaan sensor, pemrosesan data, dan pengendalian aktuatornya sendiri-sendiri. Meskipun demikian, seluruh mikrokontroler dikonfigurasi untuk mengirimkan data dan notifikasi ke satu kanal Telegram Bot yang sama, sehingga informasi kondisi ketiga kubikel dapat dipantau secara terpusat melalui satu platform.



Gambar 2. Desain sistem kontrol suhu dan kelembaban pada multi ruang kubikel berbasis IoT

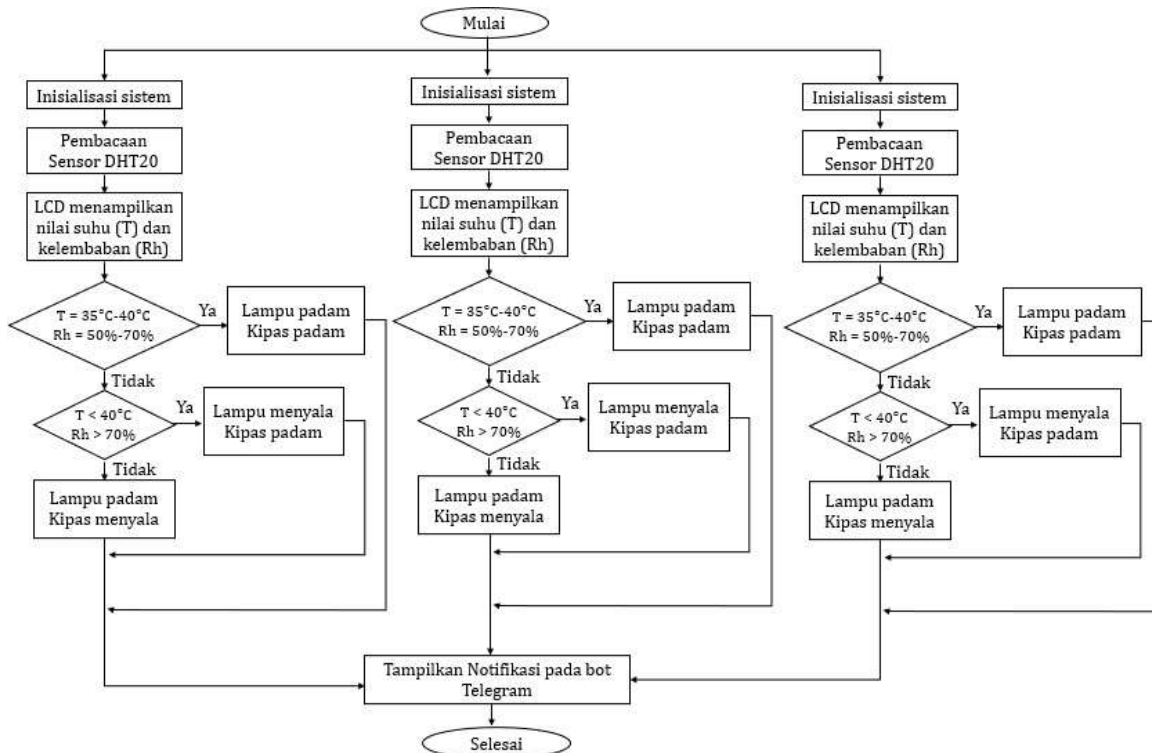


Gambar 3. Desain prototipe multi ruang kubikel berbasis IoT

2.3. Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem kontrol suhu dan kelembaban pada multi kubikel dapat dilihat pada Gambar 4. Kerja sistem pada masing-masing kubikel dimulai dengan proses inialisasi yaitu menyiapkan seluruh komponen seperti sensor DHT20, LCD, serta perangkat pengendali lampu dan kipas. Selanjutnya, sensor DHT20 pada tiap kubikel membaca nilai suhu (T) dan kelembaban (Rh) yang kemudian ditampilkan pada layar LCD agar kondisi lingkungan dapat dipantau secara langsung. Berdasarkan data yang terbaca, sistem akan melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan kerja lampu dan kipas pada tiap kubikel. Jika suhu berada pada rentang 35°C hingga 40°C dan kelembaban berada dalam kisaran 50% hingga 70%, maka kondisi dianggap normal sehingga lampu dan kipas tetap padam. Namun, bila kelembaban melebihi 70% dengan suhu masih di bawah 40°C, maka kipas diaktifkan untuk menurunkan kelembaban, sementara lampu tetap padam. Sebaliknya, apabila suhu masih di bawah rentang normal dan kelembaban antara 50% hingga 70%, lampu dinyalakan sebagai upaya menstabilkan kondisi, sedangkan kipas tidak dijalankan. Selanjutnya sistem pada ketiga

kubikel melakukan pengiriman notifikasi ke bot Telegram yang berisi informasi suhu, kelembaban, serta status lampu dan kipas, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara jarak jauh secara *real-time*.



Gambar 4. Flowchart cara kerja prototipe sistem monitoring suhu dan kelembaban pada multi kubikel berbasis IoT

2.4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan memastikan bahwa seluruh komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, bekerja sesuai dengan alur yang dirancang. Proses pengujian dimulai dengan uji akurasi sensor DHT20 untuk memastikan sensor tersebut mampu membaca nilai suhu (T) dan kelembaban (Rh) secara akurat. Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja sistem dengan memberikan variasi suhu dan kelembaban yang berbeda untuk tiap kubikel. Kubikel 1 diberi kondisi normal (suhu 35°C-40°C dan kelembaban 50%-70%), kubikel 2 diberi kondisi *overheat* (suhu di atas 40°C), sedangkan kubikel 3 diberi kondisi *overhumidity* (kelembaban > 70%). Berikutnya dilakukan pengujian notifikasi Telegram dilakukan dengan memeriksa apakah setiap perubahan status lingkungan berhasil dikirimkan ke bot Telegram secara *real-time*. Pesan yang diterima harus memuat informasi suhu, kelembaban, serta status lampu dan kipas sesuai kondisi yang sedang terjadi.

3. RESULT DAN ANALISIS

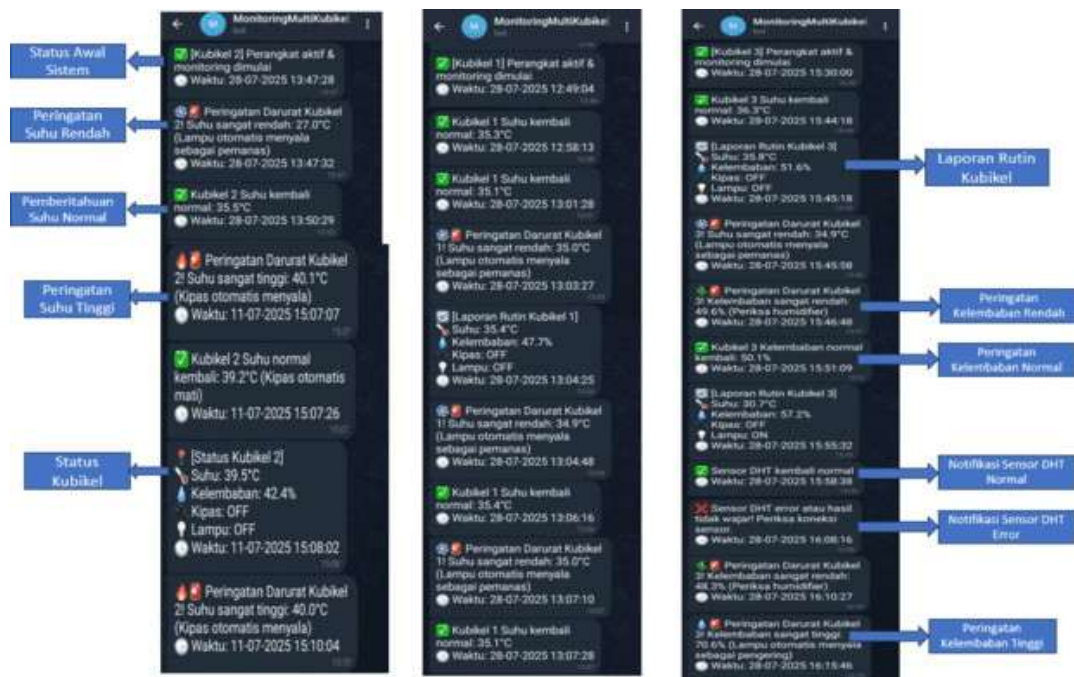
3.1. Hasil Perancangan Prototipe

Pembuatan hardware dilakukan dengan merancang tiga unit prototipe kubikel yang masing-masing dilengkapi dengan sensor DHT20 untuk membaca suhu dan kelembaban. Hasil pembuatan prototipe sistem monitoring suhu dan kelembaban pada multi kubikel ditunjukkan pada Gambar 5. Pada tiap kubikel juga terdapat modul mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan lokal, serta aktuator berupa lampu dan kipas yang digunakan untuk merepresentasikan tindakan pengendalian suhu dan

kelembaban. Pada sisi software, prototipe dikembangkan dengan algoritma yang dirancang untuk mendeteksi tiga kondisi utama pada setiap kubikel, yaitu kondisi normal, overheat, dan overhumidity. Program mikrokontroler membaca data sensor secara berkelanjutan, kemudian mengolahnya untuk memutuskan tindakan yang perlu diambil. Selain itu, software dilengkapi fitur integrasi ke Telegram Bot untuk mengirimkan notifikasi status secara otomatis. Struktur program dibuat modular sehingga fungsi pembacaan sensor, kontrol aktuator, dan pengiriman pesan dapat bekerja secara mandiri namun tetap saling terhubung ke satu Telegram Bot. Notifikasi pada Telegram Bot berisi informasi suhu, kelembaban, status aktuator, dan respons terhadap perintah seperti /status (Gambar 6). Sistem juga dilengkapi fitur deteksi kegagalan sensor, jika sensor tidak terbaca, akan muncul pesan “Sensor DHT Error” di Telegram.



Gambar 5. Hasil perancangan hardware prototipe sistem monitoring suhu dan kelembaban pada multi kubikel



Gambar 6. Notifikasi Telegram pada sistem monitoring suhu dan kelembaban pada multi kubikel

3.2. Hasil Uji Sensor DHT20

Pengujian sensor DHT20 bertujuan mengetahui akurasi pembacaan suhu dan kelembaban pada multi kubikel. Pengujian sensor DHT20 dilakukan sebanyak lima kali dengan cara membandingkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban oleh sensor dengan alat ukur referensi yaitu termometer dan hygrometer. Hasil pengujian sensor DHT20 dalam melakukan pembacaan suhu pada masing-masing kubikel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sensor DHT20 dalam melakukan pembacaan suhu

Pengujian ke	Kubikel 1			Kubikel 2			Kubikel 3		
	Termometer (°C)	Sensor (°C)	Error (%)	Termometer (°C)	Sensor (°C)	Error (%)	Termometer (°C)	Sensor (°C)	Error (%)
1	35,1	34,8	0,85	41,2	40,9	0,73	42,8	42,7	0,23
2	38,5	38,4	0,26	42,5	42,4	0,24	41,9	41,8	0,24
3	35,9	35,8	0,28	43,1	43	0,23	42,4	42,3	0,24
4	39,8	39,5	0,75	44	43,4	1,36	41,8	41,7	0,24
5	38,7	38,6	0,26	41,5	41,4	0,24	43,5	43,4	0,24
Rata-Rata Error			0,48			0,56			0,24

Hasil pengujian sensor DHT20 dalam melakukan pembacaan suhu pada masing-masing kubikel menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi tinggi dengan error yang berada di bawah 1%. Error pembacaan suhu pada kubikel 1 bervariasi antara 0,26% hingga 0,85% dengan rata-rata 0,48% yang menunjukkan bahwa sensor mampu mengikuti perubahan suhu dengan baik meskipun terjadi sedikit deviasi di awal pengukuran. Pada kubikel 2, error rata-rata sensor dalam melakukan pembacaan suhu adalah 0,56%, dengan satu nilai error tertinggi 1,36% pada pengukuran keempat yang kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau posisi sensor, namun secara keseluruhan masih berada dalam batas toleransi. Sementara itu, sensor DHT20 pada kubikel 3 menunjukkan performa paling stabil dalam melakukan pembacaan suhu dengan error rata-rata hanya 0,24%.

Pada penelitian ini, selain melakukan pengujian sensor DHT20 dalam melakukan pembacaan suhu, juga dilakukan pengujian sensor DHT20 dalam melakukan pembacaan kelembaban pada masing-masing kubikel. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji sensor DHT20 dalam melakukan pembacaan kelembaban

Pengujian ke	Kubikel 1			Kubikel 2			Kubikel 3		
	Hygrometer (%)	Sensor (%)	Error (%)	Hygrometer (%)	Sensor (%)	Error (%)	Hygrometer (%)	Sensor (%)	Error (%)
1	65	64	1,54	58	57	1,72	54	53	1,85
2	58	56	3,45	61	60	1,64	50	49	2,00
3	69	68	1,45	55	54	1,82	62	61	1,61
4	54	53	1,85	52	51	1,92	57	56	1,75
5	57	56	1,75	65	63	3,08	59	57	3,39
Rata-Rata Error			2,01			2,04			2,12

Hasil uji pembacaan kelembaban pada tiga kubikel menunjukkan bahwa sensor DHT20 mampu membaca nilai kelembaban dengan akurasi yang cukup baik, ditunjukkan oleh error rata-rata yang berada pada kisaran 2%. Pada kubikel 1, error rata-rata sebesar 2,01% dengan variasi error antara 1,45% hingga 3,45%, di mana nilai error tertinggi muncul pada pengujian ke-2 yang kemungkinan disebabkan fluktuasi kelembaban yang belum sepenuhnya stabil. Kubikel 2 menunjukkan error rata-rata 2,04% dengan nilai error berkisar 1,64–3,08%, dan peningkatan error pada pengujian ke-5 mengindikasikan adanya perubahan kondisi kelembaban yang cukup signifikan di lingkungan tersebut. Sementara itu, kubikel 3 memiliki error rata-rata 2,12% dengan nilai error antara 1,61–3,39%, yang relatif konsisten namun sedikit lebih tinggi dibandingkan dua kubikel lainnya. Secara keseluruhan, tingkat error di ketiga kubikel masih berada dalam batas toleransi sensor DHT20, sehingga sensor dapat dikatakan cukup andal untuk pengukuran kelembaban pada sistem multikubikel meskipun akurasinya sedikit lebih rendah dibandingkan pengukuran suhu.

3.3. Hasil Uji Delay Sistem Notifikasi

Pengujian sistem notifikasi bertujuan untuk mengetahui *delay* sistem dalam mengirimkan notifikasi otomatis ke aplikasi Telegram saat suhu atau kelembaban melebihi ambang batas yang telah ditentukan, yaitu suhu 40°C dan kelembaban 70% RH. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian sistem notifikasi, sistem mampu mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram dengan waktu rata-rata delay 5,6 detik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Delay Notifikasi

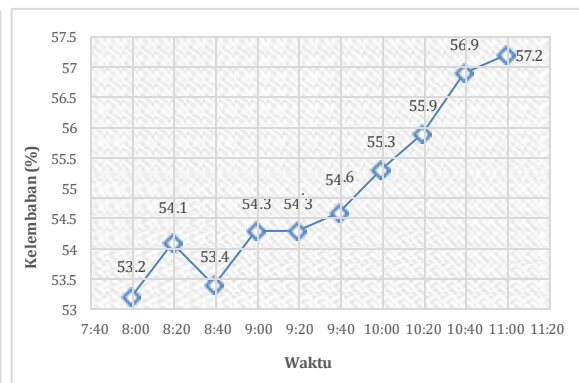
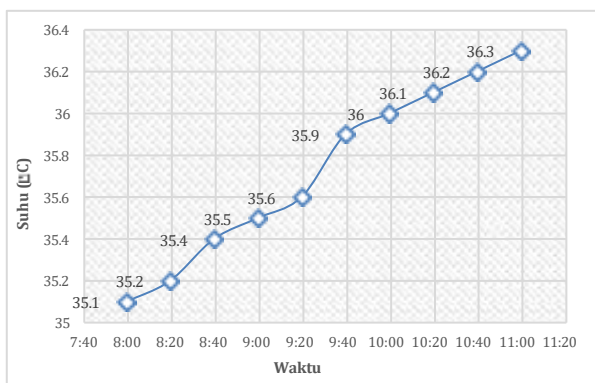
Pengujian ke-	Serial Monitor (Waktu Pembacaan)	Waktu Pesan Muncul di Telegram	Delay (Detik)
1	12:01:03	12:01:09	6
2	12:03:16	12:03:21	5
3	12:05:30	12:05:35	5
4	12:07:41	12:07:47	6
5	12:09:55	12:10:01	6
Rata-Rata			5,6

3.3. Hasil Uji Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban

Pengujian sistem kontrol suhu dan kelembaban bertujuan untuk memastikan bahwa mekanisme pengendalian yang dirancang mampu menjaga kondisi lingkungan pada setiap kubikel tetap stabil sesuai dengan batas ambang yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan selama 3 jam mulai pukul 08:00 sampai dengan 11:00 dengan memberikan variasi suhu dan kelembaban awal yang berbeda pada setiap kubikel. Kubikel 1 diberi kondisi normal (suhu 35°C-40°C dan kelembaban 50%-70%), kubikel 2 diberi kondisi *overheat* (suhu di atas 40°C), sedangkan kubikel 3 diberi kondisi *overhumidity* (kelembaban > 70%). Hasil pengujian sistem kontrol suhu dan kelembaban pada kubikel 1 yang diberi kondisi awal normal (rentang suhu 35°C-40°C dan kelembaban 50%-70%) ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil monitoring (a) suhu; (b) kelembaban pada kubikel 1 dengan kondisi awal normal

Pengujian ke	Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kondisi Aktuator		Notifikasi Telegram	Keterangan
				Lampu	Kipas		
1	08:00	35,1	53,2	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
2	08:20	35,2	54,1	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
3	08:40	35,4	53,4	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
4	09:00	35,5	54,3	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
5	09:20	35,6	54,3	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
6	09:40	35,9	54,6	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
7	10:00	36	55,3	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
8	10:20	36,1	55,9	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
9	10:40	36,2	56,9	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
10	11:00	36,3	57,2	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
Keberhasilan (%)							100%



Gambar 7. Hasil monitoring (a) suhu; (b) kelembaban pada kubikel 1 dengan kondisi awal normal

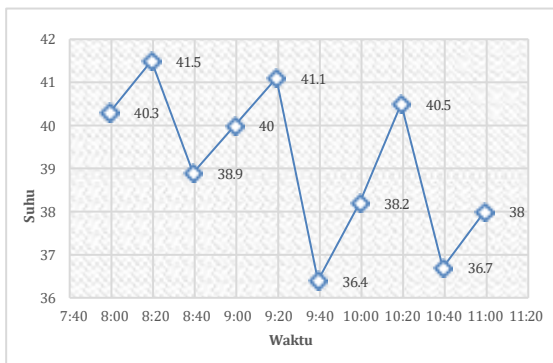
Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 7 terlihat bahwa suhu pada awal pengamatan kubikel 1 adalah 35,1 °C dan meningkat secara bertahap hingga 36,3 °C pada akhir pengujian, sedangkan kelembaban berada dalam rentang antara 53,2% hingga 57,2%. Selain itu, baik lampu maupun kipas tidak pernah aktif (OFF) selama pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu dan kelembaban pada kubikel 1 bekerja dengan baik dan benar. Aktuator (kipas dan lampu) tetap nonaktif karena suhu dan kelembaban berada dalam kondisi normal (rentang suhu 35°C-40°C dan kelembaban 50%-70%), sehingga tidak memerlukan tindakan pengendalian suhu dan kelembaban. Selain itu, notifikasi

Telegram selalu terkirim pada setiap pengujian, menandakan bahwa sistem monitoring dan komunikasi bekerja tanpa kendala. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem mampu mempertahankan kondisi normal secara stabil dan memberikan informasi secara *real-time* kepada pengguna.

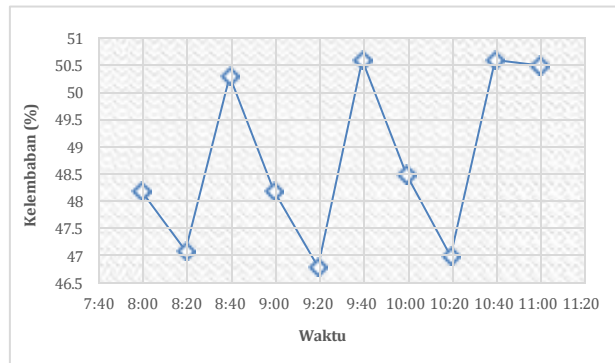
Pada pengujian sistem kontrol suhu dan kelembaban kubikel 2, kondisi awal lingkungan yang diberikan pada kubikel 2 adalah *overheat* (suhu di atas 40°C). Hasil pengujian sistem pada kubikel 2 ini dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 8.

Tabel 5. Hasil monitoring (a) suhu; (b) kelembaban pada kubikel 2 dengan kondisi awal *overheat*

Pengujian ke	Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kondisi Aktuator		Notifikasi Telegram	Keterangan
				Lampu	Kipas		
1	08:00	40,3	48,2	OFF	ON	Terkirim	Berhasil
2	08:20	41,5	47,1	OFF	ON	Terkirim	Berhasil
3	08:40	38,9	50,3	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
4	09:00	40	48,2	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
5	09:20	41,1	46,8	OFF	ON	Terkirim	Berhasil
6	09:40	36,4	50,6	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
7	10:00	38,2	48,5	OFF	ON	Terkirim	Berhasil
8	10:20	40,5	47	OFF	ON	Terkirim	Berhasil
9	10:40	36,7	50,6	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
10	11:00	38	50,5	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
Keberhasilan (%)							100%



(a)



(b)

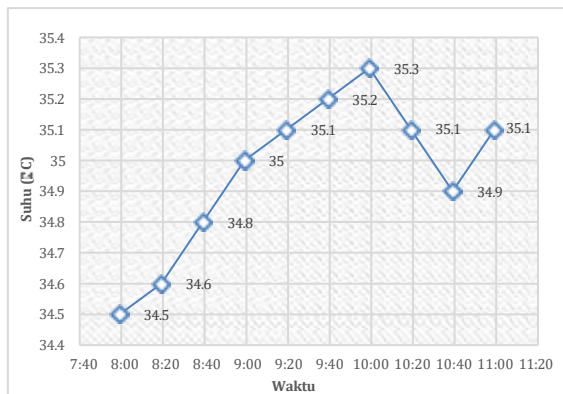
Gambar 8. Hasil monitoring (a) suhu; (b) kelembaban pada kubikel 3 dengan kondisi awal *overheat*

Berdasarkan hasil pengujian pada kubikel 2, terlihat bahwa pada kondisi awal, suhu pada kubikel 2 berada di atas batas aman. Pada kondisi ini, kipas aktif secara otomatis untuk membantu menurunkan suhu, sedangkan lampu tetap dalam kondisi OFF. Saat suhu sudah di bawah 40°C, kipas dan lampu dalam kondisi off karena suhu dalam keadaan normal atau dalam batas aman. Sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi Telegram pada setiap pengujian, Hal ini menunjukkan bahwa sistem kontrol mampu mendeteksi kondisi *overheat*, mengaktifkan kipas secara tepat waktu, dan memberikan informasi kepada pengguna secara *real-time*.

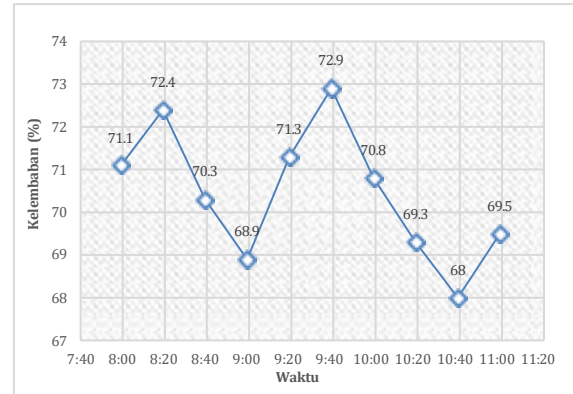
Pada pengujian sistem kontrol suhu dan kelembaban kubikel 3, kondisi awal lingkungan yang diberikan pada kubikel 3 adalah kondisi *overhumidity* (kelembaban > 70%). Hasil pengujian sistem pada kubikel 3 ini dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 9.

Tabel 6. Hasil monitoring (a) suhu; (b) kelembaban pada kubikel 2 dengan kondisi awal *overhumidity*

Pengujian ke	Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kondisi Aktuator Lampu	Kondisi Aktuator Kipas	Notifikasi Telegram	Keterangan
1	08:00	34,5	71,1	ON	OFF	Terkirim	Berhasil
2	08:20	34,6	72,4	ON	OFF	Terkirim	Berhasil
3	08:40	34,8	70,3	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
4	09:00	35	68,9	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
5	09:20	35,1	71,3	ON	OFF	Terkirim	Berhasil
6	09:40	35,2	72,9	ON	OFF	Terkirim	Berhasil
7	10:00	35,3	70,8	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
8	10:20	35,1	69,3	ON	OFF	Terkirim	Berhasil
9	10:40	34,9	68	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
10	11:00	35,1	69,5	OFF	OFF	Terkirim	Berhasil
Keberhasilan (%)							100%



(a)



(b)

Gambar 9. Hasil monitoring (a) suhu; (b) kelembaban pada kubikel 3 dengan kondisi awal *overhumidity*

4. DISCUSSION/CONCLUSION

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem kontrol suhu dan kelembaban pada multi-kubikel berbasis Internet of Things (IoT) mampu memantau suhu dan kelembaban secara *real-time* pada tiga ruang kubikel dengan kondisi lingkungan berbeda (*normal*, *overheat*, dan *overhumidity*) serta memberikan notifikasi otomatis melalui Telegram Bot dan mengendalikan aktuator kipas dan lampu secara otomatis sesuai ambang batas suhu dan kelembaban yang diberikan. Sensor DHT20 mampu melakukan pembacaan suhu dan kelembaban dengan tingkat akurasi yang baik dengan nilai error pembacaan suhu di bawah 1% dan error pembacaan kelembaban sekitar 2% pada ketiga kubikel. Sistem kontrol yang dirancang juga mampu merespons tiga kondisi lingkungan, yaitu *normal*, *overheat*, dan *overhumidity* dengan mengaktifkan aktuator kipas dan lampu secara tepat sesuai ambang batas yang ditetapkan. Notifikasi melalui Telegram Bot juga berhasil terkirim 100% pada seluruh pengujian yang menunjukkan bahwa integrasi IoT berjalan stabil dan mampu menyediakan pemantauan *real-time* untuk tiga kubikel sekaligus dalam satu kanal komunikasi.

REFERENCES

- Afdilah, A., & Agung, A. I. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Suhu Dan Kelembaban Sebagai Pencegahan Kegagalan Isolasi Pada Kubikel. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 703–709.
- Gitakarma, M. S., Ariawan, K. U., & Pracasitaram, I. S. B. (2024). Peran Mikrokontroler Dalam Pengembangan Aplikasi IoT: Tinjauan Konseptual Dan Implementasi. *Jurnal Komputer dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, 3(2), 18–24.
- Hidayat, J., & Fatkhurrohman, M. (2024). Pemeliharaan Kubikel 20 KV di PT . Haleyora Powerindo. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(6), 130–149.
- Irawati, Amien, M. T., Sumarno, E., & Rosyadi, F. (2023). Prototipe Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada

- Kubikel 20 KV Berbasis IoT. *Transmisi : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 25(3), 103–114.
- Iskandar, M. A., Purwito, & Achmad, A. (2025). Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring Udara Ambien Pada Ruang Cell Kubikel 20 kV Berbasis IoT. *Jurnal Sosial dan Teknologi (Sostech)*, 5(5), 1288–1296.
- Nasution, A. D. (2024). *Implementasi Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Kubikel 20kv Berbasis IoT*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Pratiwi, C. Y., Christanto, A. S. U., & Palupi, R. (2025). Efisiensi Penggunaan Internet of Thing (IoT) dan Dampak Sistem dalam Rumah Pintar. *Jurnal Solo Teknologi*, 1(2), 45–49.
- Rahmadani, A., Windarko, N. A., & Raharja, L. P. S. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Kendali Dua Heater pada Kubikel 20 kV Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 21(2), 219–227.
- Sadewa, M., & Permata, E. (2024). Analisis Desain Kubikel 20kV untuk Peningkatan Efisiensi dan Keandalan Sistem Distribusi Listrik. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(6), 116–129.
- Savira, V. (2021). *Analisa Data Kontrol Suhu Dan Kelembapan Pada Kubikel Gardu Distribusi Pasang Dalam Berbasis Mikrokontroler*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Shidiq, F. (2023). *Rancang Bangun Warning System Suhu Kubikel 20KV Berbasis IoT*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Simanjuntak, R. P., Aulia, R., & Novalina, S. D. (2023). Rancang Bangun Sistem Kontrol Kubikel Pada Panel Tegangan Menengah dengan Menggunakan Programmable Logic Controller. *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 6(2), 108–119.
- Suharsono, S. W., & Purwanto, S. (2022). *Analisis Efek Korona Pada Kubikel Riser 20 KV (Interface Trafo 3) Terhadap Isolasi Rell Di Gardu Induk Cikupa UP2D Banten*. Jakarta: IT PLN.
- Syahfitri, A. (2025). Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya. *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, 3(1), 113–120.