

Rancang Bangun Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban menggunakan Arduino IoT Cloud dengan ESP32

Hendrik Siahaan^{1*}, Megasyani Anaperta², Aidhia Rahmi³

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Sumatera Barat, Indonesia.

e-mail: tigerwoodalter@gmail.com

ABSTRAK

Kurang efektifnya penggunaan alat ukur suhu dan kelembaban manual jika ingin memantau suhu dan kelembaban secara real time dalam rentang waktu yang lama. Selain itu kelalaian dalam pengukuran dan juga merupakan faktor yang tidak bisa dihindari. Salah satu solusi yang mungkin dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai Board dan DHT11 sebagai sensor, sementara untuk IoT menggunakan Arduino IoT Cloud. Dalam penelitian ini, sistem pemantauan dirancang agar dapat dengan mudah memantau kondisi suhu dan kelembaban suatu ruangan secara real time dengan teknologi IoT, data real time dapat diakses dari laptop atau smartphone terutama android. Untuk metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen murni. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai kesalahan relatif rata-rata untuk suhu adalah 1,12% dan nilai kesalahan relatif rata-rata untuk kelembaban adalah 2,07%. Rata-rata hasil pengukuran untuk suhu adalah 34,680C untuk sensor DHT11 sedangkan pada alat ukur acuan 34,270C. Sementara rata-rata kelembaban pada sensor DHT11 sebesar 67,04% sedangkan pada alat ukur acuan sebesar 65,68. Alat ini menggunakan sensor DHT11 yang memiliki sampling rate 1 Hz memberikan informasi suhu dan kelembaban tiap detik didashboard.

Sistem Pemantauan, ESP32, Sensor DHT11, Temperatur, Kelembaban

ABSTRACT

The ineffective use of manual temperature and humidity measuring instruments if you want to monitor temperature and humidity in real time for a long time. In addition, negligence in measurement and is also a factor that cannot be avoided. This research uses ESP32 as the Board and DHT11 as the sensor, while for IoT using Arduino IoT Cloud. In this research, the monitoring system is designed so that it can easily monitor the temperature and humidity conditions of a room in real time with IoT technology, real time data can be accessed from a laptop or smartphone, especially android. For the research method used is pure experimental research. Based on the research results, the average relative error value for temperature is 1.12% and the average relative error value for humidity is 2.07%. The average measurement result for temperature is 34.680C for the DHT11 sensor while the reference measuring instrument is 34.270C. While the average humidity on the DHT11 sensor is 67.04% while the reference measuring instrument is 65.68. This tool uses a DHT11 sensor that has a sampling rate of 1 Hz to provide temperature and humidity information every second on the dashboard.

Keywords : Monitoring System, ESP32, DHT11 Sensor, Temperature, Humidity

PENDAHULUAN

Banyak sekali inovasi teknologi yang telah dikembangkan untuk memudahkan manusia dalam menjalankan tugas-tugas mereka. Contoh perkembangan teknologi saat ini adalah teknologi dalam bidang pengendalian/kontrol. salah satu perkembangan krusial dalam bidang kontrol adalah teknologi pemantauan dan pengukuran suhu serta kelembaban [1].

Sistem pengukuran suhu dan kelembaban saat ini ada yang masih manual yakni menggunakan alat ukur suhu dan kelembaban (termometer dan higrometer). Kelemahan dari proses ukur secara manual ini adalah tidak efektif. Jika ingin memantau perubahan suhu dan

kelembaban pada periode waktu tertentu, perlu memeriksa dan mencatat hasil alat ukur, hal ini kurang efisien jika rentang waktu yang dipantau lebih lama. Salah satu solusi yang mungkin dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). IoT adalah pengembangan teknologi yang sudah ada dengan beberapa inovasi sehingga perangkat-perangkat tersebut dapat dimanfaatkan untuk mempermudah pekerjaan [2].

Perangkat Internet of Things memiliki batasan dalam hal kapasitas penyimpanan dan daya komputasi, yang mengakibatkan isu-isu seperti keandalan, performa, kemampuan untuk berkembang, keamanan, dan privasi. Untuk menyelesaikan isu-isu tersebut, perangkat IoT dapat digabungkan dengan sistem Cloud Computing. Cloud Computing memiliki kemampuan untuk melakukan konfigurasi sumber daya sesuai dengan kebutuhan dari user [3]. Integrasi antara perangkat IoT dengan cloud computing menciptakan paradigma teknologi baru yang disebut IoT Cloud [4]. IoT Cloud tersebut digunakan untuk mengambil data sensor dari perangkat IoT. Data sensor yang didapatkan secara terus menerus menghasilkan data dalam ukuran yang besar sehingga manfaat dari integrasi ini adalah dengan mengirimkan data sensor ke cloud dan membuat data sensor dapat di akses secara luas.

Penelitian yang berkaitan sebelumnya berjudul “Sistem Pemantauan dan Pengendalian Suhu Ruang Berbasis Internet of Things”. Dalam studi yang dilakukan oleh Vinola dan Rakhman, sistem ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan suhu menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Alat ini memanfaatkan Raspberry Pi, sensor DHT22 untuk pengukuran suhu, serta Infrared sebagai perangkat pengatur AC, disertai dengan aplikasi pendukung. Untuk mewujudkan sistem ini, diperlukan protokol komunikasi yang mendukung implementasi IoT, yaitu protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Data yang diperoleh dari sensor disimpan dalam basis data, kemudian dapat diolah dan diakses melalui aplikasi di perangkat elektronik seperti Android, iOS, atau platform berbasis web. Dengan adanya sistem pemantauan dan pengendalian ini, dapat memudahkan seseorang dalam melakukan pengawasan terhadap suhu AC pada suatu ruangan [5].

Pada penelitian lainnya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Kontrol Kondisi Ruang Greenhouse Untuk Budidaya Tanaman Stroberi Berbasis Internet of Things (IoT)” yang dilakukan oleh. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alat pemantau dan kontrol kondisi ruang Greenhouse untuk budidaya tanaman stroberi berbasis internet of things (IoT). Pengguna dapat memantau dan mengontrol kondisi Greenhouse melalui smartphone Android dengan aplikasi Blynk. User dapat memantau dan mengontrol kondisi Greenhouse melalui smartphone Android dengan aplikasi Blynk. Ketika nilai suhu udara dan kelembaban udara pada Greenhouse maka sistem akan bekerja untuk menyesuaikan kembali suhu dan kelembaban di dalam Greenhouse. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali dan Sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara [6].

Pada penelitian yang berjudul “Pengembangan Platform IoT Cloud berbasis Layanan Komputasi Serverless Google Cloud Platform (GCP)”. Penelitian berupa pengembangan IoT-Cloud dengan memanfaatkan komputasi serverless. Komputasi serverless memiliki kemampuan auto-scaling sehingga tidak perlu melakukan penyesuaian ulang pada server secara manual. Pengembangan platform ini dilakukan di cloud sehingga semua pihak yang ingin melakukan akses harus terhubung ke internet dan mempunyai akun layanan.

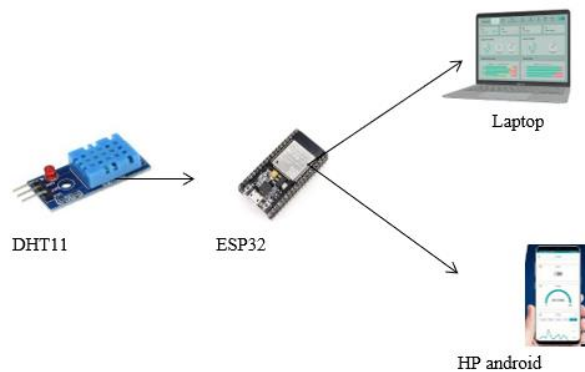
GCP digunakan untuk membangun platform ini, fitur yang digunakan adalah Authentication yang berperan untuk autentikasi pengguna, fungsi yang menggunakan kerangka tanpa server berfungsi sebagai backend dan penghubung, firestore berfungsi sebagai lokasi penyimpanan informasi, dan Hosting sebagai tempat untuk menyebar platform. Selanjutnya, ada Google Cloud IoT Core yang berfungsi sebagai perantara sehingga perangkat IoT dapat mengirim data ke Google Cloud IoT Core yang kemudian akan disampaikan ke penghubung. [7].

Berbeda dari studi-studi sebelumnya, penelitian yang akan dilakukan ini memiliki perbedaan dalam pendekatan dan elemen yang diterapkan.. Pada penelitian ini menggunakan IoT platform

yang berbeda yaitu Arduino IoT Cloud sebagai pengganti Blynk dan MQTT. Hal ini dikarenakan platform Arduino IoT Cloud menyediakan fitur Cloud Programming yang memungkinkan menulis kode di website arduino tanpa perlu install software tambahan seperti Arduino Ide (Blynk dan MQTT memerlukan software tambahan untuk membuat program). Fitur Cloud Programming ini sangat membantu bila perangkat Laptop atau Komputer tidak memiliki spesifikasi mumpuni untuk menjalankan software Arduino IDE. Sensor DHT-11 sebagai sensor suhu dan kelembaban sebagai pengganti sensor DHT-22 yang tergolong lebih mahal. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32. Alat ini bisa digunakan dalam berbagai situasi. Seperti area pada suatu gudang, penting untuk memperhatikan suhu dan kelembaban di tempat penyimpanan agar produk dapat disimpan dengan baik. Hal yang sama juga berlaku pada rumah kaca untuk menciptakan kondisi pertumbuhan optimal bagi tanaman. Ini membantu memaksimalkan hasil dan kualitas tanaman. Dibidang manufaktur elektroni, alat ini dapat membantu mengontrol tingkat kelembaban di ruangan bersih dan area produksi untuk mencegah listrik statis dan kerusakan terkait kelembaban pada komponen elektronik. Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti berinisiatif membuat rancang bangun sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan Arduino IoT Cloud dengan ESP32.

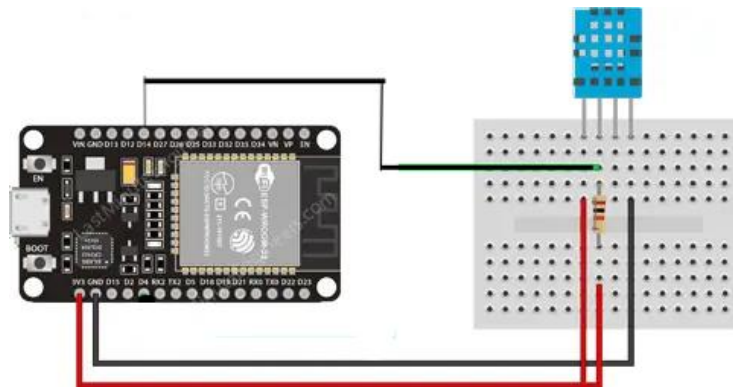
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen murni, Adapun alur kerja sistem pemantauan suhu dan kelembaban disajikan pada Gambar 1 di bawah ini :



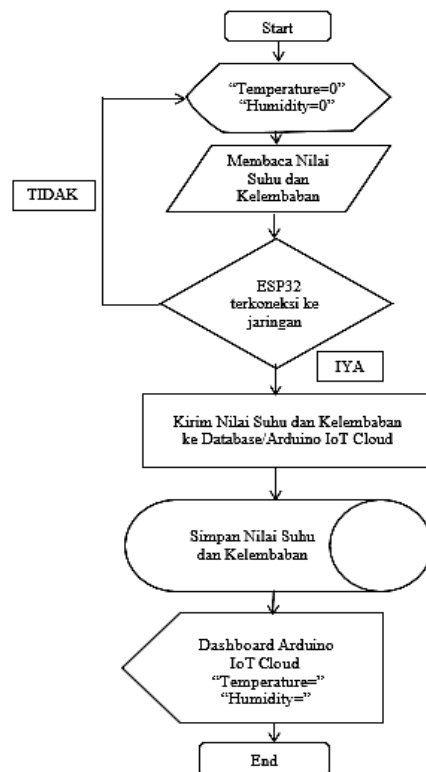
Gambar 1. Alur kerja sistem pemantauan suhu dan kelembaban

Gambar 1. menunjukkan bahwa data suhu dan kelembaban sekitar akan dideteksi oleh DHT11, lalu diterima oleh mikrokontroler ESP32 yang sebagai pengatur semua komponen *input* dan *output*. Setelah diterima oleh mikrokontroler ESP32, maka data akan diterima oleh Arduino IoT Cloud dan ditampilkan di dashboard. Selain itu, skema rangkaian untuk sistem pemantauan suhu dan kelembaban dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Skema Rangkaian Alat

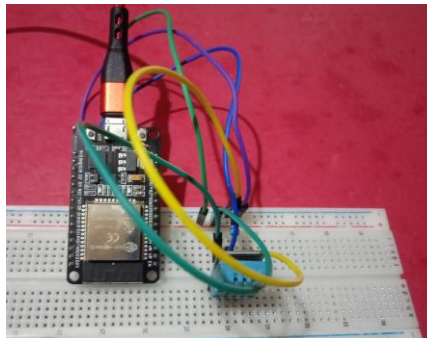
Dalam perakitan rangkaian skema sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan Arduino IoT Cloud dengan ESP32 memanfaatkan aplikasi *Fritzing*. Prinsip kerja dari alat sistem pemantauan suhu dan kelembaban yaitu menggunakan sensor DHT11 yang terhubung langsung dengan mikrokontroler dan bekerja dengan cara mendeteksi temperatur dan kelembaban udara, perintah yang dibuat akan disimpan pada modul ESP32. Keluaran dari deteksi sensor DHT11 akan ditampilkan pada dashboard Arduino IoT Cloud. Berdasarkan Gambar 2 di atas, maka dibuatlah *flowchart* yang akan menjadi petunjuk untuk alur sistem pemantauan suhu dan kelembaban seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem pemantauan suhu dan kelembaban

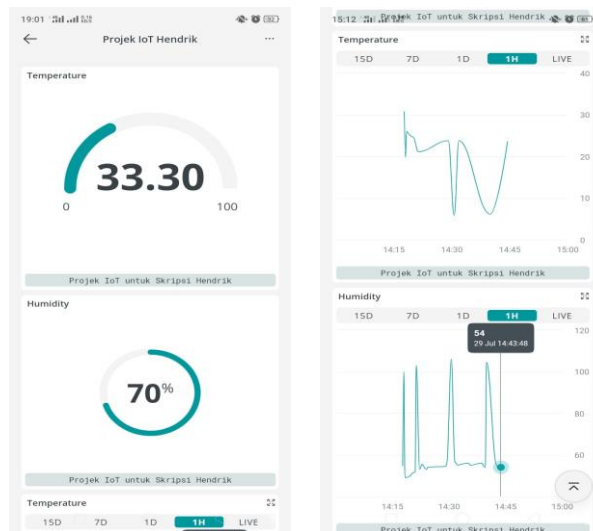
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem pemantauan suhu dan kelembaban ini menciptakan suatu alat yang mampu memantau suhu dan kelembaban suatu ruangan/lokasi secara real time menggunakan perangkat Android/laptop. Alat ini menggunakan cloud editor berupa Arduino IoT Cloud untuk memprogram papan/board ESP32. Setelah program selesai, board ESP32 akan terhubung ke hotspot/Wi-Fi dan data dari DHT11 ke ESP32 akan dapat diakses secara real time serta ditampilkan pada halaman dashboard Arduino IoT Cloud (laptop maupun HP). Di bawah ini adalah hasil penelitian Rancang bangun sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan Arduino IoT Cloud dan ESP32.



Gambar 4. Alat Sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang dirancang

Sistem kerja alat ini yaitu sensor DHT11 menerima/membaca suhu dan kelembaban yang ada di ruangan. Setelah itu data yang dibaca sensor DHT11 dikirim ke ESP32 untuk diproses dan dikirim ke arduino iot cloud, data yang diterima akan ditampilkan di dashboard web atau aplikasi di android(Arduino IoT Cloud Remote) .



a) b)

Gambar 5. Tampilan Dashboard Arduino IoT Cloud.
a) Nilai suhu dan kelembaban, b) Grafik realtime suhu dan kelembaban

Pada dashboard, data akan ditampilkan secara realtime dengan delay 2000 ms (2 sekon). Tampilan dashboard Arduino IoT Cloud dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Pengujian Sensor DHT11 terhadap Alat ukur acuan

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap seluruh komponen-komponen yang sudah dirangkai untuk melihat apakah setiap komponen bekerja dengan baik. Pengujian sensor ini bertujuan untuk memeriksa keakuratan sensor DHT 11 dalam mengukur suhu dan kelembaban pada suatu tempat. Pengujian alat ini dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran sensor *DHT11* dan nilai alat ukur (thermo-hygrometer) atau *HTC-1*. Untuk mengetahui keakuratan sensor dalam pembacaan pengukuran dilakukan dengan pengukuran berulang suhu dan kelembaban sebanyak 25 kali setiap rentang waktu 2 menit.

Tabel 1. Pengujian Sensor DHT11 terhadap alat ukur acuan (Suhu)

Pengujian Ke-	Menit Ke-	Suhu (°C)		Kesalahan Mutlak $ X_i - X_p $	Kesalahan Relatif (%)
		Sensor DHT11(X_i)	Alat Ukur Acuan (X_p)		
1	2	34,7	34,1	0,6	1,759
2	4	34,7	34,1	0,6	1,759
3	8	34,7	34,1	0,6	1,759
4	10	34,7	34,2	0,5	1,461
5	12	34,6	34,2	0,4	1,169
6	14	34,6	34,2	0,4	1,169
7	16	34,6	34,2	0,4	1,169
8	18	34,6	34,1	0,5	1,461
9	20	34,7	34,1	0,6	1,759
10	22	34,7	34,1	0,6	1,759
11	24	34,7	34,1	0,6	1,759
12	26	34,7	34,2	0,5	1,461
13	28	34,7	34,2	0,5	1,461
14	30	34,7	34,2	0,5	1,461
15	32	34,7	34,2	0,5	1,461
16	34	34,7	34,4	0,3	0,872
17	36	34,7	34,4	0,3	0,872
18	38	34,7	34,4	0,3	0,872
19	40	34,7	34,4	0,3	0,872
20	42	34,7	34,4	0,3	0,872
21	44	34,7	34,5	0,2	0,579
22	46	34,7	34,5	0,2	0,579
23	48	34,7	34,5	0,2	0,579
24	50	34,7	34,5	0,2	0,579
25	52	34,7	34,5	0,2	0,579



Σ		867,1	856,8		30,082
\bar{x}		34,68	34,27		

Tabel 2. Pengujian Sensor DHT11 terhadap alat ukur (Kelembaban)

Pengujian ke-	Menit ke-	Kelembaban (%)		Kesalahan Mutlak $ X_i - X_p $	Kesalahan Relatif (%)
		Sensor DHT11(X_i)	Alat Ukur Acuan (X_p)		
1	2	66	64	2	3,125
2	4	66	64	2	3,125
3	8	66	64	2	3,125
4	10	66	65	1	1,538
5	12	66	64	2	3,125
6	14	66	65	1	1,538
7	16	66	65	1	1,538
8	18	66	66	0	0
9	20	68	66	2	3,030
10	22	68	66	2	3,030
11	24	68	66	2	3,030
12	26	68	66	2	3,030
13	28	66	66	0	0
14	30	66	66	0	0
15	32	66	66	0	0
16	34	66	66	0	0
17	36	68	66	2	3,030
18	38	68	66	2	3,030
19	40	68	67	1	1,492
20	42	68	67	1	1,492
21	44	68	67	1	1,492
22	46	68	66	2	3,030
23	48	68	66	2	3,030
24	50	68	66	2	3,030
25	52	68	66	2	3,030
Σ		1.676	1.642		51,866
\bar{x}		67,04	65,68		

Nilai kesalahan relatif dari alat ukur yang dibuat dihitung dengan menggunakan rumus [8].

$$E_r = \frac{E_a}{X_p} \times 100\% = \frac{|X_i - X_p|}{X_p} \times 100\% \quad (1)$$

Sementara itu untuk menentukan rata-rata kesalahan relatif, dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Kesalahan relatif rata-rata = Kesalahan relatif total : jumlah pengujian

$$\text{Kesalahan relatif rata-rata} = \frac{30,082\%}{25} = 1,12\% \quad (\text{Suhu})$$

$$\text{Kesalahan relatif rata-rata} = \frac{51,866\%}{25} = 2,07\% \text{ (Kelembaban)}$$

Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa persentase kesalahan relatif suhu yang tertinggi adalah 1,759 % dan yang terendah 0,579 %, sedangkan persentase kesalahan relatif kelembaban yang tertinggi adalah 3,125 % dan yang terendah 0 %. Nilai kesalahan relatif rata-rata untuk suhu adalah 1,12% dan nilai kesalahan relatif rata-rata untuk kelembaban adalah 2,07%.

Tabel 3. Perbandingan Sensor DHT11 dengan Sensor DHT22

No	Spesifikasi	DHT11	DHT22
1	Tegangan Operasi	3V sampai 5V	3V sampai 5V
2	Arus Operasi Maksimal	2,5 mA	2,5mA
3	Kisaran Kelembaban	(20 sampai 80)% /±5%	(0 sampai 100)% /±2,5%
4	Kisaran Suhu	(0 sampai 50) ⁰ C /±2 ⁰ C	(-40 ke 80) ⁰ C /±2 ⁰ C
5	Tingkat Pengambilan Sampel	1Hz (setiap detik)	0,5Hz (setiap 2 s)
6	Ukuran	15,5mm×12mm×5,5mm	15,1mm×25mm×7,7mm
7	Keuntungan	Harga yang terjangkau	Lebih Akurat

Dari tabel 3, diperoleh Sensor *DHT11* memiliki kesalahan relatif rata-rata untuk kelembaban ±5%, sedangkan untuk suhu sebesar ±2⁰C [9]. Data dari penelitian diperoleh nilai kesalahan relatif rata-rata untuk suhu adalah 1,12% dan nilai kesalahan relatif rata-rata untuk kelembaban adalah 2,07%. Alat ini bekerja optimal direntang suhu (0-50)⁰C dan kelembaban (20-80)%.

Perbedaan nilai suhu dan kelembaban *DHT11* dengan *Temperature Clock Humidity HTC-1* dikarenakan beberapa faktor antara lain seperti waktu adaptasi sensor yang kurang lama, sehingga ada perbedaan signifikan serta koneksi antar *hardware* lancar dan tidak ada kabel yang longgar/goyang. Suhu berperan dalam mempengaruhi tingkat kelembaban. Hubungan antara suhu dan kelembaban juga secara langsung berimbas pada kesehatan serta kesejahteraan manusia. Kelembaban relatif (RH) di atmosfer adalah ukuran seberapa banyak uap air terdapat di udara pada suhu tertentu jika dibandingkan dengan jumlah maksimum uap air yang bisa disimpan oleh udara pada suhu itu. Kelembaban relatif adalah ukuran jumlah uap air aktual di udara dibandingkan dengan jumlah total uap yang dapat ada di udara pada suhu saat ini. Udara hangat dapat memiliki lebih banyak uap air (kelembaban) daripada udara dingin, jadi dengan jumlah kelembaban absolut/spesifik yang sama, udara akan memiliki kelembaban relatif yang lebih tinggi jika udara lebih dingin, dan kelembaban relatif yang lebih rendah jika udara lebih hangat. Saat suhu meningkat, uap air berurung (RH berkurang sementara saat temperatur menurun (RH meningkat) uap air lebih banyak/jenuh. [10].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan Arduino Iot Cloud dengan ESP32 telah berhasil diuji serta bekerja dengan baik. Sistem ini dirancang agar dapat dengan mudah memantau kondisi suhu dan kelembaban suatu ruangan secara real time dengan teknologi IoT, data real time dapat diakses dari laptop atau smartphone terutama android. Dalam penelitian diperoleh nilai kesalahan Srelatif rata-rata untuk suhu adalah 1,12% dan nilai kesalahan relatif rata-rata untuk kelembaban adalah 2,07%. Rata-rata hasil pengukuran untuk suhu adalah 34,680C untuk sensor DHT11 sedangkan pada alat ukur acuan 34,270C. Sementara rata-rata kelembaban pada sensor DHT11 sebesar



67,04% sedangkan pada alat ukur acuan sebesar 65,68. jadi dengan jumlah kelembaban absolut/spesifik yang sama, udara akan memiliki kelembaban relatif yang lebih tinggi jika udara lebih dingin, dan kelembaban relatif yang lebih rendah jika udara lebih hangat. Saat suhu meningkat, uap air berurang (RH berkurang sementara saat temperatur menurun (RH meningkat) uap air lebih banyak/jenuh

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yatmono MT, D. B. Hertanto M.Kom, D. S. Utama M.Pd, and F. Surwi S.T M.T, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban berbasis LabView dan Android,” *Lap. Penelit. Dosen Muda*, vol. 1–22, 2017.
- [2] Al-fuqaha, “Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications.” pp. 2347– 2348.
- [3] M. Villari, “Leveraging the Internet of Things Integration of Sensors and cloud computing,” *Int. J. Distrib. Sens. Netw.*, vol. 12, p. 9764287.
- [4] A. Botta, W. Donato, V. Persico, and A. Pescapé, “Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, pp. 684–700.
- [5] F. Vinola and A. Rakhman, “Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things,” *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 117–126.
- [6] J. Tarigan, A. Z. Johannes, M. Natbasi, and A. B. S. Umbu, “Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Kontrol Kondisi Ruangan Green House,” *J. Politek. Caltex Riau*, vol. 9, no. 1, pp. 22–32.
- [7] R. Bayu, A. Pradana, and A. Bhawiyuga, “Pengembangan Platform IoT Cloud berbasis Layanan Komputasi Serverless Google Cloud Platform,” vol. 6, no. ue 4). doi: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [8] Greelane, “Ini adalah Cara Menghitung Persen Kesalahan.” [Online]. Available: <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/how-to-calculate-percent-error-609584/>
- [9] C. S. Bandung, “n.d.-a). #20 Perbedaan Antara DHT1 Dht22 Dan dht21 serta Jenis-Jenis DHT.” [Online]. Available: <https://cncstorebandunggo.blogspot.com/2022/01/20-perbedaan-antara-dht1-dht22-dan.html>,
- [10] U. S. D. Commerce and N. D. humidity, “National Weather Service.” [Online]. Available: <https://www.weather.gov/lmk/humidity>,