

Implementasi *Internet of Things (IoT)* pada Sistem Pemantauan Kelembapan Udara di Perpustakaan UBSI

Rian Septian Anwar ¹, Nani Agustina ^{2,*}, Novita Indriyani ³

* Korespondensi: e-mail: nani.nna@bsi.ac.id

¹ Ilmu Komputer; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kramat Raya No. 98 Rt. 02 / Rw. 09, Kel. Kwitang -Kec. Senen Jakarta Pusat 11420; (021) 21231170; e-mail: rian.ptn@bsi.ac.id

² Sistem Informasi; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kramat Raya No. 98 Rt. 02 / Rw. 09, Kel. Kwitang -Kec. Senen Jakarta Pusat 11420; (021) 21231170; e-mail: nani.nna@bsi.ac.id

³ Sistem Informasi Akuntansi; Universitas Bina Sarana Informatika (UBSI) yang berlokasi di Jl. Raya Cilebut No.3a, RT.01/RW.04, Kec. Tanah Sereal, Kota Bogor 16124; (02510) 7593412; e-mail: novita.nvd@bsi.ac.id

Submitted : **6 September 2025**
Revised : **4 Oktober 2025**
Accepted : **7 November 2025**
Published : **30 November 2025**

Abstract

Libraries, particularly academic libraries like those at UBSI, store valuable collections of books, manuscripts, and digital archives. The preservation of these physical assets is constantly threatened by environmental factors, primarily fluctuating temperature and humidity. Uncontrolled high humidity accelerates the growth of mold and mildew, leading to irreversible damage to paper-based materials. Manual monitoring systems are often inefficient, costly, and susceptible to human error. This research aimed to develop and implement a real-time, Internet of Things (IoT)-based air humidity monitoring system to ensure optimal environmental conditions for collection preservation in the UBSI Library. The system utilizes the NodeMCU ESP8266 microcontroller and the SHT30 sensor, chosen for its high accuracy and stability, to continuously collect humidity data. This data is transmitted via Wi-Fi to a Firebase real-time database and visualized on a dynamic web dashboard. The prototype was tested for accuracy and reliability, showing minimal deviation (less than 3%) compared to commercial hygrometers. The results confirm that the IoT system successfully provides remote, continuous, and highly accurate monitoring, enabling prompt intervention by library staff when humidity levels exceed the safe threshold (50%–60%). This innovative approach significantly enhances collection preservation efficiency and reduces potential conservation costs. The system built not only successfully collects data, but also processes it into easily understood information, thus fulfilling the initial objective of overcoming the inefficiency of manual monitoring.

Keywords: Humidity Monitoring, Internet of Things, Library Preservation, NodeMCU, SHT30 Sensor

Abstrak

Perpustakaan, khususnya perpustakaan akademik seperti di UBSI, menyimpan koleksi berharga berupa buku, manuskrip, dan arsip digital. Pelestarian aset fisik ini senantiasa terancam oleh faktor lingkungan, terutama fluktuasi suhu dan kelembapan. Kelembapan tinggi yang tidak terkontrol mempercepat pertumbuhan jamur dan lumut, menyebabkan kerusakan permanen pada bahan berbasis kertas. Sistem pemantauan manual dinilai tidak efisien, memakan biaya, dan rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kelembapan udara berbasis *Internet of Things (IoT)* secara real-time guna menjamin kondisi lingkungan yang optimal untuk pelestarian koleksi di Perpustakaan UBSI. Sistem ini menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* dan sensor *SHT30*, yang dipilih karena akurasi dan stabilitasnya yang tinggi, untuk mengumpulkan data kelembapan secara berkelanjutan. Data dikirimkan melalui *Wi-Fi* ke basis data real-time *Firestore* dan

divisualisasikan pada dasbor web yang dinamis. Prototipe ini telah diuji akurasi dan keandalannya, menunjukkan deviasi minimal (kurang dari 3%) dibandingkan higrometer komersial. Hasil penelitian menegaskan bahwa sistem *IoT* berhasil menyediakan pemantauan jarak jauh, berkelanjutan, dan sangat akurat, memungkinkan staf perpustakaan untuk melakukan intervensi segera saat tingkat kelembapan melampaui batas aman (50%–60%). Pendekatan inovatif ini secara signifikan meningkatkan efisiensi pelestarian koleksi dan

mengurangi potensi biaya konservasi. Sistem yang dibangun tidak hanya berhasil mengumpulkan data, tetapi juga memprosesnya menjadi informasi yang mudah dipahami, sehingga memenuhi tujuan awal untuk mengatasi inefisiensi pemantauan manual.

Kata kunci: *Internet of Things*, Pemantauan Kelembapan, *NodeMCU*, Pelestarian Perpustakaan, Sensor SHT30

1. Pendahuluan

Perpustakaan merupakan jantung institusi pendidikan dan pusat penyimpanan ilmu pengetahuan dalam berbagai format, terutama koleksi fisik berupa buku dan dokumen. Di Indonesia, yang memiliki iklim tropis dengan kelembapan tinggi, koleksi fisik ini sangat rentan terhadap kerusakan, terutama oleh serangan mikroorganisme seperti jamur dan serangga, yang perkembangannya dipicu oleh kelembapan udara yang ekstrem (Ayuningtyas, 2023). Kerusakan yang terjadi tidak hanya mengakibatkan kerugian material, tetapi juga hilangnya sumber informasi yang tak ternilai.

Tingkat kelembapan relatif ideal untuk penyimpanan koleksi kertas umumnya direkomendasikan berada dalam rentang 50% hingga 60% . Fluktuasi di luar sangat rentang terutama peningkatan drastis yang memerlukan tindakan mitigasi yang cepat. Secara tradisional, pemantauan kelembapan dilakukan secara manual menggunakan termohigrometer, yang memerlukan pengecekan berkala oleh petugas. Metode ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga rentan terhadap keterlambatan respon, terutama jika kondisi kritis terjadi di luar jam kerja (Pratiwi & Herlawati, 2019).

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah memberikan dampak signifikan pada berbagai bidang, termasuk pengelolaan sarana dan prasarana di lingkungan pendidikan. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah *Internet of Things (IoT)*, yaitu konsep integrasi perangkat fisik dengan jaringan internet untuk memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis dan real-time (Dhrubo et al., 2025). Implementasi *IoT* tidak hanya diterapkan di bidang industri dan pertanian, tetapi juga dalam pengelolaan fasilitas publik seperti perpustakaan, laboratorium, dan ruang penyimpanan yang membutuhkan kondisi lingkungan tertentu (Bakti et al., 2024).

Perpustakaan sebagai pusat sumber informasi memiliki tanggung jawab dalam menjaga kondisi koleksi agar tetap terpelihara dengan baik. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas dan keawetan koleksi adalah kelembapan udara. Kondisi kelembapan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur, kertas menjadi lembap, serta kerusakan pada bahan pustaka, sedangkan kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kertas menjadi rapuh dan mudah sobek (Farma et al., 2025). Oleh karena itu, pengawasan kelembapan udara secara kontinu dan akurat menjadi kebutuhan penting dalam manajemen lingkungan perpustakaan (Ahmad et al., 2025; Rizkiawan et al., 2025).

Teknologi *IoT* memungkinkan sistem pemantauan kelembapan udara dilakukan secara otomatis dan efisien melalui integrasi sensor, mikrokontroler, serta koneksi internet yang dapat menampilkan hasil pengukuran secara *real time* (Kusumah & Izzatul Islam, 2023). Sistem ini dapat memanfaatkan sensor seperti DHT11 atau DHT22 yang mampu mengukur suhu dan kelembapan udara dengan akurasi tinggi dan biaya rendah (Wijaya et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah berhasil menerapkan teknologi *IoT* untuk pemantauan lingkungan pada berbagai bidang. Misalnya, sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis ESP8266 yang digunakan pada *data center* (Kusumah & Izzatul Islam, 2023), ruang laboratorium komputer (Putri et al., 2024), serta gudang penyimpanan bahan kimia dan pupuk (Aurelido et al., 2024). Penelitian lain bahkan mengintegrasikan protokol komunikasi seperti MQTT untuk efisiensi transmisi data dan kemampuan *multi-node monitoring* (Surbakti et al., 2024). Implementasi serupa juga diterapkan pada sistem *smart building* dan *greenhouse monitoring* untuk menjaga kondisi udara yang optimal (Hartawan et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pemantauan kelembapan udara berbasis *IoT* di Perpustakaan UBSI. Sistem yang diusulkan bertujuan untuk menyediakan data kelembapan secara akurat, real-time, dan dapat diakses dari jarak jauh. Penelitian ini memanfaatkan modul mikrokontroler *NodeMCU* ESP8266 dan sensor presisi tinggi SHT30, serta mengintegrasikannya dengan platform cloud untuk visualisasi data. Nilai kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi sistem pemantauan kelembapan berbasis SHT30 dengan notifikasi dini yang spesifik untuk lingkungan perpustakaan UBSI, dengan tujuan utama untuk mengurangi risiko kerusakan koleksi dan mengoptimalkan manajemen pelestarian secara digital.

2. Metode Penelitian

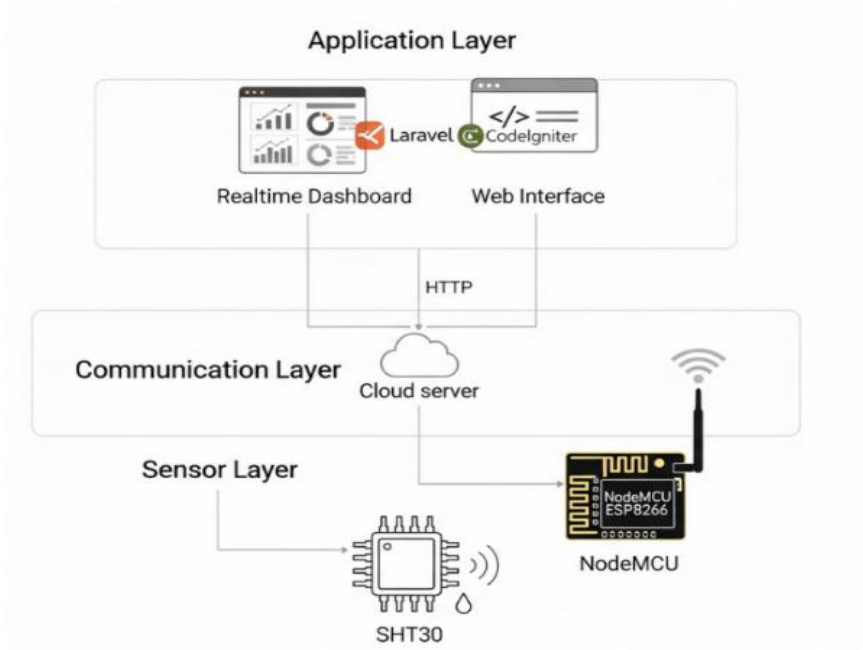
Metode penelitian yang digunakan adalah metode prototyping, yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap dan iteratif, dimulai dari tahap perancangan, implementasi, pengujian, hingga evaluasi sistem.

2.1. Desain Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang diterapkan pada penelitian ini dirancang untuk memastikan alur kerja pemantauan kelembapan berlangsung secara efisien dari proses akuisisi data hingga visualisasi. Integrasi ketiga lapisan memastikan sistem bekerja secara real-time, stabil, dan mudah diakses oleh staf perpustakaan kapan saja. Arsitektur sistem terdiri dari tiga lapisan utama (Rizal et al., 2023):

- a. Lapisan Sensor (Perangkat Keras): Menggunakan sensor kelembapan SHT30 yang memiliki akurasi dan stabilitas lebih baik dibandingkan DHT11/DHT22 (Musa et al., 2023), dihubungkan ke mikrokontroler *NodeMCU* ESP8266 sebagai gateway nirkabel.
- b. Lapisan Komunikasi: *NodeMCU* ESP8266 memanfaatkan modul *Wi-Fi* internal untuk mengirimkan data kelembapan secara periodik melalui protokol HTTP (atau MQTT) ke server cloud.

- c. Lapisan Aplikasi (Perangkat Lunak): Menggunakan Realtime Database Firebase untuk penyimpanan data dan antarmuka web yang dikembangkan menggunakan Laravel/CodeIgniter atau sekadar HTML/JavaScript untuk menampilkan data kelembapan dalam bentuk grafis yang dapat diakses oleh staf perpustakaan dari smartphone atau komputer.



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 1. Arsitektur Sistem

Pada lapisan sensor, perangkat SHT30 mengumpulkan data kelembapan dengan akurasi tinggi dan diteruskan ke *NodeMCU* sebagai pengendali utama. Selanjutnya, pada lapisan komunikasi, *NodeMCU* memanfaatkan koneksi *Wi-Fi* internal untuk mengirimkan data secara periodik melalui protokol HTTP/MQTT sehingga informasi dapat diteruskan ke server tanpa keterlambatan. Lapisan aplikasi bertugas mengelola data pada *Firebase Realtime Database* sekaligus menyajikannya melalui antarmuka web yang responsif. Integrasi ketiga lapisan ini memastikan sistem bekerja secara real-time, stabil, dan mudah diakses oleh staf perpustakaan kapan saja.

2.2. Komponen Perangkat Keras

Tabel 1 menunjukkan daftar komponen utama yang digunakan dalam pengembangan prototipe.

Tabel 1. Komponen Perangkat Keras Utama

No.	Komponen	Fungsi Utama	Referensi Akurasi/Stabilitas
1.	NodeMCU ESP8266	Mikrokontroler dan Modul Wi-Fi	(Harlan, 2025)
2.	Sensor SHT30	Pengukur Kelembapan dan Suhu Digital	(Musa et al., 2023)

No.	Komponen	Fungsi Utama	Referensi Akurasi/Stabilitas
3.	Catu Daya (5V)	Sumber daya utama system	(Nopi & Hidayat, 2023)
4.	Breadboard	Papan penghubung rangkaian	(Darwin & Yusuf, 2020)

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

a. *NodeMCU* ESP 8266

Merupakan papan pengembangan berbasis modul ESP8266 dengan *Wi-Fi* terintegrasi, yang dirancang sebagai platform *IoT* ringkas. Papan ini mengemas chip ESP8266EX (Tensilica L106 32-bit RISC) dengan frekuensi operasi hingga 80–160 MHz, mengusung memori terbatas (sekitar 32 KiB instruksi + 80 KiB data RAM) beserta memori flash eksternal (umumnya 4 MB pada *NodeMCU* DevKit). *NodeMCU* menyediakan antarmuka *Wi-Fi* IEEE 802.11 b/g/n built-in, sehingga dapat berkomunikasi nirkabel tanpa modul tambahan.

Dalam konteks perpustakaan Universitas BSI, *NodeMCU* ESP8266 dipilih karena beberapa keunggulan teknis dan praktis. *NodeMCU* berbiaya murah dan memiliki form factor kecil sehingga mudah ditempatkan di rak buku atau sudut ruangan tanpa mengganggu operasi perpustakaan. Kemudahan pemrograman melalui Arduino IDE dan modul *Wi-Fi* onboard membuat integrasi jaringan perpustakaan menjadi sederhana. Dibandingkan dengan mikrokontroler konvensional tanpa *Wi-Fi* (misalnya Arduino Uno), *NodeMCU* lebih efisien dari segi biaya dan kemampuan konektivitas. Dampak penerapan sistem *IoT* berbasis *NodeMCU* ini antara lain peningkatan efisiensi pengelolaan lingkungan: monitoring menjadi real-time dan otomatis, menggantikan pengecekan manual berkala. Data historis dapat direkam untuk analisis tren kelembapan per hari atau musiman, membantu pengambilan kebijakan konservasi koleksi

b. Sensor SHT30

Merupakan sensor digital kelembapan dan suhu generasi terbaru dari Sensirion berbasis teknologi CMOSens®. Sensor ini memiliki rentang pengukuran lebar (0–100 %RH kelembapan, –40–125 °C suhu) dan akurasinya tinggi: ± 2 %RH (tipikal) untuk kelembapan dan ± 0.2 °C (tipikal) untuk suhu. Integrasi SHT30 ke mikrokontroler I²C seperti *NodeMCU* (ESP8266) sangat sederhana. Rangkaian sambungan fisik meliputi empat pin: VCC, GND, SDA, dan SCL. Sensor SHT30 menawarkan keunggulan signifikan dibanding sensor murah seperti DHT11/DHT22. SHT30 memiliki akurasi dan stabilitas lebih tinggi: ± 2 %RH tipikal (maks ± 3 –8 % tergantung rentang)[1], sedangkan DHT22 sekitar ± 2 –5 %RH[17] dan DHT11 ± 5 %RH. Pemantauan kelembapan yang presisi sangat penting dalam penyimpanan koleksi perpustakaan. Kelembapan tinggi (>60–65 %RH) dapat memicu pertumbuhan jamur dan degradasi kertas, sedangkan kelembapan rendah (<30 %RH) menyebabkan kertas mengering dan mengeraskan bahan penjilid

c. Catu Daya (5V)

Berasal dari berbagai sumber umum: adaptor AC-DC (misal charger telepon), port USB komputer, power bank, atau baterai Li-ion ditambah modul step-down regulator. Masing-

masing memiliki kelebihan/kelemahan tersendiri. Adaptor atau charger telepon menyediakan tegangan 5V stabil dengan arus besar (cocok untuk sistem tetap), tetapi membutuhkan colokan listrik dan kabel fisik. Stabilitas tegangan sangat krusial bagi mikrokontroler dan sensor. Tegangan yang konsisten menjamin kinerja perangkat (menghindari crash/glitch) dan umur panjang komponen. Regulator linear (LDO) umumnya menghasilkan noise rendah, sedangkan konverter switching lebih efisien pada arus tinggi namun memerlukan filter untuk menghilangkan gangguan EMI. Desain catu daya idealnya mencakup filtrasi (kapasitor decoupling, induktor) untuk meredam noise dan proteksi (proteksi overvoltage, overcurrent) agar peralatan tidak rusak akibat lonjakan tegangan atau arus berlebih. Catu daya 5V yang handal sangat menentukan keberlangsungan sistem pemantauan kelembapan. Kontinuitas daya memastikan pengukuran kelembapan dan pengiriman data (ke server *IoT*) berjalan konsisten tanpa putus. Jika terjadi pemadaman listrik atau sambungan terlepas, sistem dapat kehilangan data penting atau memerlukan restart. Oleh karena itu sering disarankan penggunaan backup power seperti UPS atau baterai cadangan yang otomatis menyuplai daya saat utama mati. Hal ini penting agar *IoT* gateway dan sensor terus aktif dalam gangguan listrik. Dalam lingkungan perpustakaan UBSI, aspek praktis juga perlu diperhatikan. Sumber listrik mungkin terbatas (jarak colokan jauh, kabel tidak tersembunyi), sehingga penataan kabel dan estetika menjadi tantangan. Kabel berlebih dapat mengganggu tata ruang koleksi buku, sehingga sumber daya portabel (baterai/power bank) atau penempatan catu daya tersembunyi disarankan agar rapi

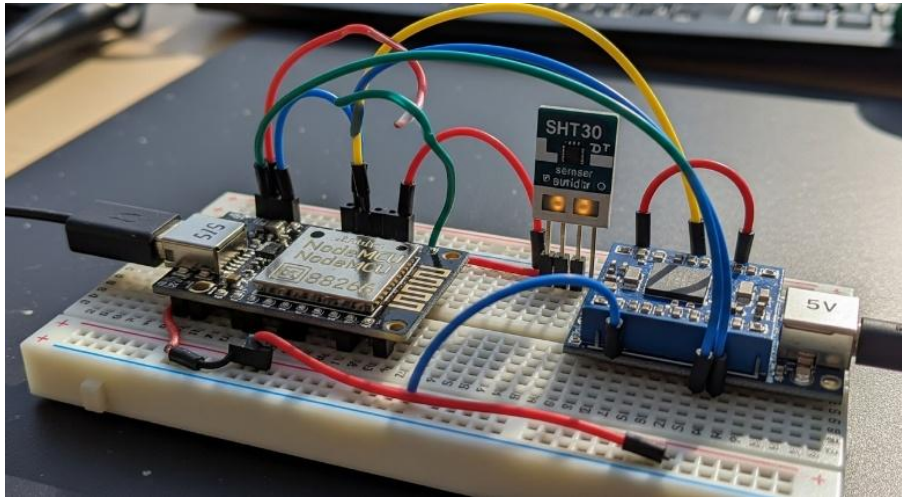
d. *Breadboard*

Papan prototipe elektronik tanpa solder yang umum digunakan untuk merakit rangkaian sementara dalam pengembangan sistem *IoT*. Dengan breadboard, pengguna dapat membangun rangkaian sederhana maupun kompleks hanya dengan memasang komponen dan jumper wire tanpa menyolder, sehingga proses desain dan pengujian rangkaian menjadi cepat dan fleksibel. *Breadboard* berperan sebagai *platform prototyping* utama dalam pengembangan sistem *IoT*. Struktur internalnya (baris terminal dan rel daya) memfasilitasi koneksi antar komponen tanpa solder, mendukung integrasi *NodeMCU* dan sensor SHT30. Fungsi tersebut membuat penyusunan, pengujian, dan modifikasi prototipe menjadi efisien. Dalam implementasi sistem pemantauan kelembapan di lingkungan perpustakaan, breadboard penting untuk pengujian awal, penghematan waktu riset, dan mendukung proses edukasi serta inovasi teknologi

2.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan rancangan dan mampu memberikan data kelembapan secara akurat serta stabil. Setiap pengujian dilakukan berulang guna memperoleh konsistensi hasil dan meminimalkan kemungkinan error pengukuran. Selain itu, pengamatan juga dilakukan untuk menilai kecepatan sistem dalam menampilkan data secara real-time pada dasbor web. Pengujian yang dilakukan ada dua macam yaitu:

- a. Uji Akurasi Sensor: Membandingkan pembacaan kelembapan dari sensor SHT30 yang terpasang pada *NodeMCU* dengan alat ukur standar terkalibrasi (*Thermo-hygrometer* digital komersial) pada rentang kelembapan yang berbeda (30% RH hingga 80% RH) sebanyak 10 kali pengambilan sampel. Tujuannya adalah menghitung nilai error rata-rata sistem.
- b. Uji Fungsionalitas Sistem: Memastikan data dari sensor berhasil dikirim ke Firebase dan ditampilkan secara real-time di dasbor web. Selain itu, diuji juga fungsi notifikasi otomatis (peringatan) ketika kelembapan melebihi ambang batas kritis, yaitu 60% RH.



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 2. Skema rangkaian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Akurasi Sensor SHT30

Pengujian akurasi sensor SHT30 menunjukkan performa yang sangat stabil. Hasil perbandingan antara nilai sensor dan thermo-hygrometer standar disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Akurasi Kelembapan Sensor SHT30

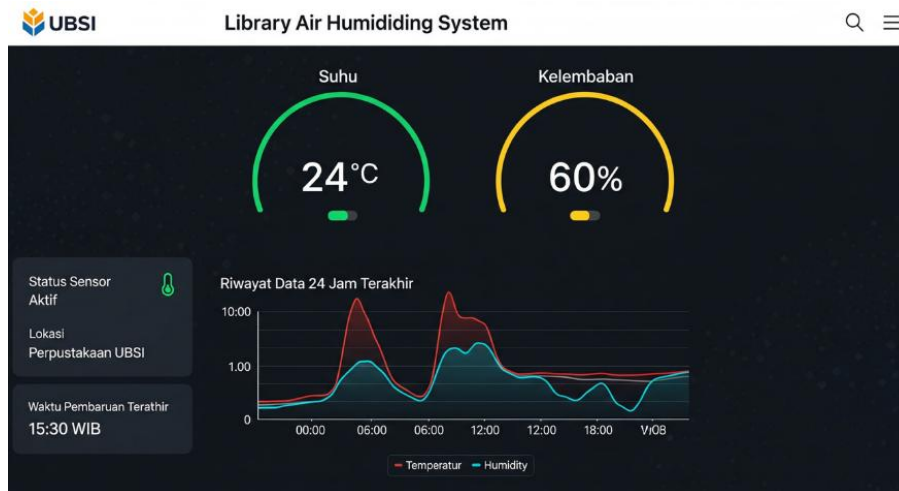
Percobaan ke-	Alat Standar (%RH)	Sensor SHT30 (%RH)	Selisih/Error (%RH)
1	52.5	53.0	0.5
2	55.0	54.8	-0.2
3	58.2	58.5	0.3
4	60.1	60.5	0.4
5	45.7	45.9	0.2
Rata-Rata Mutlak			0.32

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Dari Tabel 2, rata-rata selisih mutlak (nilai error) antara pembacaan sensor SHT30 dengan alat standar hanya sebesar 0.32% RH. Hasil ini menegaskan bahwa sensor SHT30 memiliki akurasi yang sangat baik, jauh di bawah batas toleransi kerusakan koleksi. Keakuratan ini sejalan dengan temuan dalam literatur yang membandingkan SHT30 dengan sensor lain seperti DHT22, di mana SHT30 menawarkan presisi yang lebih tinggi.

3.2. Implementasi Sistem Pemantauan Real-Time

Data yang berhasil diukur oleh SHT30 dikirimkan ke *cloud Firebase*. *Dasbor* web yang dikembangkan berfungsi sebagai antarmuka utama bagi staf perpustakaan. *Dasbor* ini menampilkan grafik tren kelembapan secara visual, serta status kondisi saat ini (NORMAL atau KRITIS).



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 3. Tampilan *Dasbor* Web Sistem Pemantauan Kelembapan Udara

Penggunaan *dasbor* web ini memungkinkan staf perpustakaan untuk memantau kondisi ruangan dari mana saja (*remote monitoring*), yang merupakan keunggulan utama dari implementasi *IoT*. Ketika kelembapan melewati ambang batas 60% RH, sistem secara otomatis memicu notifikasi visual dan audio pada *dasbor*. Respons otomatis ini sangat penting untuk pelestarian arsip, di mana keterlambatan tindakan dapat menyebabkan kerusakan permanen dalam hitungan jam (Simarmata et al., 2023).

Pembahasan menunjukkan bahwa sistem yang dibangun tidak hanya berhasil mengumpulkan data, tetapi juga memprosesnya menjadi informasi yang mudah dipahami, sehingga memenuhi tujuan awal untuk mengatasi inefisiensi pemantauan manual.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kelembapan udara berbasis Internet of Things (*IoT*) untuk tujuan pelestarian koleksi di Perpustakaan UBSI. Sistem ini, yang mengintegrasikan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* dengan sensor SHT30 yang sangat akurat dan basis data real-time *Firebase*, telah teruji mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara kontinu dan jarak jauh. Hasil pengujian akurasi menunjukkan nilai error rata-rata yang sangat rendah (0.32% RH), yang mengonfirmasi keandalan sistem dalam menyediakan data yang presisi. Implementasi *dasbor* web memungkinkan staf perpustakaan merespons secara proaktif terhadap fluktuasi kelembapan di atas batas aman (60% RH) melalui notifikasi dini. Untuk pengembangan prospek selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan sistem ini dengan mekanisme kendali otomatis, seperti

mengaktifkan dehumidifier atau ventilasi secara otomatis, serta mengembangkan aplikasi seluler khusus untuk notifikasi yang lebih cepat.

Daftar Pustaka

- Ahmad, S. N., Aksara, L. F., & Wibowo, A. H. (2025). Sistem Monitoring Kualitas Udara Perpustakaan Sekolah Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Internet of things. *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, 4(3), 160–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/juhti.v4i3.5415>
- Ayuningtyas, A. A. (2023). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Upaya Mewujudkan Perpustakaan Digital di Era Society 5.0. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 11(1), 29–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jip.v11i1.29-36>
- Bakti, A. I., Marco Alfiano Laoh, Handy Indra Regain Mosey, Jumriadi, Megastin M. Lumembang, & Suoth, V. A. (2024). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kadar CO2 di Udara Berbasis Internet of Things. *Jurnal MIPA*, 13(2), 94–98. <https://doi.org/10.35799/jm.v13i2.56234>
- Dhrubo, A. F. H., Hasan, S., & Qayum, M. A. (2025). *STM32-Based IoT Framework for Real-Time Environmental Monitoring and Wireless Node Synchronization*.
- Farma, T., Palupi, D., & Aureldo, M. (2025). Perancangan alat deteksi suhu dan kelembapan gudang penyimpanan pupuk menggunakan DHT22 berbasis IoT. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 14(1), 24–35. <https://doi.org/10.31571/saintek.v14i1.8941>
- Hartawan, L., Rakhmat, G. A., Nugraha, N., Anggraeni, N. D., Maulana, K. B., Ridjali, M. R., Iqbal, M., Mahardhika, M. K., Alam, B. S., Fani, J. Al, Amarullah, L. F., Alfadhliah, M. I., Sbatio, M. R., & Purba, A. A. (2024). Design of IoT-based Greenhouse Temperature and Humidity Monitoring System. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 12(4), 1051. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v12i4.1051>
- Kusumah, R., & Izzatul Islam, H. (2023). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Ruang Data Center. In *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)* (Vol. 7, Issue 1).
- Pratiwi, E. S., & Herlawati. (2019). Sistem Informasi Penjualan Katering Berbasis Web Pada CV. Saung Alit Telaga Murni Cikarang Barat. *Information System for Educators And Professionals*, 3(2), 177–188. <https://ejournal-binainsani.ac.id/index.php/ISBI/article/view/1126>
- Rizal, M., Sondakh, D. E., Ashari, Iham F., Suryawan, M. A., Mahmudi, A. A., Hidayat M, W., Lontaan, R. J., Agussalim, Dary Mochamad Rifqie, Hazriani, Sirmayanti, Lisa, N. P., Supriyanto, B. F., Syamil, A., Tambi, E. M. H., Hujemiati, & Simarmata, J. (2023). *Konsep dan Implementasi Internet of Things 1*. Yayasan Kita Menulis. [https://sipora.polije.ac.id/37500/1/FullBook Konsep dan Implementasi Internet of Things.pdf](https://sipora.polije.ac.id/37500/1/FullBook%20Konsep%20dan%20Implementasi%20Internet%20of%20Things.pdf)
- Rizkiawan, M. A., Avista, Z., Fadly, S., Kurniawan, E., & Anam, H. (2025). Smart Building Design Web based Room Temperature and Humidity. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*,

12(1). <https://doi.org/10.33795/elkolind.v12i1.7474>

- Surbakti, H. B., Ginting, J. G. A., Romadhona, S., Ginting, M. B., & Ni'amah, K. (2024). Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Dengan Protokol MQTT Berbasis Internet of Things. *Jurnal SINTA: Sistem Informasi Dan Teknologi Komputasi*, 1(3), 129–137. <https://doi.org/10.61124/sinta.v1i3.25>
- Wijaya, D. C. M., Khariono, H., Abrori, M. R., Fernanda, R. A., & Kusama, H. A. (2021). Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembapan Udara Tanaman Janda Bolong. *Jurnal Informatika*, 17(3), 174–180. <https://doi.org/https://doi.org/10.52958/iftk.v17i3.3436>