RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU RUANG PERALATAN NAVIGASI PADA AIRNAV INDONESIA CABANG MANADO BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Gresstasya Narda Kudampa[1], Enjelika Pandey[2], Sukandar Sawidin[3], Anthoinete Waroh[4], Yoice Putung[5]

[1,2,3,4,5] Politeknik Negeri Manado
[1]sweetchaa32@gmail.com, [2]enjelikapandey@gmail.com,
[3]sukandarsawidin@gmail.com,
[4]Anthoinete.waroh@gmail.com,[5]yoice.putung@polimdo.ac.id

ABSTRACT

The navigation equipment room is a critical facility that supports the safety and continuity of air navigation services; therefore, its environmental and electrical conditions must be maintained optimally. At the existing condition in AirNav Indonesia Manado Branch, monitoring activities are still carried out manually, which may lead to delays in detecting potential disturbances or equipment failures. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system capable of performing real-time and remote monitoring of the navigation equipment room. The research methodology includes hardware design using an ESP32 microcontroller integrated with temperature, smoke, and voltage sensors, as well as the development of a web-based application to display monitoring data. Sensor data are processed by the ESP32 and transmitted through an internet network, allowing technicians to access the information in real time from remote locations.The results show that the proposed system is capable of monitoring temperature in degrees Celsius, detecting smoke as an early indication of fire hazards, and accurately measuring electrical voltage stability. The system enables technicians to conduct monitoring activities without being physically present at the site, thereby improving response time to disturbances, minimizing the risk of equipment damage, and supporting the reliability and continuity of air navigation services.

Keywords: *Internet of Things (IoT), ESP32, Monitoring System*

ABSTRAK

Ruang peralatan navigasi merupakan fasilitas kritis yang mendukung keselamatan dan kelancaran pelayanan navigasi penerbangan, sehingga memerlukan kondisi lingkungan dan kelistrikan yang terkontrol secara optimal. Pada kondisi eksisting di AirNav Indonesia Cabang Manado, pemantauan masih dilakukan secara manual, sehingga berisiko menimbulkan keterlambatan dalam mendeteksi gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantau ruang peralatan navigasi berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan secara real-time dan jarak jauh. Metodologi yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu, sensor asap, dan sensor tegangan, serta

pengembangan perangkat lunak berbasis web untuk menampilkan data hasil pemantauan. Data sensor yang didapat akan dioperasikan oleh ESP32 lalu dikirim menggunakan jaringan internet sehingga dapat diakses oleh teknisi secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu memantau suhu dalam satuan derajat celcius, mendeteksi keberadaan asap sebagai indikasi dini kebakaran, serta mengukur kestabilan tegangan listrik secara akurat. Sistem ini memungkinkan teknisi untuk melakukan pemantauan tanpa harus berada di lokasi, sehingga meningkatkan kecepatan respons terhadap gangguan, meminimalkan risiko kerusakan peralatan, serta mendukung keandalan dan kontinuitas pelayanan navigasi penerbangan.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), ESP32, Sistem Monitoring

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam dunia penerbangan menuntut adanya sistem navigasi yang handal, tepat, dan dapat berfungsi terus menerus tanpa gangguan. Alat navigasi penerbangan memainkan peran penting dalam menjaga keamanan dan kelancaran lalu lintas udara, sehingga keadaan ruang peralatan harus tetap terjaga dan teratur. Berbagai faktor seperti temperatur ruang, keberadaan asap, dan kestabilan tegangan listrik sangat berdampak pada kinerja perangkat elektronik di area navigasi. AirNav Indonesia Cabang Manado dilengkapi dengan berbagai alat navigasi yang beroperasi non-stop selama 24 jam. Namun, pengawasan kondisi ruang peralatan masih dilakukan secara manual oleh teknisi melalui pengecekan secara langsung. Metode ini memiliki kekurangan karena tidak dapat melakukan pemantauan secara real-time dan dari jarak jauh, sehingga risiko gangguan sering kali baru terdeteksi setelah terlambat.

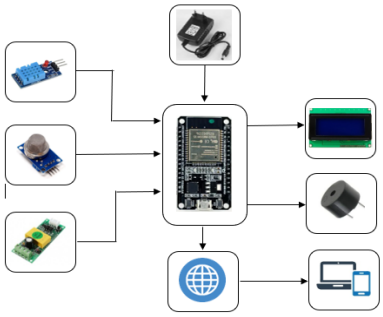
Inovasi dari teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan proses pengawasan dilakukan secara otomatis dan dalam waktu nyata melalui koneksi internet. Menurut Bandyopadhyay dan Sen (2011), IoT memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan bertukar informasi secara otomatis. Gubbi et al. (2013) juga menguraikan bahwa IoT dapat menghubungkan sensor dan sistem komunikasi untuk menciptakan sistem pemantauan yang tepat dan efisien. Dalam praktiknya, ESP32 menjadi salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan karena mendukung koneksi Wi-Fi dan

pengiriman data secara real-time (Budijanto et al. , 2021). Berdasarkan isu tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan ruang peralatan navigasi berbasis IoT yang menggunakan ESP32 dengan integrasi sensor suhu, sensor asap, dan sensor tegangan. Data pemantauan akan dikirimkan ke sistem berbasis web sehingga dapat diakses secara real-time oleh para teknisi. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pemantauan dan membantu menjaga keandalan perangkat navigasi penerbangan di AirNav Indonesia Cabang Manado.

B. Metode Penelitian

1. Sistem Monitoring

Sistem monitoring ruang peralatan AirNav berbasis Internet Of Things (IoT) dirancang dan di kembangkan secara terstruktur dan realtime. Sistem ini mencakup beberapa bagian utama yaitu, bagian sensor (input), pemrosesan data, serta bagian web (output).



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Monitoring Ruang Peralatan AirNAv

Diagram blok pada gambar tersebut menggambarkan sistem pemantauan ruang peralatan navigasi berbasis Internet of Things (IoT) yang terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu input, proses, dan output.

Pada bagian input, terdapat beberapa sensor yang digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan dan kelistrikan, yaitu:

- Sensor suhu (DHT 11) yang berfungsi untuk mengukur temperatur ruangan agar tetap dalam batas aman operasional peralatan.
- Sensor asap (MQ-2) yang digunakan untuk mendeteksi adanya asap sebagai indikasi awal kebakaran atau gangguan pada perangkat.
- Sensor tegangan (Pzem-004T) yang berfungsi untuk memantau kestabilan

tegangan listrik yang menyuplai peralatan navigasi.

Semua data dari sensor tersebut kemudian dikirimkan ke bagian proses, yaitu ESP32 sebagai mikrokontrolernya. Peran ESP32 untuk melakukan pembacaan, pengolahan, dan pengiriman data. Selain itu, ESP32 juga terhubung dengan adaptor (power supply) yang berfungsi mengubah tegangan AC menjadi DC sebagai sumber daya untuk seluruh rangkaian.

Setelah data diproses, ESP32 mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan internet (WiFi) ke bagian output, yaitu:

- Platform monitoring berbasis web (ditunjukkan dengan ikon globe) sebagai server atau media penyimpanan dan visualisasi data.
- Perangkat pengguna seperti laptop dan smartphone, yang digunakan oleh teknisi untuk memantau kondisi ruang peralatan secara real-time dan jarak jauh.

Secara keseluruhan, diagram blok ini menunjukkan alur kerja sistem dimulai dari pengambilan data oleh sensor, diproses oleh ESP32, kemudian dikirim melalui internet, hingga akhirnya ditampilkan pada perangkat pengguna. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi ruang peralatan secara kontinu, cepat, dan efisien tanpa harus berada langsung di lokasi.

2. Kalibrasi Sensor Suhu (DHT11)

Kalibrasi sensor suhu menggunakan DHT11 melakukan perbandingan hasil data sensor dan termometer ruangan. Proses kalibrasi dilakukan dengan menempatkan sensor DHT11 dan termometer pada kondisi lingkungan yang sama, kemudian dilakukan pengukuran secara bersamaan dalam beberapa waktu pengujian. Selanjutnya dicatat selisih nilai suhu yang terbaca antara DHT11 dan termometer sebagai nilai error. Apabila terdapat perbedaan nilai yang cukup signifikan, maka dilakukan penyesuaian melalui program dengan menambahkan nilai koreksi (offset) sehingga hasil pembacaan sensor mendekati nilai referensi. Kalibrasi ini penting untuk meningkatkan akurasi pengukuran suhu, karena kesalahan pembacaan suhu dapat memengaruhi kinerja

sistem dalam mendeteksi kondisi lingkungan yang tidak normal.

3. Kalibrasi Sensor Asap (MQ-2)

Kalibrasi sensor asap menggunakan MQ-2 bertujuan untuk menentukan tingkat sensitivitas sensor terhadap keberadaan asap di udara. Proses kalibrasi diawali dengan melakukan pemanasan awal (preheating) sensor selama kurang lebih 10–20 menit agar sensor mencapai kondisi stabil.

Kalibrasi ini sangat penting untuk menghindari kesalahan deteksi, baik berupa false alarm maupun kegagalan dalam mendeteksi adanya asap, sehingga sistem dapat bekerja secara lebih andal.

4. Kalibrasi Sensor Tegangan (PZEM-004T)

Kalibrasi sensor tegangan menggunakan PZEM-004T dilakukan dengan mencocokkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur seperti multimeter. Pengukuran dilaksanakan secara bersamaan pada sumber tegangan yang sama, kemudian hasil pembacaan dari PZEM-004T dibandingkan dengan hasil pengukuran multimeter sebagai nilai referensi.

Jika ditemukan selisih nilai, maka dilakukan penyesuaian pada program dengan menggunakan faktor koreksi (scaling factor) agar hasil pembacaan sensor lebih akurat. Kalibrasi ini penting untuk memastikan bahwa nilai tegangan yang ditampilkan sesuai dengan kondisi sebenarnya, sehingga sistem mampu mendeteksi gangguan seperti overvoltage maupun undervoltage secara tepat.

5. Komponen Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan:

1. ESP32 melakukan pengelola otak penggerak perangkat & pengirim data ke *Firebase.*
2. DHT11 berfungsi mengukur suhu ruangan.
3. MQ-2 untuk mengidentifikasi asap dalam ruangan.
4. PZEM 004T untuk mengukur tegangan listrik.
5. LCD 20x4 sebagai tampilan secara langsung.
6. Buzzer untuk peringatan secara langsung.

6. Perangkat Lunak dan Aplikasi Mobile

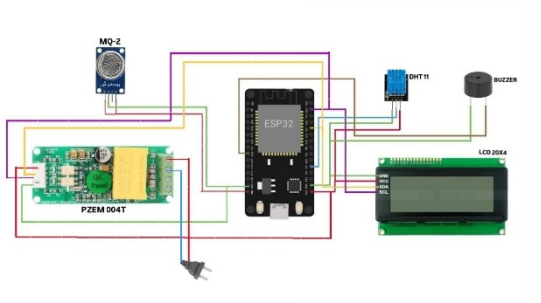
Pada ESP32 perangkat lunak

yang digunakan yaitu Arduino IDE untuk di kembangkan agar bisa membaca sensor dan mengirim data ke Firebase Realtime Database. Website menggunakan Android Studio untuk dikembangkan dan berfungsi menampilkan data sensor secara Real-time, memberikan tampilan keadaan upnomral, serta bisa memonitoring dari jarak jauh.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan pada ruangan peralatan navigasi. Sensor ditempatkan di dalam ruangan peralatan navigasi. Perangkat ESP32 ditempatkan juga di tempat yang mudah di akses untuk melakukan pemantuan. Pada rangkaian Gambar 2, sensor suhu DHT 11, MQ-2, dan Pzem 004T disambungkan ke perangkat mikrokontroler dengan beberapa pin yang pada perangkat ESP32. Pada pin perangkat ESP32 terdiri dari pin analog dan digital. Pada ESP32 terdapat VCC (tegangan positif) dan Ground (tegangan negatif). Kemudian LCD berfungsi untuk menampilkan data yang diperoleh sensor. Ada juga buzzer sebagai alarm peringatan dini. Konektor DC disambungkan ke ESP32 untuk sumber daya agar bisa menjalakan program. Sistem pemantauan memiliki tiga sensor pokok yaitu, DHT11 mengukur suhu ruangan MQ-2 untuk mendeteksi asap dalam ruangan, serta sensor Pzem-004T mengukur tegangan listrik.

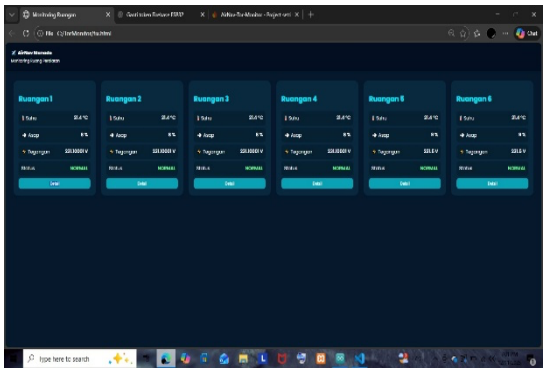


Gambar 2. Di Gambar Rangkaian

2. Evaluasi Ambang Sensor

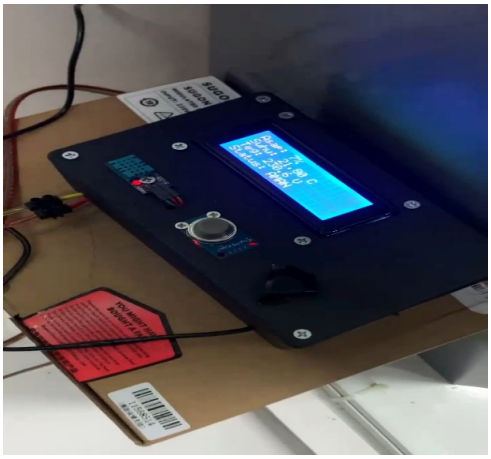
Output pada tampilan web dalam gambar 3 akan menunjukkan informasi terkait pemantauan suhu ruangan, terdeteksi asap, serta fluktuasi tegangan. Proses pengembangan sistem pemantauan berbasis web dalam kajian ini dilakukan dengan menggunakan Visual Studio Code sebagai alat pengembang. Perangkat lunak ini dimanfaatkan untuk membuat dan menerapkan antarmuka web secara efektif karena dukungan dari beberapa ekstensi pemrograman. Selain itu, sistem ini menggunakan Firebase sebagai platform backend yang berfungsi untuk menyimpan, mengelola, dan menampilkan data

secara langsung. Firebase memungkinkan data yang diambil dari sensor untuk dikirim dan diperbarui secara instan di halaman web, sehingga pengguna mampu memantau keadaan secara jarak jauh dan dalam waktu nyata. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mendeteksi perubahan suhu, keberadaan asap, serta tegangan sejalan dengan batasan nilai yang telah ditentukan. Sistem ini juga mampu memberikan pemberitahuan secara langsung melalui tampilan web ketika kondisi telah melebihi tingkat aman, memungkinkan pengguna untuk segera bertindak sesuai kebutuhan.



Gambar 3. Tampilan Web Monitoring

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan



Gambar 4. Di ruang Peralatan Navigasi

Gambar 4 terlihat penataan perangkat keras di ruangan peralatan navigasi serta layar LCD yang menampilkan data sensor.

Tabel 1. Hasil Pengujian Di Ruang Peralatan Navigasi

Objek pengukuran	Indikator	Hasil Data
Ruang peralatan navigasi	Nilai suhu	Nilai suhu tertampil pada web sebesar 21.80 °C
Ruang peralatan navigasi	Asap	Nilai PPM menunjukkan angka 7% yang berarti asap tidak terdeteksi di dalam ruangan
Ruang peralatan navigasi	Tegangan Listrik	nilai tegangan listrik berada di 230.6v artinya tegangan listrik stabil

Sistem monitoring atau pemantauan di ruang peralatan

navigasi pada Tabel 1 menampilkan hasil pengukuran sensor yang memperlihatkan kondisi dalam ruangan. Suhu mencapai 21.80°C. Sensor asap mencatat di angka 7%, menandakan ruangan tidak terdeteksi adanya asap. Sensor tegangan mengukur tegangan dengan angka 230.6v, menunjukkan bahwa tegangan listrik di ruangan stabil. Selanjutnya merupakan ketentuan batas untuk tiap parameter sensor.

Tabel 2. Batasan Nilai Sensor DHT11

Suhu	Notifikasi
<=22,5^{0}C	Tidak Tampil
>22,5^{0}C	Tampil

Tabel 3. Batasan Nilai Sensor MQ-2

Asap	Notifikasi
<=10% PPM	Tidak Tampil
>10%PPM	Tampil

Tabel 4. Batasan Nilai Sensor Pzem 004T

Tegangan	Notifikasi
<=208 V	Tidak Tampil
>240 V	Tampil

Pada Tabel di atas merupakan batasan standar untuk parameter sensor.

Tabel 5. Batasan Nilai Sensor DHT11

Suhu	Buzzer
<=22,5^{0}C	Tidak Menyala
>22,5^{0}C	Menyala

Tabel 6. Batasan Nilai Sensor MQ-2

Asap	Buzzer
<=10% PPM	Tidak Menyala
>10%PPM	Menyala

Tabel 7. Batasan Nilai Sensor Pzem 004T

Tegangan	Buzzer
<=208 V	Tidak Menyala
>240 V	Menyala

Untuk tabel di atas menampilkan batasan data sensor sehingga bisa diukur bersamaan dengan pemberitahuan buzzer yang digunakan pada sistem pemantauan ini.



Gambar 5 Tampilan dan pemberitahuan web

Gambar 5 merupakan contoh tampilan dan pemberitahuan lalu dikirimkan ke web. Melalui notifikasi ini, pengguna dapat segera merespon potensi gangguam. Dengan adanya pemberitahuan ini, memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan pencegahan atau penanganan yang cepat.

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sistem pengawasan ruang alat navigasi yang didukung oleh Internet of Things (IoT) dengan ESP32 telah berhasil dirancang dan diimplementasikan secara efektif. Sistem ini dapat memantau suhu, keberadaan asap, dan tegangan listrik secara langsung melalui pemantauan di web. Penggunaan sistem ini mempermudah para teknisi dalam melakukan pengawasan dari jarak jauh, mempercepat deteksi masalah, serta berperan penting dalam menjaga keandalan layanan navigasi penerbangan di AirNav Indonesia Cabang Manado.

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). *Internet of Things (IoT): Appications and Challenges in Technology and Standardization.* Wireless Persenola Communications.

Gubbi, J.,Buyya, R., Murisic, S., & Palaniswami, M. (2013). *Internet of Things (IoT): AVision, Architectural Elements, and Future Directions.* Future Generation Computer Systems, 29(7), 1645-1660.

Budijanto, A., Winardi, S., & Susilo, K. E. (2021). *Interfacing ESP32.* Scopindo Media Pustaka.

Vales, V. B., Fernández, O. C., Domínguez-Bolaño, T., Escudero, C. J., & García-Naya, J. A. (2024). *Fine Time Measurement for the Internet of Things: A Practical Approach Using ESP32*.

Bayhaqi, H. H. (2025). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis ESP32 dan Sensor DHT22 untuk Pengiriman Data Real-Time. Telkom University Open Library.