

Rancang Bangun *Prototype* Sistem Pendeteksi Dan Peringatan Dini Kebakaran Ruang Data *Center* Bandara Sam Ratulangi

Teguh Eko Wicaksono^{1*}, Abdullah Basalamah², Muhammad Zainal Altim³, Sriwijanaka⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Email: ¹03320230048@umi.ac.id; ²abdullah.basalamah@umi.ac.id; ³muhzainal.altimali@umi.ac.id;

⁴sriwijanaka.hartono@umi.ac.id

Received: 23 07 2025 | Revised: 10 08 2025 | Accepted: 13 08 2025 | Published: 30 09 2025

Abstrak

Kecelakaan pesawat udara dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kondisi teknis pesawat, faktor cuaca, serta kegagalan fungsi fasilitas penunjang di bandara. PT AP Indonesia selaku pengelola Bandara berkewajiban memastikan keamanan di area lingkup Bandara. Beberapa Fasilitas keamanan memiliki server yang terletak pada ruangan data center terminal baru yang saat ini belum memiliki monitoring temperature suhu, sehingga mengakibatkan kurangnya pemantauan suhu ruangan dan pencegahan terjadinya kebakaran. Ruangan Server baru tersebut letaknya lumayan jauh dari ruangan Teknisi Unit Airport Technology sehingga sulit untuk dimonitoring. Penelitian ini difokuskan pada perancangan prototipe alat sistem pendeteksi dan peringatan dini kebakaran di Ruang Data Center Bandara Sam Ratulangi. Sistem ini dikembangkan guna mendeteksi indikasi awal terjadinya kebakaran, seperti peningkatan suhu, api dan asap. Alat ini akan menampilkan suhu di LCD serta memberikan peringatan secara langsung kepada Manager unit Airport Technology berupa SMS apabila suhu melebihi 25° C dan *call alert* jika terdeteksi adanya api atau asap serta mengaktifkan Buzzer di ruangan. rancangan ini menggunakan LCD, GSM800L, buzzer, sensor DHT22, MQ135, dan IR Flame dihubungkan dengan Arduino Nano. Berdasarkan hasil uji coba, rancangan prototipe alat mampu bekerja secara real time dalam memonitoring suhu, asap, dan api di Ruang Data Center. Pembacaan nilai temperature suhu oleh sensor DHT22 dapat ditampilkan di LCD. Ketika pembacaan nilai suhu mencapai 25°C atau lebih, sistem akan mengirimkan alert SMS ke nomor Handphone tujuan melalui GSM 800L. Ketika Sensor MQ135 atau IR Flame mendeteksi adanya asap atau api, sistem berhasil mengaktifkan buzzer sebagai alarm serta mengirimkan SMS *alert* dan *call alert* melalui GSM 800L.

Kata kunci: monitoring suhu, pendeteksi kebakaran, data center

1. Pendahuluan

Kebakaran merupakan peristiwa yang dapat terjadi di berbagai lokasi, baik di lingkungan permukiman maupun di fasilitas umum. Umumnya, kebakaran baru terdeteksi saat api mulai terlihat atau ketika asap hitam mulai mengepul dari suatu bangunan, yang sering kali telah menyebabkan kerugian yang signifikan. Peristiwa kebakaran selalu melibatkan proses konversi energi dan perubahan material yang tidak terkendali. Oleh karena itu, keberadaan sistem deteksi dan pencegahan kebakaran yang andal dalam suatu gedung menjadi sangat krusial untuk meminimalisasi potensi kerugian materi maupun korban jiwa. Apabila kejadian serupa terjadi di Bandara Sam Ratulangi Manado, dampaknya bisa sangat merugikan bagi para pengguna jasa. Bahkan, hal tersebut berpotensi menimbulkan ancaman serius, seperti pembajakan pesawat (terorisme), karena sistem krusial seperti server access door dan server CCTV dapat mengalami gangguan atau kegagalan fungsi.

Arduino Nano adalah mikrokontroler kecil dengan fitur yang mendukung penggunaan breadboard. Mikrokontroler ATmega328 digunakan untuk papan Arduino Nano versi 3.x dan ATmega16 untuk versi 2.x. Arduino Nano memiliki kemampuan yang sama dengan Arduino Duemilanove, meskipun ukurannya kecil. Arduino Nano dibuat dan dirancang oleh

Gravitech. Tidak seperti Arduino Duemilanove, Arduino Nano terhubung ke komputer melalui port USB Mini-B [1].

Sensor DHT22 merupakan sensor digital yang berfungsi untuk melakukan pengukuran terhadap kelembaban relatif dan suhu udara di lingkungan sekitarnya. Sensor DHT22 bekerja dengan memanfaatkan elemen kapasitif dan termistor dalam proses pengukuran, kemudian menghasilkan sinyal digital melalui pin data. DHT22 dikenal memiliki tingkat akurasi dan kecepatan akuisisi data yang baik, serta desain yang ringkas. Selain itu, sensor ini tergolong ekonomis dibandingkan dengan perangkat thermohygrometer konvensional [2].

MQ-135 merupakan sensor gas yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai studi ilmiah yang berfokus pada pemantauan kualitas udara. Sensor ini dikenal karena kemampuannya mendeteksi berbagai jenis gas dalam rentang konsentrasi yang luas, dengan sensitivitas tinggi dan respon yang cepat terhadap perubahan kadar gas. Selain itu, MQ-135 memiliki keunggulan dalam hal kestabilan performa dan umur operasional yang panjang. Secara umum, sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas-gas berbahaya di atmosfer yang berpotensi mengganggu kesehatan manusia dan merusak lingkungan [3].

Sensor api berbasis inframerah (IR Flame Sensor) adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi kemunculan api melalui pancaran sinyal inframerah yang dihasilkan oleh nyala api tersebut. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengenali lokasi api dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan mampu mendeteksi nyala api yang sangat kecil di tengah gangguan cahaya lain. Komponen utama dari sensor ini adalah photodiode, yang berfungsi sebagai detektor cahaya inframerah yang dipancarkan oleh api di sekitar area pemantauan sensor [4].

Sensor inframerah yang terdapat pada modul Flame Sensor mampu mendeteksi panjang gelombang cahaya dalam rentang sekitar 760 nm hingga 1100 nm. Inframerah sendiri merupakan bagian dari spektrum cahaya yang tidak tampak, Panjang gelombang inframerah yang terdeteksi oleh sensor ini berada pada rentang 700 nm hingga 1 mm, sedangkan cahaya ultraviolet memiliki panjang gelombang yang lebih pendek, yakni antara 300 nm dan 400 nm. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi berbagai jenis cahaya, termasuk cahaya tampak, sinar inframerah, dan sinar ultraviolet [5].

2. Metode

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah deskriptif kualitatif. Tujuan utama metode analisis untuk memahami kebutuhan unit kerja Airport Technology PT Angkasa Pura Indonesia untuk membuat suatu sistem serta merancang solusi teknis berupa prototype sistem deteksi dan peringatan dini kebakaran pada ruangan Server Bandara Sam Ratulangi menggunakan Arduino Nano sebagai penerima dan pengolah data dari Sensor DHT22, MQ135 dan IR Flame yang diintegrasikan dengan Modul GSM 800L yang akan menghasilkan output nilai data suhu ke LCD serta alert berupa SMS dan Call Alert jika terdeteksi adanya api atau asap serta temperature suhu melebihi 25°C.

Rancang bangun Sistem Pendeteksi Dan Peringatan Dini Kebakaran ini terdiri dari rancangan Hardware dan Software. Rancangan Hardware ini akan mengolah data yang diterima sebagai input sensor dan diintegrasikan sampai dengan output alert yang dikirim via SMS dan call alert yang akan dikirimkan ke nomor Handphone Manager atau Supervisor untuk menghindari terjadinya kebakaran di ruangan Data Center. Rancangan software terdiri

dari program yang akan menjalankan input sebagai sumber data dan mengeluarkan output berupa alert pada mikrokontroller dan diintegrasikan dengan Modul GSM 800L.

3. Hasil dan Pembahasan

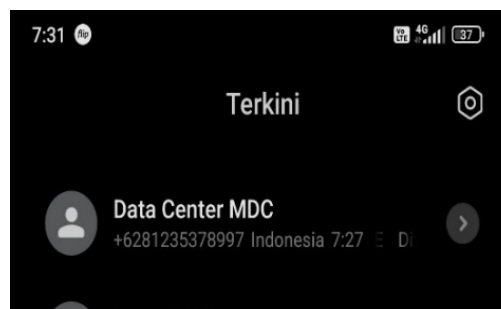
Setelah perangkat telah selesai dirangkai dan bahasa pemrograman telah disusun, penulis melakukan ujicoba terhadap sensor-sensor yang digunakan dalam sistem ini. Ujicoba dilakukan untuk memastikan kinerja dari masing-masing sensor dalam mendeteksi suhu serta kondisi yang berpotensi terjadinya kebakaran.

Pengujian pengiriman alert SMS dilakukan dengan mengatur suhu lingkungan di atas 25°C. Ketika suhu terdeteksi melebihi ambang batas tersebut, sistem secara otomatis mengirimkan pesan SMS ke nomor yang telah diprogram sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa SMS peringatan berhasil dikirim dalam waktu kurang dari 5 detik setelah suhu terdeteksi melebihi 25°C dan akan terus mengirimkan SMS tiap 3 menit selama suhu belum turun. Pesan yang diterima berisi informasi mengenai suhu dan kelembapan terkini.



Gambar 1. Alert SMS ketika suhu melebihi 25°C

Ujicoba ini dilakukan dengan mensimulasikan kondisi kebakaran menggunakan sumber asap dan api kecil. Ketika sensor asap dan IR Flame mendeteksi adanya asap dan api, sistem langsung mengaktifkan buzzer sebagai alarm suara dan mengirimkan SMS serta melakukan call alert ke nomor yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa buzzer berbunyi dalam waktu kurang dari 5 detik setelah terdeteksi adanya asap dan panggilan telepon berhasil dilakukan dalam waktu yang sama. Panggilan tersebut memberikan informasi bahwa terdeteksi adanya kebakaran di ruangan data center, sehingga memudahkan respon cepat dari tim pemadam kebakaran. Selain itu, sistem juga mengirimkan SMS peringatan yang berisi informasi tentang kondisi terkini, memastikan bahwa manager unit Airport Technology mendapatkan informasi yang diperlukan untuk mengambil tindakan yang tepat. Adapun hasil call alert ketika ujicoba dilakukan dengan memperhatikan jika terjadinya tanda kebakaran:



Gambar 2. Call Alert ketika terdeteksi api atau asap

Pengujian dilakukan dengan memberikan sumber api kecil pada jarak tertentu dari sensor. Penulis menggunakan lilin sebagai bahan ujicoba Hasil dari pengujian tersebut dicatat dan sampel hasil ujicoba sensor IR Flame dapat dilihat pada table 1

Tabel 1. Hasil Ujicoba IR Flame

Jarak (Cm)	Hasil (%)
50	37%
70	22%
90	16%
110	9%
130	5%

Hasil ujicoba sensor IR Flame pada table 1 menunjukkan bahwa akurasi sensor yang digunakan berfungsi baik karena dapat mendeteksi adanya api pada jarak 130 cm dengan pembacaan sensor sebesar 5%, pada jarak 110 cm terdeteksi sebesar 9%, jarak 90 cm terdeteksi sebesar 16%, jarak 70 cm terdeteksi sebesar 22%, 50 cm terdeteksi sebesar 37%. Kondisi pembacaan sensor 100% terjadi apabila sumber api berjarak 4-6 cm.

Sensor MQ135 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya seperti asap yang menjadi indikasi awal kebakaran. Sensor ini memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya cakupan deteksi yang luas, tingkat sensitivitas yang tinggi, waktu respon yang singkat, kinerja yang stabil, serta masa pakai yang relatif lama. Pengujian dilakukan dengan memberikan paparan asap kecil dari sumber pembakaran kertas dalam ruangan tertutup berukuran 6x3 m² dan mencatat nilai yang terbaca oleh sensor. Sampel hasil ujicoba sensor MQ 135 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Ujicoba Sensor MQ135

Jarak (cm)	Hasil (%)
100	76%
150	39%
200	21%
250	13%
300	3%

Hasil ujicoba sensor MQ135 pada tabel 2 menunjukkan bahwa akurasi sensor yang digunakan berfungsi baik karena dapat mendeteksi adanya asap pada jarak 300 cm dengan pembacaan sensor 3%, jarak 250 cm pembacaan sensor sebesar 13%, pada jarak 200 cm terdeteksi sebesar 21%, jarak 150 cm terdeteksi sebesar 39%, jarak 100 cm terdeteksi sebesar 76%. Kondisi pembacaan sensor 100% terjadi apabila sumber asap berjarak 5-7 cm.

Pengujian Sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan data yang terbaca oleh sensor dengan alat pengukur suhu digital standar, penulis menggunakan pengukur suhu yang dipinjam sementara dari ruangan data center lama. Data yang dicatat meliputi perbedaan nilai suhu yang terukur, serta tingkat akurasi sensor. Adapaun hasil pengukuran penulis mengambil sample di 3 waktu yang berbeda dalam kurun waktu 12 jam saat jam pengecekan rutin teknisi jadwal dinas Malam yaitu pukul 21:00, 03:30 dan 07:00 WITA. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Ujicoba Sensor DHT22

DHT 22	Pengukur Digital	Waktu
22° C	22° C	21:00 WITA
22° C	22° C	03:30 WITA
22° C	22° C	07:00 WITA



Gambar 3. Perbandingan hasil pengukuran suhu

Hasil pengujian pembacaan suhu pada ruangan baru Data Center Bandara Sam Ratulangi Manado antara pengukur suhu digital dan sensor DHT22 selama kurun waktu 12 jam, dapat diambil Kesimpulan bahwa Tingkat akurasi sensor DHT22 sangat baik karena tidak ada selisih nilai pengukuran temperature suhu diantara kedua perangkat tersebut.

Sensor-sensor yang digunakan dalam sistem ini telah diuji untuk memastikan kinerjanya dalam kondisi ON selama 12 jam pada ruangan Data Center Bandara Sam Ratulangi Manado. Pembacaan sensor DHT22 sebagai sensor suhu memiliki akurasi yang baik dan respons yang cepat terhadap perubahan suhu. Pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi temperature suhu secara akurat dan telah dibandingkan dengan alat pengukur suhu digital. Kecepatan dan akurasi deteksi sensor-sensor ini sangat penting untuk memberikan peringatan dini dan mencegah kerusakan yang lebih besar. Komponen inti dalam sistem ini mencakup:

Sensor Suhu, Sensor DHT22 berfungsi untuk memantau suhu lingkungan. Sensor ini dipasang bersebelahan dengan alat pengukur suhu digital pada ruangan baru data center sebagai perbandingan pembacaan temperature suhu yang menunjukkan hasil pembacaan yang sama selama pengujian selama 12 jam yaitu 22°C. Ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan (25°C), sensor akan mengirimkan sinyal ke unit control dalam hal ini Arduino Nano.

Sensor Asap, Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan asap yang dapat mengindikasikan terjadinya kebakaran. Sensor asap yang digunakan oleh penulis yaitu sensor MQ135. Pada hasil pengujian alat telah menunjukkan hasil pembacaan deteksi asap yang baik menggunakan alat ujicoba kertas yang dibakar pada ruangan yang berukuran 6x3 m² dengan jarak 250cm. Sensor MQ135 menunjukkan kinerja yang baik, dengan kemampuan untuk mendeteksi asap dalam waktu kurang dari 3 detik yang telah diuji di ruangan dengan ukuran 3x6 m² dengan asap kecil dari pembakaran kertas

Sensor IR Flame, Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi api dengan memanfaatkan gelombang cahaya inframerah. Sensor ini bekerja pada rentang panjang gelombang antara 760 nm hingga 1100 nm, yang merupakan spektrum cahaya yang dipancarkan oleh api yang dapat mengindikasikan awal mula terjadinya kebakaran. Pada hasil pengujian alat telah menunjukkan hasil pembacaan deteksi api yang baik menggunakan alat ujicoba lilin 130cm. lebih dari 100cm berdasarkan sumber datasheet komponen.

Output Alert menggunakan buzzer sebagai alarm suara untuk memberikan peringatan kepada orang-orang di sekitar bahwa ada potensi kebakaran. Modul GSM digunakan untuk

mengirim pesan dan melakukan panggilan otomatis kepada nomor Handphone yang telah ditentukan. Dari hasil ujicoba yang telah dilakukan penulis, menunjukkan hasil yang baik. Buzzer dapat berbunyi ketika terdeteksi api atau asap dan modul GSM dapat mengirimkan alert SMS ketika suhu melebihi 25°C serta mengirimkan alert call jika terdeteksi api atau asap

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil ujicoba prototipe dapat memberikan informasi alert via SMS ke nomor Supervisor atau Manager ketika suhu ruangan mencapai 25°C dan akan terus mengirimkan SMS tiap 3 menit selama suhu belum turun. Sistem ini berhasil memberikan alert SMS dan call alert jika terdeteksi adanya api atau asap serta mengaktifkan buzzer sebagai alarm suara, memastikan bahwa semua pihak terkait dapat merespons dengan cepat terhadap situasi darurat. Hasil pembacaan temperature suhu oleh sensor DHT22 juga sudah diujicoba dan dibandingkan nilai pembacaannya dengan alat pengukur suhu ruangan digital selama dalam kurun waktu 12 Jam. Serta sudah berhasil ditampilkan pada LCD

Peningkatan Sistem Monitoring, dengan cara mengintegrasikan sistem pendeteksi kebakaran dengan sistem monitoring berbasis IoT (Internet of Things). Hal ini akan memungkinkan pemantauan jarak jauh sehingga hal ini mendukung proses pengambilan keputusan yang efisien dan responsif ketika menghadapi situasi kritis. Peningkatan Jangkauan Sensor, untuk meningkatkan efektivitas sistem, disarankan untuk menambah jumlah sensor suhu, IR Flame dan asap di area yang lebih luas di dalam data center. Hal ini akan memastikan bahwa setiap sudut ruangan terpantau dengan baik dan mengurangi kemungkinan terlewatnya deteksi kebakaran.

Daftar Pustaka

- [1] R. Miftahul Ilmi, "Rancang Bangun Automatic Voltage Regulator (Avr) Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Arduino," pp. 5–28, 2023.
- [2] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020.
- [3] N. L. Mauliddiyah, "PEMANFAATAN SENSOR MQ-135 SEBAGAI MONITORING KUALITAS UDARA PADA AULA GEDUNG FASILKOM," no. September, p. 6, 2021.
- [4] I. N. B. Perwira and W. Broto, "Pembuatan Alat Pendeteksi Api Dan Asap Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno Dan Sensor Mq-2 Keluaran Sms Gateway," vol. VI, pp. SNF2017-CIP-31-SNF2017-CIP-40, 2017.
- [5] M. M. Kali, J. Tarigan, A. C. Louk, and J. Fisika, "Sistem Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Infra Red Dan Sensor Suhu Berbasis Arduino Uno," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2016.