

Somantri¹, Ivana Lucia Kharisma², Nadila Angelina³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra, Indonesia

e-mail: ¹nadila.angelina_ti19@nusaputra.ac.id, ²somantri@nusaputra.ac.id,
³ivana.lucia@nusaputra.ac.id

Abstract

The objective of this study is to develop and construct an Internet of Things (IoT) system (Internet of Things) application for detecting the concentration level of smoke resulting from combustion. The current advancement in technology has had a significant influence across a range of domains, encompassing the realm of Internet of Things (IoT). The IoT network allows devices to interact and exchange information automatically, enhancing efficiency and security in various sectors. Early detection of smoke is crucial for preventing further damage and protecting human health. Therefore, this research utilizes MQ-135 and TGS 2600 sensors as smoke detection sensors. Through IoT, real-time measurement of smoke concentration can be achieved, enabling immediate actions in response to significant changes. The data collected through IoT can enhance effectiveness, the information can be stored within a database and efficient research. By implementing this application, it is expected to provide a better solution for automatic detection and monitoring of smoke resulting from combustion, reducing air pollution risks, and enhancing human safety.

Keywords: IoT (Internet of Things), Sensor, Smoke Concentration, Smoke Detection, Database

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang dan memperbaiki aplikasi yang dapat mendeteksi tingkat kepekatan asap hasil pembakaran berbasis IoT (Internet of Things). Pengembangan teknologi saat ini, telah berkontribusi secara signifikan di berbagai bidang, termasuk bidang IoT. Jaringan IoT memungkinkan perangkat untuk saling berinteraksi dan bertukar informasi secara otomatis, meningkatkan efisiensi dan keamanan di berbagai sektor. Deteksi dini asap sangat penting untuk mencegah kerusakan yang lebih besar dan melindungi kesehatan manusia. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan sensor MQ-135 dan TGS 2600 sebagai sensor pendeteksi asap. Melalui IoT, pengukuran kepekatan asap dapat dilakukan secara real-time, memungkinkan tindakan segera dalam menghadapi perubahan signifikan. Data yang dikumpulkan melalui IoT dapat disimpan dalam database untuk penelitian yang lebih efektif dan efisien. Dengan menerapkan aplikasi ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih baik dalam deteksi dan pemantauan asap hasil pembakaran secara otomatis, mengurangi risiko pencemaran udara, dan meningkatkan keselamatan manusia.

Kata kunci: IoT (Internet of Thing), Sensor, Kepekatan Asap, Deteksi Asap, Database

1. PENDAHULUAN

IoT (*Internet of Things*) adalah istilah yang merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet dan saling berinteraksi serta bertukar data dan informasi. Perangkat IoT dapat berupa sensor, perangkat pintar, kendaraan, dan banyak lagi. Jaringan IoT memungkinkan perangkat untuk mengirimkan dan menerima data secara otomatis tanpa intervensi manusia, yang dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keamanan di berbagai sektor, seperti industri, kesehatan, transportasi, dan rumah tangga. Dalam lingkup yang lebih



luas, IoT adalah bagian dari konsep digitalisasi yang lebih besar yang menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital melalui jaringan internet dan teknologi lainnya[1]. Asap adalah zarah kecil yang muncul akibat proses pembakaran yang tidak sempurna dari beberapa jenis bahan bakar. Ini merupakan efek samping yang tidak diharapkan dari api, seperti yang dihasilkan oleh kompor dan lampu, namun juga dapat digunakan dalam fumigasi untuk membunuh hama atau sebagai sinyal komunikasi melalui asap. Asap kadang-kadang juga digunakan sebagai bahan penambah rasa, pengawet dalam makanan, dan sebagai bahan dasar untuk membuat asap cair. [2]. Deteksi asap menggunakan IoT sangat penting dilakukan karena teknologi ini memungkinkan deteksi asap secara real-time dan dapat memberikan pemberitahuan secara otomatis kepada pihak yang terkait. Asap dapat mengandung gas beracun yang dapat merusak sistem pernapasan. Pemaparan jangka panjang terhadap asap dapat menyebabkan gangguan kesehatan jangka panjang, seperti asma dan kanker paru-paru. Asap dapat menjadi tanda awal adanya kebakaran. Di TPS (Tempat pembuangan sampah) pasar Cisaat sendiri untuk masalah pengukuran tingkat kepekatan asap secara otomatis dan juga pencatatan dan pengamatan,, Hal ini dapat mengancam pencemaran udara di lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem pendeteksi kepekatan asap menggunakan *IoT* dengan mengukur tingkat kepekatan asap dan memberi laporan melalui perangkat *mobile*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

Prosedur yang dipergunakan dalam studi ini adalah serangkaian metode atau tahapan yang dilakukan dalam menjalankan sebuah penelitian[3]. Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahapan, antara lain: identifikasi masalah, penentuan tujuan penelitian, pemilihan objek penelitian, pengumpulan data, analisis data, dan pembuatan serta menggunakan metode kualitatif sebagai pendekatan utama. Metode kualitatif ini fokus pada data deskriptif dan interpretatif seperti simbol, narasi, dan deskripsi. Tujuan dari metode ini adalah untuk memahami persepsi dan pemahaman subjek yang diamati serta memberikan interpretasi dan analisis yang mendalam tentang fenomena tersebut. Metode kualitatif memungkinkan peneliti untuk menggambarkan dengan detail persepsi dan pemahaman subjek terhadap aplikasi yang diteliti, serta mendapatkan wawasan yang kaya tentang fenomena sosial yang terlibat dalam pengembangan aplikasi tersebut.

2.2. Metode Pengumpulan Data

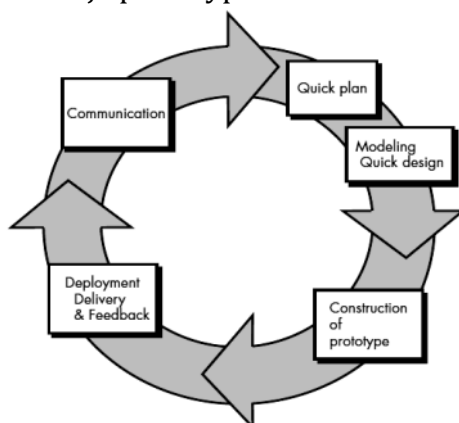
Teknik pengumpulan data yang diterapkan oleh penulis dalam penelitian ini mencakup: wawancara, observasi, dan studi Pustaka.

2.3. Metode Pengembangan Sistem

Dalam proses penerapan pengembangan sistem, penting untuk menggunakan metode yang sesuai agar pengembangan sistem dapat berjalan lancar. Dalam konteks ini, penulis memilih menggunakan metode Prototipe.

2.4. Metode Prototype

Metode prototype adalah pendekatan dalam pengembangan produk atau layanan yang melibatkan pembuatan model awal atau prototype yang dapat digunakan untuk menguji dan memvalidasi konsep, desain, dan fungsi sebelum menghasilkan versi final[4]. Dalam metode ini, tim pengembang menggunakan prototipe sebagai alat untuk berinteraksi dengan pemangku kepentingan dan pengguna potensial, mendapatkan umpan balik yang berharga, dan mengidentifikasi kebutuhan dan perubahan yang perlu dilakukan. Prototype dapat berupa model fisik, perangkat lunak, atau bahkan Gambar dan sketsa, tergantung pada jenis produk atau layanan yang dikembangkan. Dengan menggunakan metode prototype, tim pengembang dapat menguji dan memperbaiki gagasan mereka secara iteratif, menghemat waktu dan biaya dalam jangka panjang, serta meningkatkan kualitas dan kepuasan pengguna akhir [5]. Berikut merupakan penjelasan dari alur sistem kerja prototype:



Gambar 1. Skema Pengembangan Prototype [4]

2.5. Quick Plan

Quick Plan, Langkah ini melibatkan identifikasi kebutuhan dan tujuan produk, menentukan fungsi dan fitur utama yang harus ada dalam prototipe awal, serta merencanakan proses pengembangan selanjutnya[6]. Dalam pembuatan tempat sampah organik dan anorganik berbasis IoT dan mobile apps, peneliti memperoleh melalui wawancara terhadap petugas pengelolaan sampah yang ada di Pasar Cisaat.

2.6. Modeling Quick Desain

Pada tahap ini, desain prototipe awal dibuat dengan fokus pada fungsionalitas dan fitur yang paling penting. Desain ini mungkin bersifat kasar dan belum final, tetapi mencerminkan konsep dasar produk yang akan dikembangkan. Berikut desain system yang di gunakan dalam penelitian ini :

a) Use case diagram

Diagram ini memvisualisasikan fungsi-fungsi sistem serta bagaimana aktor terlibat dalam penggunaan sistem tersebut. Bagian paling penting dalam diagram *Use case*, terdapat aktor, *Use case*, dan koneksi yang menghubungkannya keduanya



[7]. Aktor merupakan pihak dari luar yang berinteraksi dengan sistem, sedangkan *Use case* merujuk pada tugas atau fungsi dari sistem. Diagram *Use case* memiliki manfaat dalam memperoleh pemahaman mengenai kebutuhan fungsional sistem dan sebagai sarana komunikasi antara pengembang dan pihak yang memiliki kepentingan terkait[8]. Berikut *Use case* digram yang di gunakan dalam penelitian kali ini.

b) *Flowchart* Sistem

Flowchart sistem adalah diagram yang digunakan untuk mengGambarkan langkah-langkah atau proses dalam suatu sistem atau sistem informasi. Diagram ini memberikan Gambaran visual tentang bagaimana data atau informasi mengalir melalui sistem, apa tindakan yang diambil pada setiap langkah, serta pengambilan keputusan yang terjadi[9]. *Flowchart* sistem terdiri dari berbagai bentuk geometris seperti persegi panjang (untuk langkah-langkah), panah (untuk aliran informasi), dan diamond (untuk pengambilan keputusan). Setiap langkah dalam *Flowchart* sistem direpresentasikan sebagai blok dengan penjelasan tentang tindakan atau proses yang dilakukan. *Flowchart* sistem sangat berguna dalam menganalisis, merancang, dan mengkomunikasikan proses bisnis atau sistem informasi, serta mengidentifikasi potensi masalah atau perbaikan yang dapat dilakukan dalam sistem tersebut.

c) Skematik system

Skematik sistem adalah Gambaran atau representasi visual yang digunakan untuk mengGambarkan struktur, komponen, dan hubungan antara elemen-elemen dalam suatu sistem. Skematik sistem sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti elektronika, teknik, arsitektur, dan rekayasa perangkat lunak[10].

2.7. Construction of Prototype

Construction of prototype setelah desain telah dibuat, pengembang dapat mulai melakukan implementasi dengan memilih teknologi dan alat yang paling cocok untuk membangun prototype ini. Pada tahap ini, pengembang juga perlu memastikan bahwa prototype dapat berintegrasi dengan teknologi IoT dan aplikasi mobile[11]. Berikut merupakan desain implementasi yang di gunakan pada alat penelitian kali ini.

2.8. Deployment Delivery & Feedback

Deployment Delivery & Feedback, pada tahap ini, pengembang perlu melakukan uji coba untuk memastikan bahwa alat pendeteksi asap berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Pada tahap pengujian ini dilakukan menggunakan metode kotak hitam, yang artinya menguji fungsi-fungsi dari sistem tersebut. (fungsi komponen) dan pengujian kinerja terhadap sistem yang telah di buat[12].

2.9. Communication

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap Alat Pendeteksi Asap yang menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan Aplikasi mobile digunakan untuk memeriksa apakah sudah mencapai harapan atau belum. Jika masih terdapat kesalahan, maka akan dilakukan perbaikan pada tahap ini[13].

2.10. Metode Pengujian

Dalam penelitian ini, alat tersebut diuji menggunakan metode pengujian kotak hitam, yakni pengujian dilakukan dengan mencoba output dan fungsi dari system yang telah di rancang melalui mobile apps dimana menggunakan dua jenis pengujian yang telah dilaksanakan mencakup pengujian fungsi dan pengujian kinerja[14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini diberikan hasil penelitian yang dilakukan sekaligus dibahas secara komprehensif. Hasil bisa berupa Gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang mempermudah pembaca paham dan diacu di naskah. Jika bahasan terlalu panjang dapat dibuat sub-sub judul, seperti contoh berikut.

3.1. Implementasi Alat

Implementasi alat pendeteksi tingkat kepekatan asap berbasis IoT menggunakan NodeMcu ESP8266 dan sensor MQ135 & TGS2600 bertujuan untuk memantau dan mendeteksi secara real-time tingkat kepekatan asap. Alat ini menggunakan NodeMcu ESP8266 sebagai otak yang menghubungkan sensor MQ135 dan TGS2600 untuk mendeteksi gas dan partikel asap. Data yang terkumpul dikirim melalui jaringan Wi-Fi dan diproses oleh aplikasi pendeteksi yang memberikan visualisasi grafik atau angka yang akurat. Pengguna akan menerima notifikasi jika tingkat kepekatan asap melebihi batas yang ditentukan. Alat ini memiliki manfaat dalam pemantauan kualitas udara, pengawasan proses pembakaran, serta sebagai sistem peringatan dini kebakaran akibat kepekatan asap yang berlebihan. Pengguna dapat dengan mudah mengontrol tingkat kepekatan asap dan menjaga keamanan dan kesehatan lingkungan sekitar. Berikut merupakan Gambar dari hasil implementasi alat.



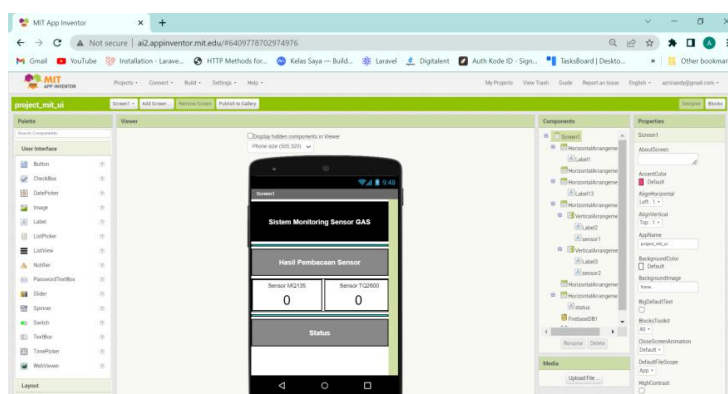
Gambar 2. Implementasi Alat

3.2. Implementasi Aplikasi

Aplikasi yang di gunakan untuk terhubung dengan alat menggunakan mit yang di mana aplikasi ini dapat di download di android. Berikut ini adalah tampilah homepage dari aplikasi mit. Pada tampilan ini menunjukan data yang di terima oleh kedua sensor tersebut, data akan menampilkan status pembakaran asapnya. Status nya menyatakan aman , masih aman dan tidak aman.

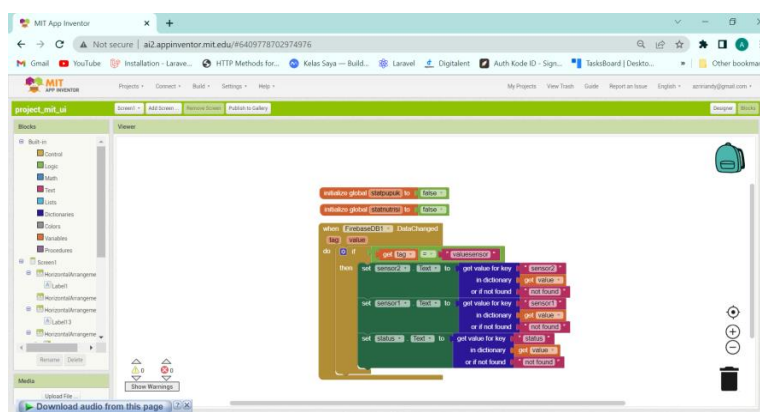
1. MIT App Inverntor

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan MIT untuk program untuk perangkat mobilenya. Berikut tampilan MIT program yang di gunakan pada penelitian kali ini.



Gambar 3. Tampilan Interface MIT

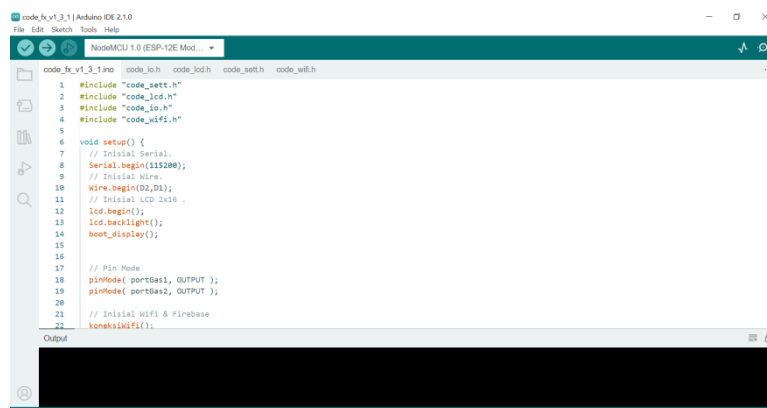
Gambar 3 merupakan tampilan dari menu edit interface pada aplikasi yang akan diterapkan dilakukan, dengan tujuan untuk menerapkan hanya akan menggunakan satu screen saja. Pada screen in berisi informasi tentang tingkat kepekatan asap dan nilai kepekatan asap yang di tangkap oleh kedua sensor tersebut, yang di mana pada penelitian kali ini hanya 2 tingkat kepekatan asap yang di gunakan sebagai alert pada aplikasi yaitu aman dan berbahaya. Untuk pembuatan logic nya sendiri menggunakan metode drag and drop agar memudahkan penulis dalam pembuatan aplikasinya, berikut merupakan Gambar logic yang di gunakan pada aplikasi yang di gunakan pada penelitian kali ini.



Gambar 4. Tampilan Block Code MIT

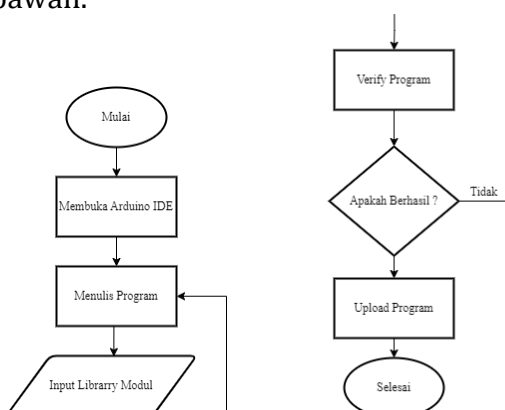
2. Arduino

Untuk microcontrollernya penulis menggunakan software Arduino IDE untuk menuliskan program dan menjalankan Arduino yang di gunakan, berikut program Arduino yang di gunakan pada penelitian kali ini.



Gambar 5. Tampilan *codeeditor* Arduino IDE

Pada Gambar 5 merupakan tampilan dari *codeeditorrr* Arduiono IDE, pada penelitian kali ini penulis membuat 5 program yang di gunakan untuk alat yaitu *code_fx_v1_3_1.ino*, *code_io.h*, *code_lcd.h*, *code_sett.h*, dan *code_wifi.h*. Program *code_fx_v1_3_1.ino* adalah program berbasis Arduino yang menghubungkan beberapa file terpisah. Program ini melakukan inisialisasi, membaca sensor gas (TGS2600 atau MQ135), mengirim data ke Firebase, mengatur tampilan pada LCD, dan menentukan status keselamatan berdasarkan nilai sensor. Program juga menyediakan fungsi tambahan untuk menguji pembacaan sensor secara terpisah. File-file terkait seperti *code_sett.h*, *code_lcd.h*, *code_io.h*, dan *code_wifi.h* memberikan definisi variabel, fungsi, dan konfigurasi yang digunakan dalam program utama. Ada juga flow dari proses coding di atas, flow dapat di lihat pada Gambar *Flowchart* di bawah.



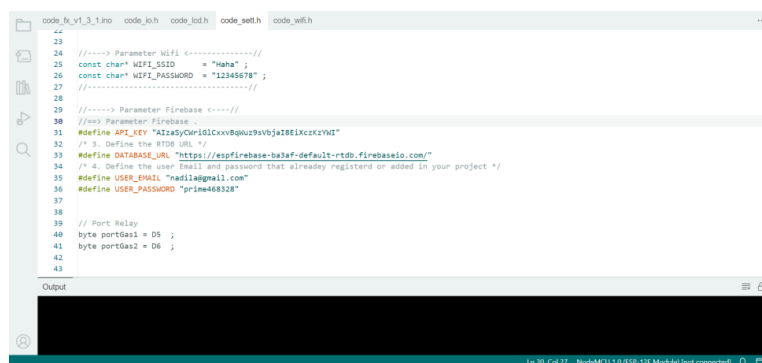
Gambar 6. *Flowchart* alur coding di Arduino IDE

Flowchart Gambar 6 mengGambarkan langkah-langkah dalam penulisan program IoT untuk alat pendeteksi tingkat kepekatan asap. Langkah-langkah

tersebut meliputi membuka aplikasi Arduino IDE, menulis program, menambahkan pustaka, memverifikasi, dan mengunggah program.

3.3. Implementasi *Firestore*

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *Firestore* untuk penyimpanan data yang di terima oleh alat pendeteksi tingkat kepekatan asap tersebut. Untuk pengaturan *Firestore*nya di atur juga di code di file `code_sett.h`, di file tersebut penulis mengatur mulai dari api key, database url, dan email maupun password yang sudah di register pada *Firestore*. Berikut Gambar dari settingan *Firestore* pada code yang sudah di buat.



Gambar 7. coding setting *Firestore*

Alur dimulai dengan alat pendeteksi tingkat kepekatan asap yang mengumpulkan data. Data ini kemudian dikirim ke database *Firestore*, di mana informasi tersebut disimpan dan dikelola. Setelah itu, data dari database *Firestore* dikirim ke aplikasi mobile yang terhubung ke database tersebut. Dalam aplikasi mobile, data tersebut dapat diakses dan digunakan untuk berbagai tujuan, seperti pemantauan tingkat kepekatan asap secara real-time, analisis data, atau memberikan pemberitahuan kepada pengguna.

3.4. Pengujian Sistem dan Alat

Setelah alat tersebut dibuat dan dirakit, dilakukan uji coba untuk menentukan apakah alat itu berfungsi dengan baik atau tidak.

3.4.1. Uji Fungsionalitas Sensor

Pengujian ini di lakukan terhadap sensor yang di gunakan terhadap asap untuk menguji tingkat kepekatan asap nya. Sensor yang di gunakan dalam peneltian ini MQ-135 dan TGS 2600 pengujian di lakukan sebanyak 5 kali untuk setiap sensorr nya.

Tabel 1. Hasil uji coba Fungsionalitas

Nomor Test	Sensor yang gunakan		Waktu Deteksi
	MQ-135	TGS 2600	
1	85.8	17932.3	3 detik
2	76.7	56120.9	3 detik
3	167.4	110.3	3 detik
4	40.9	464.4	3 detik

3.4.2. *Black Box Testing*

Pengujian kotak hitam adalah sebuah teknik pada pengujian perangkat lunak ini, dilakukan pengujian tanpa adanya memiliki pengetahuan mendalam mengenai struktur internal atau cara implementasi kode yang sedang diuji. Pendekatan ini fokus pada pengujian dari luar sistem, di mana input yang diberikan dan output yang diharapkan menjadi fokus utama. Berikut Tabel hasil uji coba dari alat tersebut.

Tabel 2. Pengujian black box

No.	Skenario Pengujian	Kasus yang di harapkan	Hasil yang di harapkan	Ket.
1	Menampilkan notifikasi status pada aplikasi mobile	melakukan pembakaran dan asap mengenai sensor	asap yang terdeteksi oleh server maka akan langsung memunculkan notification ke aplikasi mobile	Sesuai
2	Pengiriman data asap dari alat ke firebase dan ke aplikasi mobile	melakukan pembakaran dan asap mengenai sensor	Data yang di terima sensor akan terkirim ke firebase dan setelah data masuk ke firebase maka akan mengirim data tersebut ke aplikasi mobile agar bisa di lihat status nya oleh pengguna	Sesuai

4. SIMPULAN

Melalui penjelasan di atas, dapat dinyatakan bahwa kemajuan teknologi IoT (*Internet of Things*) telah memberikan manfaat yang menguntungkan dalam beragam sektor, termasuk dalam deteksi asap. IoT memungkinkan deteksi asap secara real-time, yang penting untuk mengambil tindakan preventif dan melindungi kesehatan manusia serta mencegah kerusakan yang lebih besar akibat kebakaran atau paparan gas beracun. Penggunaan IoT dalam penelitian pengukuran kepekatan asap pembakaran juga memberikan keuntungan dalam pengumpulan data yang akurat, real-time, dan terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Ramdani, "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram," *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, vol. 3, no. 1, pp. 59-68, 2020.
- [2] Hidayati and W. Setiono, "Otomatisasi Sistem Refrigrasi Menggunakan Arduino Pada Alat Pembuat Asap Cair," *Petra: Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara*, vol. 7, no. 1, pp. 35-45, 2020.
- [3] W. Darmalaksana, "Metode penelitian kualitatif studi pustaka dan studi lapangan," *Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 2020.
- [4] M. S. Robbi and Y. Yulianti, "Perancangan Aplikasi E-Learning Berbasis Web dengan Model Prototype pada SMPN 7 Kota Tangerang Selatan," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl*, vol. 2, no. 4, pp. 148, 2019.
- [5] S. Siswidiyanto, D. Wijayanti, and E. Haryadi, "Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype," *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15, no. 1, pp. 16-23, 2020.



- [6] R. Aditya, V. H. Pranatawijaya, and P. B. A. A. Putra, "Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype," *Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 1, no. 1, pp. 47-57, 2021.
- [7] A. F. Prasetya, S. Sintia, and U. L. D. Putri, "Perancangan Aplikasi Rental Mobil Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language)," *Jurnal Ilmiah Komputer Terapan dan Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 14-18, 2022.
- [8] L. Setiyani, "Desain Sistem: *Use case* Diagram," in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Adopsi Teknologi (INOTEK)*, vol. 1, no. 1, pp. 246-260, Nov. 2021.
- [9] D. Pratama and N. Sariana, "Rancang bangun sistem informasi penyewaan kendaraan berbasis web," *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [10] D. I. Saputra, A. Najmurrokhman, and Z. Fakhri, "Skema Implementasi Fuzzy Inference System tipe Sugeno Sebagai Algoritma Pengendali Pada Sistem Pengamatan Berbasis IoT," in *Prosiding Semnastek*, 2019.
- [11] M. I. Rifyan, "Perancangan Aplikasi Informasi Pada Troubleshoot Jaringan Bts Di PT. Balitower Dengan Metode Prototype," *Doctoral dissertation*, Universitas Mercu Buana Jakarta, 2022.
- [12] D. Darwis, A. F. Octaviansyah, H. Sulistiani, and Y. R. Putra, "Aplikasi Sistem Informasi Geografis Pencarian Puskesmas Di Kabupaten Lampung Timur," *Jurnal Komputer Dan Informatika*, vol. 15, no. 1, pp. 159-170, 2020.
- [13] I. Rahayu and M. Mubassiran, "Analisis dan Perancangan Sistem ICT (Information Communication & Technology) TOUR: Studi kasus: PT. Telkom Indonesia Persero, Tbk," *Improve*, vol. 13, no. 2, pp. 53-59, 2021.
- [14] S. R. Yulistina, T. Nurmala, R. M. A. T. Supriawan, S. H. I. Juni, and A. Saifudin, "Penerapan Teknik Boundary Value Analysis untuk Pengujian Aplikasi Penjualan Menggunakan Metode Black Box Testing," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 2, pp. 129, 2020.
- [15] N. M. D. Febriyanti, A. K. O. Sudana, and I. N. Piarsa, "Implementasi Black Box Testing pada Sistem Informasi Manajemen Dosen," *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, vol. 2, no. 3, pp. 535-544, 2021.