

Penerapan *Internet of Things* Untuk Monitoring Kinerja Sensor Untuk Deteksi Dini Kebakaran

Ihsan^{1*}, Armin², Angga Wahyu Aditya³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan

*Email: ihsan@poltekba.ac.id

Abstract

Fire can happen anytime and anywhere without knowing it will happen. Fire incidents can cause significant losses, both material losses and human losses. Fires can occur due to various factors from electrical short circuits to individual negligence which can cause sparks that can result in the formation of a fire triangle that causes fire. This study aims to create an effective fire detection system by utilizing distributed multi-sensor technology in a microcontroller and then sent to the cloud so that it can be monitored in real time. The method in this research stage starts from needs analysis, design, implementation, integration & testing, verification, maintenance. The system built utilizes various sensors, namely the MQ135 smoke sensor, UVTron fire sensor, DS18B20 temperature sensor, BME280 air humidity sensor, wind speed and direction sensors. The data collected from these sensors is processed and then displayed via a web interface using the Laravel framework that can be accessed by users. The results of this study indicate that the system is able to provide effective and reliable early warning in potential fire situations.

Keywords: Cloud, framework, realtime

Abstrak

Kebakaran dapat terjadi kapan saja dan dimana saja tanpa diketahui akan terjadinya. Peristiwa kebakaran dapat menyebabkan kerugian yang tidak sedikit, baik kerugian material maupun kerugian jiwa yang ditimbulkan. Kebakaran dapat terjadi karena berbagai macam faktor dari konsleting listrik hingga kelalaian perseorangan yang dapat menyebabkan timbulnya percikan yang dapat mengakibatkan terbentuknya segitiga api yang menyebabkan kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem deteksi kebakaran efektif dengan memanfaatkan teknologi multi-sensor terdistribusi dalam sebuah mikrokontroler kemudian dikirimkan ke *cloud* agar dapat dimonitoring secara realtime. Metode dalam tahapan penelitian ini dimulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, integrasi & pengujian, verifikasi, pemeliharaan. Sistem yang dibangun memanfaatkan berbagai sensor yaitu sensor asap MQ135, sensor api UVTron, sensor suhu DS18B20, sensor kelembapan udara BME280, sensor kecepatan dan arah angin. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor ini diproses kemudian ditampilkan melalui antarmuka web menggunakan *framework laravel* yang dapat diakses oleh pengguna. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan dini yang efektif dan dapat diandalkan dalam situasi potensi kebakaran.

Kata kunci: Cloud, framework, realtime

1. Pendahuluan

Kebakaran dapat terjadi kapan saja dan dimana saja tanpa diketahui akan terjadinya. Peristiwa kebakaran dapat menyebabkan kerugian yang tidak sedikit, baik kerugian material maupun kerugian jiwa yang ditimbulkan. Kebakaran dapat terjadi karna berbagai macam faktor dari konsleting listrik hingga kelalaian perseorangan yang dapat menyebabkan timbulnya percikan yang dapat mengakibatkan terbentuknya segitiga api yang menyebabkan kebakaran [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak kasus kebakaran hutan yang dilaporkan, dan kita lihat di berbagai media atau dalam kehidupan kita sehari-hari, termasuk media elektronik dan media surat kabar [2]. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) juga melanda Kalimantan Timur tepatnya di Desa Petung, Kecamatan Penajam pada awal September 2023. Sebelumnya api telah membabat pada 31 Agustus 2023. Sekitar 20 hektar lahan terbakar akibat api yang melebar. Pusat Pengendalian Operasi (Pusdalops) BNPB menyatakan bahwa operasi penanggulangan kebakaran dapat dipadamkan pada malam harinya [3].

Berdasarkan penelitian Analisis Spasial Sebaran dan Tingkat Risiko Kebakaran di Kelurahan Klandasan Ilir, Kota Balikpapan bahwa Kelurahan Klandasan Ilir merupakan kelurahan dengan kondisi permukiman yang padat. Permukiman dengan kepadatan tinggi rawan terhadap bencana kebakaran. Selama lima tahun terakhir Kelurahan Klandasan Ilir mengalami peningkatan intensitas kejadian kebakaran. Hal ini disebabkan oleh karakteristik kawasan dengan kepadatan bangunan tinggi, letak bangunan yang berdekatan dan kondisi fisik rumah yang rawan terhadap kebakaran [4].

Berdasarkan urgensi keadaan Kota Balikpapan yang sering terjadi kebakaran maka kami tim dosen peneliti dari Poltekba berkolaborasi dengan mahasiswa untuk melakukan penelitian mendalam di BMKG Balikpapan lebih tepatnya di Stasiun

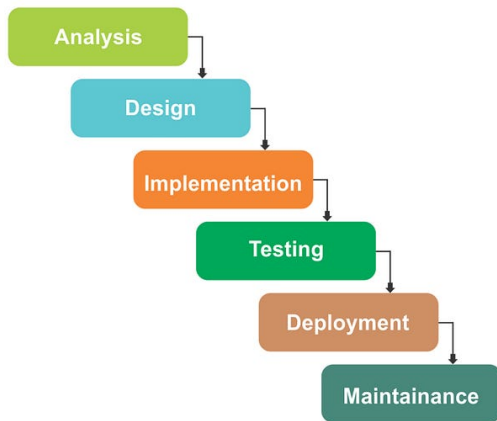
Meteorologi Kelas I Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian. Penelitian tersebut berfokus pada sistem deteksi kebakaran berbasis multi-sensor terdistribusi untuk peringatan dini kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem deteksi kebakaran yang canggih dan efektif dengan memanfaatkan teknologi multi-sensor yang terdistribusi berbasis *Internet of Things* sebagai peringatan potensi kebakaran secara lebih akurat dan cepat [5].

Penelitian terkait dengan peringatan dini kebakaran terus berkembang karena berkaitan erat dengan musim kemarau saat ini, khususnya di Kalimantan Timur yang sering terjadi kebakaran hutan maupun pemukiman. Berdasarkan informasi tersebut, penelitian dan pengembangan mengenai pendeteksian kebakaran terus dilakukan. Seperti penelitian [6] membuat desain deteksi kebakaran menggunakan dua buah sensor yaitu sensor LM35 sebagai sensor suhu dan sensor flame (sensor api) kemudian terhubung dan diproses di mikrokontroler arduino. Ketika ada *trigger* maka baik suhu yang tinggi ataupun ada api maka sistem akan memberikan notifikasi ke android dan *buzzer on*. Penelitian [7] membuat aplikasi IoT untuk deteksi kebakaran multi-sensor berbasis web menggunakan tiga buah sensor yaitu sensor MQ-2 (sensor gas), sensor TMP102 (sensor suhu), dan sensor *flame* (intensitas cahaya api) yang terhubung dengan mikrokontroler arduino uno ditanamkan metode *decision tree* sebagai pemberi keputusan *output*. Penelitian [8] membuat sistem deteksi kebakaran dengan IoT Blynk dan notifikasi panggilan telepon dan *share location*. Penelitian ini menggunakan tiga buah sensor yaitu sensor api, sensor asap dan sensor suhu. Kemudian diintegrasikan modul GSM SIM 800L yang memberikan layanan notifikasi panggilan telepon, dan modul GPS Ublok Neo 6M dengan menggunakan email untuk share location terjadinya kebakaran. Dari beberapa tinjauan pustaka tersebut maka penelitian yang akan dikembangkan adalah dengan menggunakan enam buah sensor terdistribusi yaitu sensor sensor suhu

DS18B20, sensor kelembaban BME280, sensor api UVTron, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, dan sensor asap MQ135. Kemudian diintegrasikan dengan Sistem Informasi berbasis web menggunakan *framework Laravel*, dan diterapkan di BMKG Kota Balikpapan.

2. Metoda Penelitian

Metoda yang dipakai dalam penelitian ini berupa langkah kerja serta rangkaian kegiatan seperti pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Metode *Waterfall* SDLC

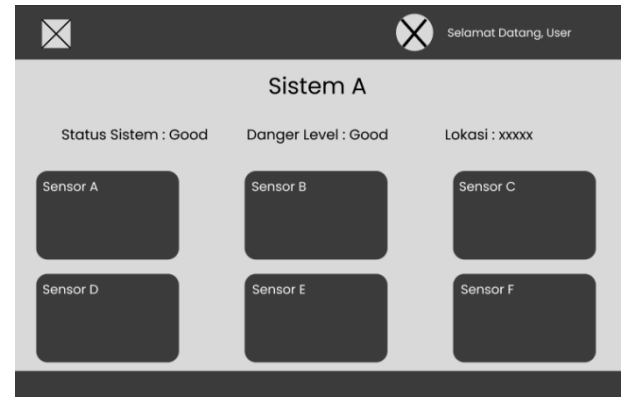
Mengikuti Metode *Waterfall* pada Gambar diatas. Uraikan persyaratan sistem secara terperinci, termasuk jenis sensor yang diperlukan, sistem klasifikasi deteksi yang diinginkan, dan mekanisme sistem informasi. Selanjutnya, buat seluruh sistem berdasarkan persyaratan yang telah ditentukan. Ini melibatkan pemilihan sensor, pembuatan antarmuka pengguna, dan pembuatan sistem untuk memantau informasi [9].

2.1. Analisis Kebutuhan

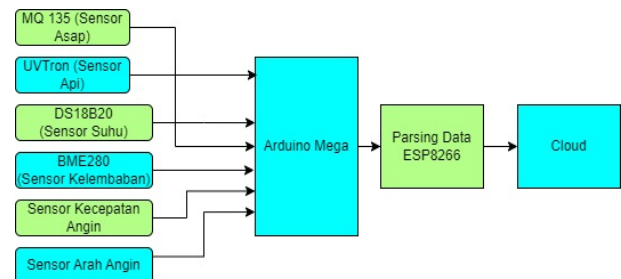
Analisis kebutuhan merupakan proses yang dilakukan sebelum penelitian ini tentang pemanfaatan IoT sebagai sistem deteksi kebakaran menggunakan sensor api UVTron, sensor suhu MQ135, sensor kelembaban udara BME280, sensor suhu DS18B20, dan sensor kecepatan dan arah angin berbasis arduino. Kebutuhan dalam pengerjaan sistem meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan Sistem berisikan mengenai prinsip kerja sistem.

2.2. Perancangan Desain

Desain perancangan pada penelitian ini sebuah *software* sistem monitoring untuk mendeteksi dini akan terjadinya kebakaran berbasis Internet of Things. Desain perancangan ini juga akan dilengkapi dengan sebuah rancangan *hardware* rangkaian elektrik berupa *prototype* penggunaan beberapa sensor yang akan digunakan yang memiliki bentuk fisik sebagai sistem monitoring berbasis IoT. Berikut dibawah ini adalah Gambar 2 desain *user interface website* dan Gambar 3 adalah blok diagram *hardware* sistem.



Gambar 2. Desain *User Interface* (Sistem Monitoring)

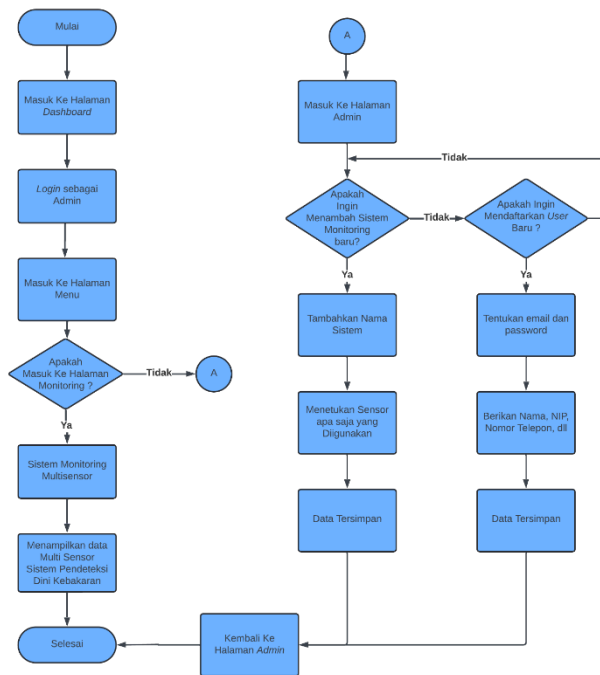


Gambar 3. Blok Diagram *Hardware*

Sesuai blok diagram *hardware* diatas bahwa sistem monitoring deteksi dini kebakaran menggunakan 6 (enam) buah sensor yaitu sensor suhu DS18B20, sensor kelembaban BME280, sensor api UVTron, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, dan sensor asap MQ135 kemudian di proses pada mikrokontroller setelah itu seluruh data sensor dikirim ke cloud melalui ESP8266 agar bisa di monitoring berbasis IoT dengan sistem informasi. Dengan tujuan agar data yang didapat dari inputan beberapa sensor tersebut dapat dilihat secara *realtime*.

2.3. Implementasi

Pada sistem ini sensor-sensor yang digunakan sebanyak 6 buah seperti pada blok diagram *hardware* diatas. Setelah data inputan didapat dari 6 sensor tersebut maka data ditampilkan secara dinamis berbasis website sistem informasi. Untuk meyakinkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT ini bekerja sesuai dengan yang telah ditentukan, penulis menggunakan *flowchart* sistem dalam proses perancangan. Berikut Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Monitoring

2.4. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk menguji sistem monitoring apakah data inputan pada 6 buah sensor dapat di proses pada mikrokontroller kemudian dikirimkan ke cloud agar dapat ditampilkan pada sistem informasi berbasis website dinamis.

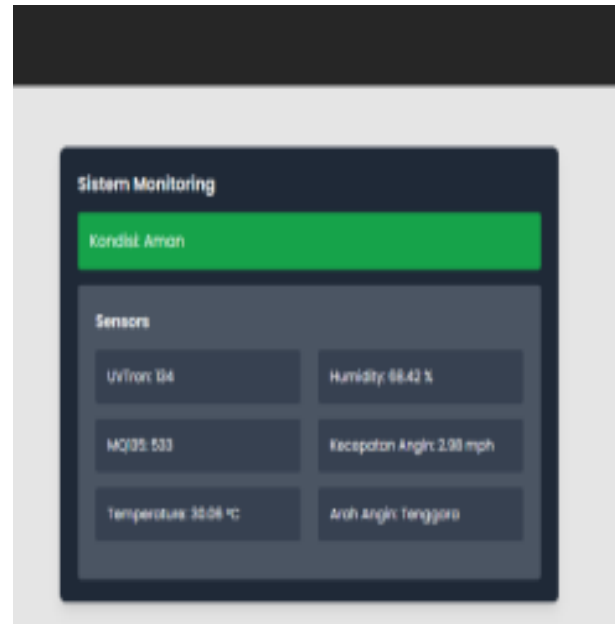
2.5. Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil bertujuan untuk *maintenance* sistem jika ada data yang tidak dapat di proses pada mikrokontroller dan atau jika tidak dapat di kirim ke *cloud* agar dapat ditampilkan pada website sistem informasi monitoring. Selain itu juga jika ingin menambahkan beberapa jenis sensor dapat dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tampilan Laman Pengguna Admin

Halaman dashboard role admin yang merupakan tampilan awal setelah berhasil login, halaman dashboard ini terdiri dari *sidebar*, *navbar*, dan isi atau *content*. Pada *Sidebar* tersebut terdapat menu untuk menuju ke halaman *Dashboard* dan halaman *Users*, pada *navbar* terdapat judul halaman yang lagi diakses dan menu *dropdown* dengan nama *user* yang telah login, pada menu *dropdown* tersebut terdapat dua opsi yaitu *profile* dan *Log out*, dan terakhir *content* menampilkan kondisi dari Sistem Monitoring dengan informasi dari berbagai sensor seperti UVTron, MQ135, suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan arah angin [10]. Berikut dibawah ini Gambar 5.



Gambar 5. Halaman Dashboard Monitoring data sensor

3.2. Pengujian Sensor yang digunakan

Pengujian dilakukan pada 6 jenis sensor yaitu sensor suhu DS18B20, sensor kelembaban BME280, sensor api UVTron, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, dan sensor asap MQ135. Untuk pengujian multi sensor dilakukan dengan mengambil data yang ditampilkan pada website sistem informasi monitoring. Berikut adalah Gambar 6 yaitu hasil pembuatan keseluruhan alat yang telah dibuat dan siap untuk dilakukan pengujian pada setiap sensor yang digunakan.



Gambar 6. Hasil alat keseluruhan

Pengujian Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 bekerja dengan mengukur suhu lingkungan menggunakan material semikonduktor yang sensitif terhadap suhu. Berikut pengujian sensor seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor DS18B20

No.	Jam	Suhu (derajat)
1	06.00	27.5°C
2	16.30	28°C
3	23.00	25°C

Pengujian sensor Kelembaban BME280

Sensor BME 280 bekerja dengan mengukur kelembaban udara berdasarkan prinsip kemampuan suatu material untuk menyimpan muatan listrik. Ketika material polimer pada sensor menyerap uap air, nilai kapasitansinya berubah. Pengujian sensor pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor BME280

No.	Kondisi	Hasil Serial Monitor
1	16.50	80,56 – 83,04%
2	23.30	87,90%

Pengujian Sensor UVTron

UVTron bekerja berdasarkan prinsip efek fotoelektrik, di mana sinar ultraviolet (UV) menyebabkan elektron di dalam sensor terpancar dari material tertentu. Pengujian sensor pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor UVTron

No.	Jam	Kelembaban
1	Tidak ada Api	20:47:31.154 -> pulse_cnt=0
		20:47:36.029 -> tm_diff=5000
		20:47:36.143 -> pulse_cnt=0
		20:47:41.031 -> tm_diff=5000
		20:47:41.165 -> pulse_cnt=0
		20:47:46.030 -> tm_diff=5000
		20:47:46.030 -> pulse_cnt=0
2	Ada Api	0:51:07.086 -> pulse_cnt=250
		0:51:11.983 -> tm_diff=5000
		0:51:12.082 -> pulse_cnt=250
		0:51:16.976 -> tm_diff=5000
		0:51:17.101 -> pulse_cnt=250
		0:51:21.978 -> tm_diff=5000
		0:51:22.022 -> pulse_cnt=249
0:51:26.987 -> tm_diff=5000		

Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Sensor kecepatan angin atau anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin di suatu lokasi. Pengujian sensor pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor kecepatan angin

No.	Kecepatan Angin	Hasil Sensor
1.	1	0,78 m/H
2.	2	1,5 m/H
3.	3	2,27 m/H

Pengujian Sensor Arah Angin

Pengujian menggunakan kompas untuk memastikan bahwa arah yang ditunjukkan oleh sensor cocok dengan arah yang seharusnya. Jika sensor menunjukkan arah yang salah, mungkin perlu dilakukan kalibrasi.

Pengujian Sensor MQ135

Sensor MQ-135 menghasilkan keluaran tegangan analog yang bervariasi berdasarkan perubahan resistansi yang disebabkan oleh konsentrasi gas di lingkungan sekitar sensor. Berikut pengujian sensor pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor MQ135

No.	Kondisi	Hasil Serial Monitor
1	Bersih	81 ppm
2	Sedikit Asap	165 ppm

4. Kesimpulan

Akurasi Deteksi Tinggi Kombinasi berbagai sensor, terutama sensor suhu DS18B20 dan sensor asap MQ135, meningkatkan akurasi deteksi dini kebakaran. Respons Cepat Sensor UVTron efektif mendeteksi api dalam waktu singkat. Pemantauan Lingkungan Secara Menyeluruh Sensor kelembaban BME280 serta sensor arah dan kecepatan angin membantu memberikan gambaran kondisi lingkungan secara menyeluruh, sehingga memperkirakan penyebaran api. Penggunaan beberapa jenis sensor secara bersamaan dapat mengurangi terjadinya *false alarm* yang sering terjadi bila hanya mengandalkan satu jenis sensor saja. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan teknologi deteksi kebakaran yang lebih maju dan efisien, serta memperluas aplikasi sensor dalam berbagai sistem keamanan berbasis IoT.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan implementasi sistem yang mendukung penambahan titik-titik multisensor lainnya, Hal ini memungkinkan untuk membangun sebuah sistem informasi lokasi dalam satu *platform* serta ditambahkan titik kordinat pada sistem informasi monitoring.

6. Daftar Pustaka

- [1] N. Setyasmara, "Internet of things (IOT) Sistem Peringatan Dini Bahaya Kebakaran Berbasis android Dan Arduino," *Jurnal Multi Media dan IT*, vol. 5, no. 2, Dec. 2021. doi:10.46961/jommit.v5i2.418
- [2] I. P. Sari, Z. Indra, and E. Alfianda, "Sistem Monitoring Kebakaran hutan berbasis android," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 38–47, Jun. 2021. doi:10.34128/jsi.v7i1.302
- [3] Wulandari, "Daftar Kebakaran Hutan di kalimantan & sumatera selama September," [tirto.id, https://tirto.id/daftar-kebakaran-hutan-di-kalimantan-sumatera-selama-september-2023-gQik](https://tirto.id/daftar-kebakaran-hutan-di-kalimantan-sumatera-selama-september-2023-gQik) (accessed Sep. 1, 2024).
- [4] U. Mustofa, L. Fitria, and D. T. Sitaresmi, "Analisis spasial Sebaran Dan Tingkat Risiko Kebakaran di Kelurahan Klandasan Ilir, Kota Balikpapan," *COMPACT: Spatial Development Journal*, vol. 1, no. 1, Aug. 2022. doi:10.35718/compact.v1i1.738
- [5] I. Aulia and M. Munasir, "Rancang Bangun alat deteksi kebocoran gas LPG SERTA Penanggulangan kebakaran menggunakan sensor MQ2 Dan Sensor Api Berbasis Iot," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 11, no. 3, pp. 306–312, Jul. 2022. doi:10.25077/jfu.11.3.306-312.2022
- [6] M. W. Lodan, Y. B. Darkel, H. B. Muda, and T. E. Labamaking, "Desain Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Suhu Dan Sensor Api Berbasis IOT Dengan Metode naive Bayes," *Digital Transformation Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 425–432, Jun. 2022. doi:10.47709/digitech.v4i1.4121
- [7] W. Saputra, I. Hariman, "Implementasi Aplikasi IoT Sebagai Pendeteksi Kebakaran Dengan Multi-Sensor Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 1-9, Des. 2023.
- [8] N. Hartatik, N. L. Azizah, and S. Busono, "Sistem Informasi desa berbasis web Dengan Menggunakan metode waterfall," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 1, pp. 264–271, Feb. 2024. doi:10.29100/jupi.v9i1.4428
- [9] A. Ramadhan, *Perancangan Sistem APLIKASI Muroja'ah Online Berbasis Web Dengan menggunakan metode waterfall*, May 2020. doi:10.31219/osf.io/c3r4g
- [10] Z. ijra Ijra and M. Unik, "Pengembangan Sistem internet of things (IOT) Dengan Lora (long range) Dan Energi Surya Untuk Deteksi Otomatis Kebakaran Hutan Dan Lahan," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 5, no. 2, pp. 340–347, Aug. 2024. doi:10.37859/coscitech.v5i2.7360