

PENERAPAN IoT (*INTERNET of THINGS*) DALAM PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI KEMUNCULAN TITIK API PADA TPA (TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR) SUMOMPO KOTA MANADO

Oleh :

Rendy Syahputra¹⁾, Jefferson Mende²⁾, Revo Lany Inkiriwang³⁾

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

¹email: rendysyahputra@unsrat.ac.id

²email: Jeff_mende@unsrat.ac.id

³email: revo.inkiriwang@unsrat.ac.id

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Submit, 26 Agustus 2024

Revisi, 17 Desember 2024

Diterima, 19 Desember 2024

Publish, 15 Januari 2025

Kata Kunci :

TPA Sumompo,
Kebakaran,
Manado,
IOT,
Wemos D1.



ABSTRAK

Tempat pembuangan akhir Sumompo yang terdapat di kota manado sulawesi utara, permasalahan TPA dikota manado ini juga membuat kota manado tidak lagi masuk nominasi penghargaan adipura. Kota manado juga memiliki destinasi wisata prioritas yaitu pantai Likupang oleh karena itu manajemen tempat pembuangan akhir harus diperbaiki. TPA sumompo sering mengalami kebakaran karena tumpukan sampah organik dan non organik yang menghasilkan gas metana. Gas metana tersebut sebagai penyebab pemicu timbulnya kebakaran yang dimulai dari munculnya titik api. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan solusi berupa pencegahan kebakaran dengan menciptakan sebuah alat berteknologi untuk mengantisipasi membesarnya titik api. Metode waterfall digunakan dalam metode ini agar menghasilkan solusi yang tepat pada permasalahan ini. Hasil penelitian ini akan menjadi solusi dalamantisipasi kebakaran di TPA berupa alat pendeteksi kemunculan titik api yang langsung menghidupkan alarm agar nantinya petugas TPA langsung ke lokasi titik api sebelum api membesar.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Nama: Rendy Syahputra

Afiliasi: Universitas Sam Ratulangi

Email: rendysyahputra@unsrat.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kebakaran menjadi masalah yang sangat menakutkan bagi setiap orang, dapat menghilangkan harta benda maupun nyawa. Kebakaran juga bukan hanya dapat terjadi di level rumah tangga akan tetapi juga rentan terjadi di instansi pemerintahan seperti di tempat pembuangan akhir atau TPA, oleh karena ini masalah kebakaran ini harus segera ditemukan solusi dalam pencegahannya. Pencegahan kebakaran ini dapat dilakukan dengan langsung memadamkan kemunculan titik api sebelum membesar karena gas metana yang dihasilkan oleh tumpukan sampah. " gas ini mudah terbakar dan dapat meledak pada level konsentrasi 5%-15% volume udara dan bereaksi dengan oksigen serta ada percikan"(Abdur Rohman, 2022).

Tujuan penelitian ini adalah menyelesaikan permasalahan kebakaran di TPA (tempat pembuangan akhir) sumompo yang terletak di Kota Manado. TPA merupakan tempat proses terakhir dari mata rantai pengelolaan sampah perkotaan atau tahap akhir pengelolaan sampah(Hatuwe, Eka Sari and Meidiana Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, no date).

Hasil dari penelitian ini akan menghasilkan sebuah alat pendeteksi kemunculan titik api menggunakan mikrokontroller Wemos D1. Alat pendeteksi api akan dipasang di beberapa titik di tempat sampah dan jika terjadi kemunculan asap api akan memberikan peringatan berupa alarm, sehingga petugas segera langsung kelokasi untuk

memadamkan api kecil tersebut, kemudian api dengan mudah dipadamkan sebelum membesar.

Biogas

"Biogas merupakan energi alternatif berupa gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob dimana kandungan utamanya berupa gas metana"(Khamil et al., 2023). Metana (CH₄) merupakan gas yang mudah terbakar dan komponen utama dari biogas serta gas alam. Meskipun memiliki banyak manfaat sebagai sumber energi, metana juga memiliki sejumlah bahaya yang perlu diperhatikan seperti resiko ledakan dan kebakaran, bahaya kesehatan serta gas rumah kaca bagi lingkungan.

Internet of Things

"Internet of Things bekerja dengan menggunakan argumentasi pemrograman, dimana setiap instruksi argumennya menciptakan hubungan yang membantu mesin melakukan tugas tanpa turun tangan manusia dan dapat dikendalikan secara otomatis"(Arumsari, Maulindar and Pradana, 2023). Dengan kemajuan teknologi seperti 5G, kecerdasan buatan, dan analisis data besar, IoT diperkirakan akan semakin berkembang dan menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari. Aplikasi baru dan inovasi dalam IoT akan terus memperluas kemampuannya, menciptakan solusi yang lebih canggih dan meningkatkan kualitas hidup di berbagai sektor. IoT membuka peluang baru untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam banyak aspek kehidupan. IoT sangat dibutuhkan termasuk dalam pencegahan kebakaran karena sangat efisien salah satunya karena tidak lagi menggunakan kabel yang banyak dalam penerapannya serta sangat mudah dalam perbaikan dan pengembangannya.

Mikrokontroler

" Mikrokontroler adalah suatu chip berupa sirkuit terpadu yang dapat menerima sinyal input lalu mengolahnya serta memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya"(Bili et al., 2022). Kemajuan teknologi membuat mikrokontroler terus berkembang untuk menawarkan lebih banyak fitur, kemampuan pemrosesan yang lebih tinggi serta konsumsi daya yang lebih rendah. Kemajuan dalam teknologi semikonduktor dan desain chip terus memperluas aplikasi mikrokontroler yang memungkinkan integrasi yang lebih besar dalam berbagai perangkat elektronik dan sistem. Mikrokontroler memainkan peran yang sangat penting dalam dunia teknologi modern, mengendalikan segala sesuatu dari gadget sehari-hari hingga sistem industri yang kompleks. Dengan kemampuan untuk menyederhanakan desain elektronik dan mengotomatisasi berbagai proses, mikrokontroler tetap menjadi komponen vital dalam inovasi teknologi. Pembuatan alat pendeteksi titik api ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1

Whatsapp

Informasi adalah data yang telah dikelola dan diproses untuk memberikan arti dan memperbaiki

proses pengambilan keputusan (Sallaby and Kanedi, 2021). Aplikasi whatsapp merupakan aplikasi umum yang banyak dipakai oleh pengguna dengan jumlah pengguna sekarang adalah 1.56miliar. (Tanra, Pahmi and Norhana Arsad, 2023). WhatsApp memiliki berbagai fungsi, di antaranya adalah mengirimkan informasi berupa pesan. Pengguna internet di Indonesia sangat banyak, dan berdampak pada penggunaan sosial media. Seperti yang dijelaskan oleh Watie""(Awin, 2020). Salah satu keunggulan utama WhatsApp adalah kemampuannya untuk menghubungkan orang-orang di seluruh dunia tanpa biaya tambahan.

Selama terhubung dengan internet, pengguna dapat berkomunikasi dengan siapa saja, di mana saja, kapan saja. Hal ini sangat bermanfaat untuk komunikasi jarak jauh, termasuk memberikan informasi bahwa telah terjadi kumunculan titik api di salah satu lokasi Tempat Pembuangan Akhir.

Aplikasi Twillio

"Twillio merupakan platform komunikasi berbasis cloud yang menyediakan berbagai layanan untuk mengintegrasikan komunikasi real-time ke dalam aplikasi." Twilio memungkinkan pengembang untuk menambahkan fungsi seperti panggilan suara, pesan teks (SMS), pesan video, dan pesan obrolan ke dalam aplikasi mereka melalui API (*Application Programming Interface*) yang kuat dan mudah digunakan.

Yuanito Yoga Pratama (2014) melakukan penelitian untuk mempercepat pemadaman api tetapi disini penulis menggunakan sensor pendeteksi gas MQ-7 yang untuk mendeteksi dimana keberadaan api dan mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah ATmega16.(Fauziah et al., 2022)

Pratiwi Sabila Putri melakukan penelitian rancang bangun alat pendeteksi kebocoran gas lpg menggunakan wemos d1 r1 dengan notifikasi peringatan whatsapp dan telegram berbasis iot. (Pratiwi and Nurhastuti, 2023)

Agustina anggraini juga pernah melakukan penelitian dengan judul rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis berbasis internet of things (iot).(Anggarani and Feri Efendi, 2024)

Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU Dan Telegram merupakan salah satu penelitian terdahulu yang dibuat oleh Yonatan Surya.(Kristama and Widiyari, 2022).

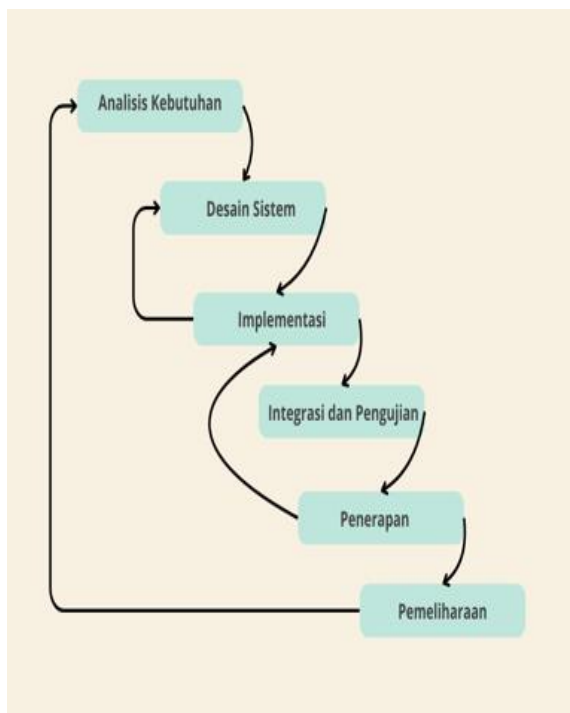
2. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian memiliki beberapa fungsi penting yang membantu memastikan bahwa penelitian tersebut dilakukan secara sistematis, terstruktur, dan dapat diandalkan. Pelaksanaan penelitian dalam pendeteksian kemunculan titik api pada tempat pembuangan akhir menggunakan metode SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan model waterfall.

Seorang analis akan merancang sistem dengan sebuah siklus yang biasa disebut dengan SDLC atau System Development Life Cycle. Salah satu tahapan dalam SDLC adalah design, tahap ini bertujuan agar sistem informasi yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan user. Diagram menjadi cara untuk mengkomunikasikan setiap kebutuhan user kepada programmer.(Aliman, 2021)

Model waterfall merupakan suatu model prosedur pengembangan perangkat lunak secara berturut-turut yang progresnya dilihat sebagai air terjun yang terus mengalir ke bawah melalui serangkaian fase atau tahapan perencanaan, pemodelan, implementasi, dan pengujian(Arumsari, Maulindar and Pradana, 2023).

Berikut adalah penjelasan tahapan model Waterfall yang digunakan dalam penelitian ini dan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

Metode penelitian Waterfall merupakan model pengembangan yang digunakan secara luas dalam pengembangan perangkat lunak, namun konsepnya juga dapat diterapkan dalam penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan metode penelitian Waterfall:

1. Analisis Kebutuhan

Tahap pertama adalah mengumpulkan data dan mendokumentasikan kebutuhan dari semua aspek, termasuk identifikasi masalah beserta solusi. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai langsung petugas pada lokasi TPA dan penduduk setempat, dari hasil wawancara tersebut didapatkan beberapa aspek penyebab munculnya titik api secara tiba-tiba. Analisis penyebab terbentuknya titik api pada tumpukan sampah ini melibatkan beberapa ahli biologi dan diapati bahwa penyebabnya adalah gas metana. Gas

metana timbul karena hasil fermentasi sampah organik yang menumpuk dalam waktu yang lama. Peneliti juga menganalisis perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam membangun perangkat ini.

1) Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak : Perangkat lunak merupakan sekumpulan instruksi atau program yang dirancang untuk melakukan tugas tertentu pada komputer atau perangkat elektronik lainnya. Perangkat lunak memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat keras dan melakukan berbagai fungsi seperti pemrosesan data, pengolahan gambar, komunikasi serta lainnya.

a. Arduino IDE
Mikrokontroler memiliki perangkat lunak yang berfungsi sebagai pembuat skrip pemrograman yaitu Arduino IDE. Arduino IDE mempunyai mampu digunakan untuk menulis dan mengunggah kode ke berbagai macam papan mikrokontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah varian dari C/C++.

b. Whatsapp
Perangkat lunak lain yang digunakan adalah whatsapp yang berfungsi sebagai media pengirim informasi ke ponsel para petugas yang berjaga disekitar Tempat Pembuangan Akhir.

c. Twillio
Aplikasi perangkat lunak Twillio berfungsi untuk sebagai cloud server dan mencari hosting atau menyiapkan server untuk melayani respons berbasis HTTP.

2. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras : Perangkat keras meliputi seluruh komponen fisik dari sebuah sistem komputer atau perangkat elektronik seperti unit pemrosesan pusat, memori, perangkat penyimpanan, dan berbagai perangkat masukan/luaran. Perangkat keras berfungsi sebagai penopang dari sistem operasi komputasi guna membuat perangkat lunak untuk menjalankan fungsinya.

a. Wemos D1
WeMos D1 merupakan salah satu papan mikrokontroler berbasis ESP8266, yang dirancang untuk proyek Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini memiliki ukuran yang kecil, harga yang terjangkau, dan kemampuannya untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi. WeMos D1 mampu memantau lingkungan dengan menggunakan sensor untuk memantau suhu, kelembaban, kualitas udara, dan parameter lingkungan lainnya.

b. Sensor MQ
Sensor MQ2 memiliki keluaran tegangan analog dan sering digunakan untuk mendeteksi gas pada LPG tetapi memiliki kepekaan yang rendah terhadap kadar alkohol dan asap rokok. Sensor MQ2 juga bisa mendeteksi kadar asap dan gas antara 300 sampai 10.000 ppm.

c. Baterai Basah
Baterai kering adalah jenis baterai yang dirancang untuk mengurangi kebutuhan

akan pemeliharaan rutin seperti pengecekan dan pengisian ulang elektrolit. Baterai ini umum digunakan bagi kendaraan bermotor, termasuk mobil dan sepeda motor. Baterai kering ini akan digunakan sebagai sumber catu daya pada alat pendeteksi api termasuk mensuplai daya ke mikrokontroler. Baterai ini dipilih karena mempunyai keunggulan yaitu tidak membutuhkan perawatan yang rutin dan memiliki daya tahan penyimpanan yang lama.

- d. Kotak Kasing
Kotak kasing digunakan sebagai pelindung karena alat pendeteksi titik api akan ditinggalkan ditumpukan sampah terkena panas dan hujan, dengan demikian alat akan terlindungi dengan baik.

3. Desain Sistem

Tahap berikutnya adalah pembuatan desain dimulai dari merencanakan bagaimana penelitian akan dilaksanakan, mencakup desain alat, metodologi penelitian, pemilihan alat, dan penetapan prosedur analisis data. Desain alat pendeteksi titik api ini dibuat untuk mampu bertahan dengan cuaca panas dan hujan karena akan ditempatkan di tumpukan sampah yang luas.

4. Implementasi

Setelah melewati tahap desain yang telah dibuat, maka pada tahap ini, peneliti membuat skrip atau koding yang akan digunakan dalam perangkat Wemos D1. Proses pemrograman menggunakan software Arduino IDE. Selain itu juga pembuatan akun pada aplikasi Twillio sebagai pihak ke tiga yang mengirimkan pesan ke whatsapp.

5. Integrasi dan Pengujian

Tahap integrasi dan pengujian dimulai dengan menggabungkan semua data yang telah dikumpulkan dan mulai menganalisisnya. Ini termasuk pengujian hipotesis, verifikasi data, dan akurasi dalam sensitifitas alat terhadap asap, hasil tahapan ini untuk memastikan konsistensi dan keandalan perangkat.

6. Penerapan

Hasil dari penelitian ini kemudian diterapkan sebagai solusi permasalahan yang ada berupa alat pendeteksi kemunculan titik api yang akan dipasang di tumpukan sampah. Alat pendeteksi api ini akan berguna sebagai pencegahan dini kebakaran dengan memberikan tanda alarm ketika muncul asap api yang berasal dari gas metana ditumpukan sampah.

7. Pemeliharaan

Menangani revisi dan penyempurnaan penelitian berdasarkan umpan balik atau penemuan baru. Ini juga mencakup penyebarluasan hasil penelitian dan mungkin melakukan penelitian lanjutan untuk mengatasi pertanyaan yang belum terjawab.

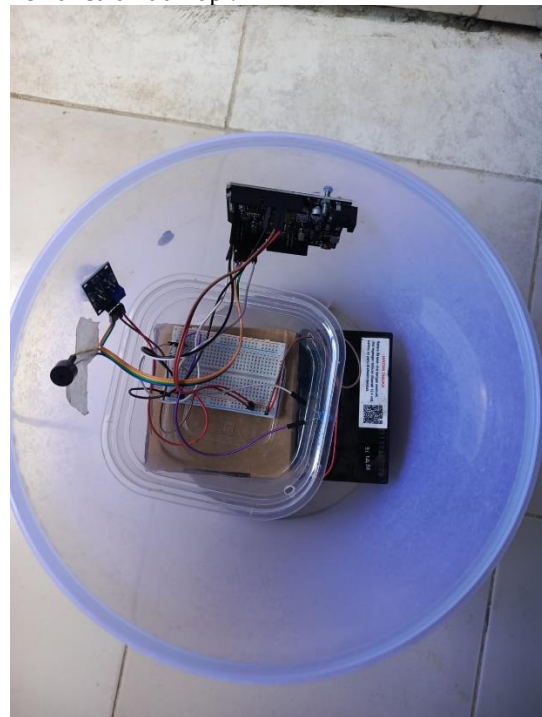
Dalam konteks pengembangan perangkat lunak, setiap tahap dalam model Air Terjun harus diselesaikan sebelum tahap berikutnya dimulai, dan umumnya tidak ada kembali ke tahap sebelumnya setelah selesai. Namun, dalam penelitian, mungkin

ada sedikit lebih banyak fleksibilitas untuk merevisi tahap sebelumnya berdasarkan temuan dan umpan balik yang diterima sepanjang proses.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perangkat pendeteksi kemunculan titik api yang telah dibuat berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan ini akan membantu petugas pengelola Tempat Pembuangan Akhir dalam pencegahan kebakaran dimulai dari kemunculan titik api sehingga tidak membesar menjadi kebakaran. Kebakaran pada TPA sangat mengganggu masyarakat baik dari segi kesehatan dan proses pembuangan sampah dikota Manado. Perangkat pendeteksi kemunculan titik api ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti 1). Mikrokontroller WeMos D1, 2). Sensor asap MQ-02, 3). Baterai kering, 4). Software Arduino IDE, 5). Kotak kasing, 6). Aplikasi Twillio. Berikut gambar 3.2 menunjukkan alat bekerja setelah mendeteksi kemunculan titik api.



Gambar 2 Tampilan Susunan Komponen

Komponen disusun didalam kotak sebagai kasing agar dapat bertahan dari cuaca karena akan diletakkan ditengah tumpukan sampah yang terkena hujan dan matahari langsung. Sumber daya listrik komponen didapat dari aki motor yang disusun dibawah papan induk, penggunaan aki motor ini akan sangat membantu karena dapat menjadi sumber daya dalam waktu yang lama sehingga meminimalisir perawatan.



Gambar 3 Pengujian Alat

Alat pendeteksi kemunculan titik api di coba dengan api yang bermula dari asap, sehingga dapat lebih dini dalam pencegahan kebakaran.



Gambar 4 Pesan Peringatan Lewat Whatsapp

Gambar di atas menunjukan bentuk fisik dan pemberitahuan pesan bahaya lewat whatsapp, alat

pendeteksi kemunculan titik api yang sudah diberi kotak kasing dan diujikan dengan kertas yang dibakar, akan tetapi kertas yang terbakar masih berupa asap. Alat merespon dengan baik dengan mendeteksi keberadaan asap sebelum terbentuknya api, selanjutnya alat akan memberikan peringatan bahaya ke petugas melalui pesan whatsapp. Hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa alat ini dapat membantu pencegahan kebakaran secara dini.

Sebuah sensor MQ-02 akan mendeteksi asap dan gas yang dihasilkan oleh api. MQ-02 sensornya bekerja dengan memberikan sinyal analog yang menunjukkan konsentrasi asap atau gas di sekitarnya. Penggunaan sensor MQ-02 agar lebih sensitif terhadap kebakaran karena kemunculan titik api didahulukan oleh asap sehingga lebih dini dalam pencegahan sebelum terbentuk menjadi api. Mikrokontroler Wemos D1 akan membaca nilai dari sensor MQ-02 dan memproses informasi tersebut. Jika nilai yang dibaca melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, Wemos D1 akan mengirimkan sinyal peringatan ke aplikasi Twillio, Kemudian diteruskan ke Whatsapp petugas Penjaga TPA. Dengan demikian kebakaran pada TPA dapat di hidari karena telah dilakukan pencegahan dini sebelum api membesar.

Pembahasan

1. Perancangan Sistem

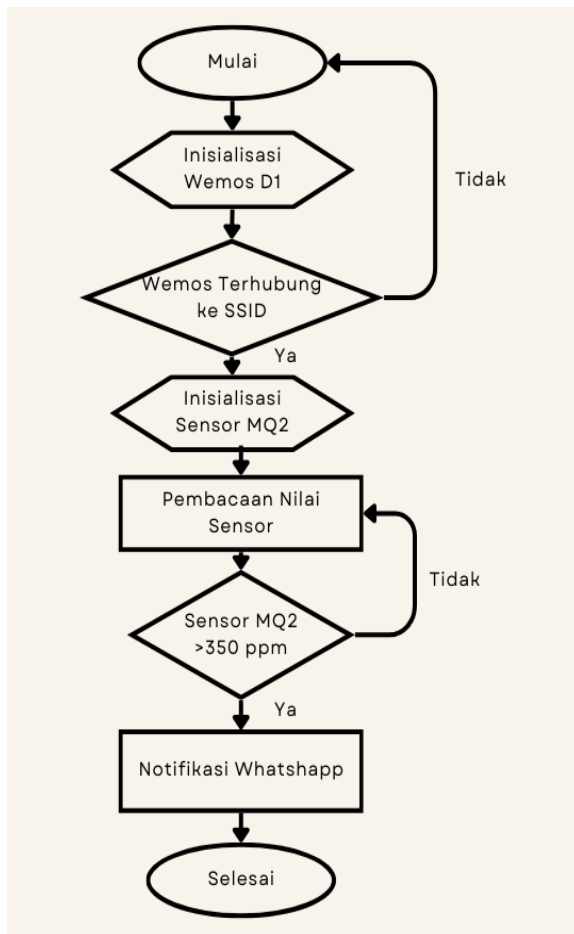
Tahap perancangan sistem bagian penting dalam pengembangan sebuah sistem, di mana berbagai aspek teknis dan konseptual dari sistem tersebut dianalisis, dijelaskan, dan didokumentasikan. Perancangan sistem memberikan kerangka kerja yang jelas dan terarah bagi penelitian. Dengan merancang sistem terlebih dahulu, peneliti dapat menentukan komponen utama, bagaimana komponen tersebut saling berinteraksi, serta alur kerja dari sistem tersebut.

Sistem yang dibangun disesuaikan dengan lokasi penelitian yang merupakan tempat pembuangan akhir yang memiliki karakteristik lingkungan yang sulit terjangkau dan bahaya sehingga sistem akan mengurangi kegiatan manusia dalam lingkungan TPA. Petugas TPA yang harusnya mengunjungi tiap titik lokasi yang sudah ditentukan dalam memastikan tidak terjadinya kebakaran dengan adanya sistem yang baik maka tidak diharuskan lagi untuk berkeliling mengunjungi titik tersebut. Petugas hanya berjaga dipost penjaga dan akan bekerja jika alat pendeteksi api memberi peringatan bahaya.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi IoT telah berkembang pesat dan memberikan solusi yang lebih efektif dalam mendeteksi kebakaran secara dini. Sistem pendeteksi titik api berbasis IoT dirancang untuk mengidentifikasi kemunculan titik api secara real-time, memungkinkan respons cepat untuk mencegah meluasnya kebakaran. Sistem ini diharapkan dapat memberikan notifikasi secara cepat kepada otoritas terkait untuk melakukan tindakan pencegahan dan pemadaman secara lebih dini.

Perancangan Alur Kerja Sistem

Perancangan alur kerja sistem merupakan tahapan proses yang sangat penting untuk menggambarkan bagaimana komponen-komponen dalam suatu sistem bekerja secara berurutan dan terkoordinasi untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Berikut adalah gambar perancangan alur kerja sistem untuk alat pendeteksi titik api berbasis IoT:

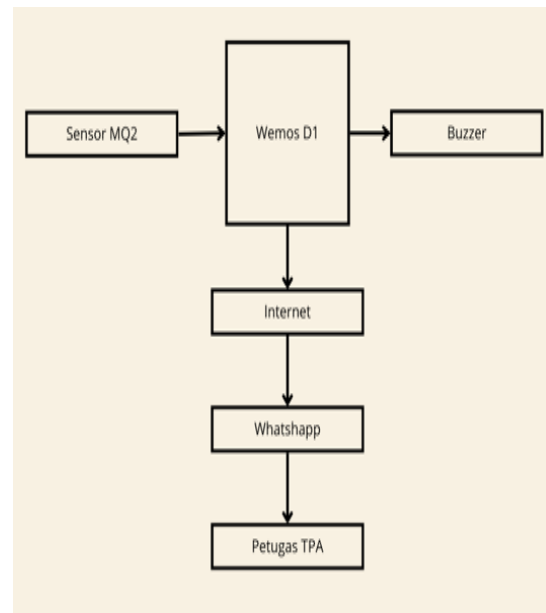


Gambar 5 Alur Kerja Sistem

Gambar diatas menunjukan langkah awal wemos D1 akan menginisiasi sensor MQ2 dan ketersediaan wifi. Berikutnya apabila sensor mendeteksi keberadaan asap dan melebihi ambang batas dengan nilai di atas 350 maka wemos D1 akan mengirimkan pesan peringatan kebakaran melalui pesan Whatsapp kepada petugas Tempat Pembuangan Akhir.

Blok Diagram Sistem Perancangan blok diagram menggambarkan bagaimana alat bekerja secara keseluruhan, mulai dari input, proses, dan output (Arumsari, Maulindar and Pradana, 2023). Blok diagram ini membantu untuk memahami bagaimana setiap komponen dalam sistem pendeteksi titik api berbasis IoT terhubung dan bekerja bersama. Blok diagram ditampilkan secara grafis dengan setiap blok dihubungkan oleh panah atau garis yang menunjukkan aliran data dan kontrol antara komponen. Gambar berikut

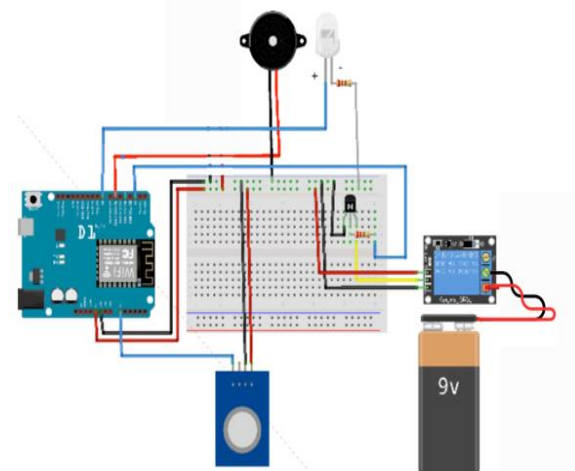
menunjukkan blok diagram perangkat pendeteksi kemunculan titik api :



Gambar 6 Blok Diagram Sistem

Berikut penjelasan tahapan dalam proses sistem pendeteksian kemunculan titik api :

- Sensor MQ2 mempunyai peran sebagai komponen input dengan tugas mendeteksi kemunculan asap yang kemudian akan meneruskan informasi tersebut ke Wemos D1.
 - Wemos D1 berfungsi sebagai komponen pemrosesan dan pengendali berdasarkan informasi yang diterima dari komponen masukan. Wemos D1 akan memberi informasi luaran bahwa telah terjadi kemunculan titik api yang kemudian diteruskan ke buzzer dan notifikasi whatsapp melalui internet.
 - Internet mempunyai peran yang sangat penting dalam sistem ini karena berfungsi sebagai komponen yang menyebarkan informasi untuk sampai kepada user atau petugas TPA bahwa telah terjadi kebakaran.
 - Whatsapp sendiri aplikasi yang digunakan untuk membaca informasi yang telah dikirimkan oleh alat pendeteksi kemunculan titik api yang berada ditumpukan sampah melalui internet, dengan demikian user akan dengan mudah dan cepat dalam menanggapi terjadinya awal mula kebakaran.
 - Petugas TPA merupakan user yang berperan sebagai eksekutor dalam pemadaman jika terjadi kemunculan titik api. Proses informasi kemunculan titik api yang cepat ini akan sangat membantu petugas dalam mendeteksi penyebab kebakaran secara dini.
- c. Perancangan Skema Rangkaian Sistem



Gambar 7 Skema Perancangan Sistem

Alat pendeteksi api dengan menggunakan sensor MQ-2 yang dapat mengirim notifikasi melalui WhatsApp bekerja melalui beberapa tahapan, yang melibatkan deteksi gas atau asap oleh sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler, dan pengiriman notifikasi melalui jaringan WiFi.

1. Pengujian Alat Persiapan pengujian alat adalah tahap kritis yang memastikan bahwa memulai proses pengujian dengan baik sehingga hasil pengujian akhir mendapat hasil yang baik.

a. Persiapan Pengujian

- Melakukan pengecekan terhadap semua komponen, seperti sensor MQ-2, mikrokontroler, LED indikator, dan modul WiFi, terhubung dengan benar sesuai dengan skema yang telah dirancang.
- Menyalakan alat pendeteksi api dan pastikan mikrokontroler terhubung ke jaringan WiFi. Periksa bahwa sensor MQ-2 dan LED telah diinisialisasi dengan benar.
- Melakukan kalibrasi terhadap sensor MQ-2 umumnya memerlukan waktu pemanasan untuk mencapai stabilitas. Sensor akan dibiarkan dalam keadaan menyala selama beberapa menit sebelum pengujian untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Berikut hasil pengujian sensor dalam proses persiapan pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Asap

Asap	Keterangan/Terbaca	Keterangan Pengujian
< 350ppm	Normal	Buzzer Tidak berbunyi
>350ppm	Pemberitahuan Tanda Bahaya	Buzzer berbunyi

b. Hasil Pengujian Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada alat pendeteksi titik api pada lokasi TPA didapati hasil seperti berikut :

Tabel 2 Hasil Pengujian

Input	Output	Berhasil	
		Ya	Tidak
Sensor tidak diberi asap atau nilai asap <350ppm.	Alarm Berbunyi tidak	Ya	
Sensor diberi asap dengan melebihi nilai >350ppm.	Alarm Berbunyi dan mengirimkan notifikasi ke handphone " Terdeteksi Api"	Ya	

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian menghasilkan sebuah alat pendeteksi kemunculan titik api secara dini sejalan dengan tujuan utama penelitian ini dalam mencari solusi dalam pencegahan kebakaran yang disebabkan gas metana dari tumpukan sampah di TPA. Alat ini bekerja didesain sangat baik dalam pencegahan kebakaran karena mendeteksi asap terlebih dahulu, dimana asap muncul sebelum timbulnya api. Hasil deteksi kemunculan titik api akan dikirimkan berupa notifikasi lewat whatsapp kepada para petugas TPA, dengan demikian petugas akan langsung mengetahui potensi kebakaran yang terdeteksi sehingga dapat segera memadamkan api sebelum membesar.

Penelitian ini memiliki batasan masalah berupa keterbatasan jaringan wifi yang belum menjangkau seluruh area TPA, sehingga belum seluruh kawasan dapat dipasang alat pendeteksi api. Sebagian TPA sudah terjangkau wifi yang berasal dari kantor penjagaan yang letaknya dibagian depan TPA.

Saran

- Pemerintah Kota Manado Pemerintah Kota Manado sebaiknya memindahkan lokasi TPA dengan memilih lokasi yang sesuai dengan peraturan zonasi dan tata ruang kota untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat.
- Masyarakat Dalam meningkatkan keselamatan dan kesiapsiagaan terhadap kebakaran, masyarakat perlu mengambil beberapa langkah proaktif seperti lakukan latihan evakuasi kebakaran secara berkala untuk memastikan semua orang tahu apa yang harus dilakukan dalam keadaan darurat.
- Peneliti Berikutnya Bagi peneliti yang ingin melanjutkan proyek atau penelitian terkait dengan sistem alarm kebakaran berbasis Mikrokontroler, beberapa saran yang dapat membantu meningkatkan hasil penelitian dan aplikasinya seperti gunakan pembelajaran mesin untuk menganalisis data dari sensor secara lebih efektif dan mendeteksi pola yang mungkin menunjukkan kebakaran lebih awal. Rancang sistem yang hemat energi juga perlu diperhatikan dalam pengembangannya, terutama jika akan digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan baterai atau sumber daya alternatif seperti penggunaan sel surya.

5. REFERENSI

- Aliman, W. (2021) "Perancangan Perangkat Lunak untuk Menggambar Diagram Berbasis Android," *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(6), p. 3091. Available at: <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6.1404>.
- Arumsari, F.T., Maulindar, J. and Pradana, A.I. (2023) "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN BERBASIS INTERNET OF THINGS," *INFOTECH journal*, 9(1), pp. 175–182. Available at: <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.5317>.

- Awin, M., Stkip, A. and Jakarta, K. (no date) *Media Sosial Whatsapp Sebagai Media Pembelajaran Jarak Jauh Mata Kuliah Ilmu Sosial Budaya Dasar (ISBD)*. Available at: <http://jayapanguspress.penerbit.org/index.php/ganaya>.
- Bili, Y. et al. (2022) *Perancangan Alat Pendeteksi Kematangan Buah Nanas Dengan Menggunakan Mikrokontroler Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*, *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*. Available at: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/METHOTIKA>.
- Fauziah et al. (2022) "PROTOTYPE SISTEM PEMADAM API MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP," *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(3), pp. 258–268. Available at: <https://doi.org/10.35760/ik.2022.v27i3.7761>.
- Hatuwe, N., Eka Sari, K. and Meidiana Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, C. (no date) *POTENSI PRODUKSI GAS METANA DI TPA TOISAPU KOTA AMBON*.
- Jurnal, H., Anggarani, A. and Feri Efendi, T. (2024) "JURNAL RISET TEKNIK KOMPUTER (JURTIKOM) RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN DAN PEMADAM API OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *JURTIKOM*, 1(2). Available at: <https://doi.org/10.69714/tr6qwt56>.
- Khamil, A.I. et al. (2023) "Recycle Home: Inovasi Pemanfaatan Sampah Organik menjadi Biogas Terintegrasi Aplikasi Mobile Recycle App sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Sekitar TPA Pakusari, Kabupaten Jember," *Sewagati*, 7(4), pp. 602–613. Available at: <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.563>.
- Kristama, Y.S. and Wideasari, I.R. (2022) "Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU Dan Telegram," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 6(3), p. 1599. Available at: <https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4445>.
- Pratiwi, S.P. and Nurhastuti, T. (2023) "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Wemos D1 R1 Dengan Notifikasi Peringatan Whatsapp dan Telegram Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi*, 9. Available at: <https://ejournal.urindo.ac.id/index.php/TI/index>.
- Sallaby, A.F. and Kanedi, I. (no date) *Perancangan Sistem Informasi Jadwal Dokter Menggunakan Framework Codeigniter*, *Jurnal Media Infotama*.
- Tanra, M., Pahmi, M.A. and Norhana Arsad (2023) "Pemantauan programmable logic controller berbasis internet of things dengan menggunakan sistem notifikasi," *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 10(2), pp. 236–243. Available at: <https://doi.org/10.37373/tekno.v10i2.487>.
- Teoritis, J. et al. (no date) "PROTEKSI: JURNAL LINGKUNGAN BERKELANJUTAN Perkiraan Potensi Gas Metana di TPA Tegalasri Wlingi dengan IPCC Waste Model dengan Metode Tier-1 First Order Decay Estimation of Methane Gas Potential at Tegalasri Wlingi Landfill by Using IPCC Waste Model with Tier-1 First Order Decay Method."