

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PENDETEKSI KEBAKARAN BERBASIS IOT DENGAN WEMOS D1 R2

Dody Suhendra Putra¹, Reva Ragam Santika^{2*}

^{1,2} Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ¹2011520174@student.budiluhur.ac.id, ^{2*}reva.ragam@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak-Kebakaran merupakan masalah umum yang sering menimbulkan kerugian materil dan korban jiwa, sehingga deteksi dini sangat penting untuk mencegah dampak yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi keamanan kebakaran berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *Wemos D1 R2* guna meningkatkan kecepatan dan akurasi deteksi kebakaran. Sistem ini memanfaatkan beberapa sensor, yaitu MQ-2 untuk mendeteksi gas berbahaya, *flame sensor* untuk mendeteksi api, dan DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini diproses oleh *Wemos D1 R2* dan dikirimkan melalui jaringan *WiFi* ke server, serta dapat diakses melalui *website*. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan LCD 16x2 untuk menampilkan informasi, *buzzer*, lampu *LED*, dan pengaktifan *relay* yang terhubung dengan *mini pump* dan *exhaust fan* sebagai langkah mitigasi jika terdeteksi kondisi tertentu. Metode pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi kebakaran secara *real-time* dan mengirimkan informasi mengenai lima kondisi berbeda: kondisi aman, terdeteksi api, terdeteksi gas, waspada, dan bahaya. Setiap kondisi memicu respons yang sesuai, termasuk tampilan pada LCD, nyala *LED*, aktivasi *mini pump*, dan pengoperasian *exhaust fan*. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem ini efektif dalam memberikan peringatan dini dan respons yang cepat terhadap potensi kebakaran, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko kerusakan dalam hal kebakaran.

Kata Kunci: Kebakaran, *WEMOS D1 R2*, MQ-2, DHT22, *Flame Sensor*, IoT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED FIRE DETECTION SECURITY SYSTEM USING WEMOS D1 R2

Abstract- *Fire is a common problem that often causes material losses and casualties, so early detection is very important to prevent greater impact. This research aims to design an Internet of Things (IoT)-based fire safety detection system using Wemos D1 R2 to increase the speed and accuracy of fire detection. This system utilizes several sensors, namely MQ-2 to detect harmful gases, Flame Sensor to detect fire, and DHT22 to measure temperature and humidity. The data obtained from these sensors is processed by the Wemos D1 R2 and sent via WiFi network to the server, and can be accessed via the website. In addition, the system is equipped with a 16x2 LCD to display information, buzzers, LED lights, and activation relays connected to mini pumps and exhaust fans as mitigation measures if certain conditions are detected. Test results show that the system is capable of detecting fires in real-time and sending information related to five different conditions: safe condition, detected fire, detected gas, alert, and danger. Each condition triggers a corresponding response, including display on the LCD, LED illumination, mini pump activation, and fan operation. Test results prove that the system is effective in providing early warning and rapid response to potential fires, thereby improving safety and reducing the risk of damage in the event of a fire.*

Keywords: *Fire, WEMOS D1 R2, MQ-2, DHT22, Flame Sensor, IoT*

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat karena sulit untuk dikendalikan. Kebakaran dapat menyebabkan kerugian besar baik dari segi nyawa manusia maupun harta benda, serta dapat terjadi di berbagai lokasi seperti gedung, rumah, dan hutan. Penyebab kebakaran sangat beragam, mulai dari puntung rokok yang dibuang sembarangan, korsleting listrik, hingga kebocoran gas yang dapat memicu kebakaran yang lebih besar. Pada masa kini, banyak masyarakat yang meninggalkan rumah atau tempat kerja mereka untuk beraktivitas dari pagi hingga sore hari. Hal ini membuat risiko kebakaran semakin tinggi karena tidak ada yang dapat segera mengatasi kejadian tersebut saat kebakaran terjadi [1].

Pada tahun 2023, Dinas Gulkarmat Provinsi DKI Jakarta mencatat terjadi 2.286 kasus kebakaran di wilayah DKI Jakarta. Wilayah dengan frekuensi kebakaran tertinggi adalah Jakarta Timur sebanyak 594 titik api, disusul Jakarta Selatan sebanyak 573 titik api, Jakarta Barat sebanyak 484 titik api, Jakarta Utara sebanyak 379 titik api, dan Jakarta Pusat sebanyak 256 titik api. Informasi objek yang terbakar antara lain 637 bangunan tempat tinggal, 480 fasilitas outdoor, 267 titik sampah, 215 pabrik, 118 kendaraan, 40 warung makan, 32 bangunan industri, dan

156 item lainnya. Pada tahun 2023, dugaan penyebab kebakaran ada beberapa hal: listrik 1.216 kasus, sampah mudah terbakar 337 kasus, gas 205 kasus, tembakau 130 kasus, lilin 1 kasus, dan lainnya 397 kasus. Berdasarkan data tersebut, konsumsi listrik masih menjadi faktor penyebab kebakaran terbesar di wilayah metropolitan Jakarta. Terpisah, pada tahun 2023, jumlah sampah dan rokok yang diduga menjadi penyebab pembakaran akan meningkat dibandingkan tahun sebelumnya. Kejadian kebakaran yang disebabkan oleh kedua faktor tersebut diperkirakan akan terus meningkat pada musim kemarau ekstrim tahun 2023 (https://pemadam.jakarta.go.id/artikel/2024-01-05_kaleidoskop-kejadian-kebakaran-di-provinsi_yps244j).

Kemajuan pembangunan semakin cepat dan risiko kebakaran semakin meningkat. Jumlah penduduk yang semakin padat dan pembangunan gedung perkantoran, perumahan, apartemen, dan industri meningkat pesat sehingga menimbulkan ketidakpastian. Kebakaran umumnya terjadi ketika api mulai membesar atau ketika asap mulai mengepul. Sistem keamanan pada bangunan (gedung dan kondominium) diperlukan karena tidak mungkin mengetahui kapan akan terjadi kebakaran, dan pencegahan dini dapat mengurangi terjadinya kebakaran dan kerusakan besar [2].

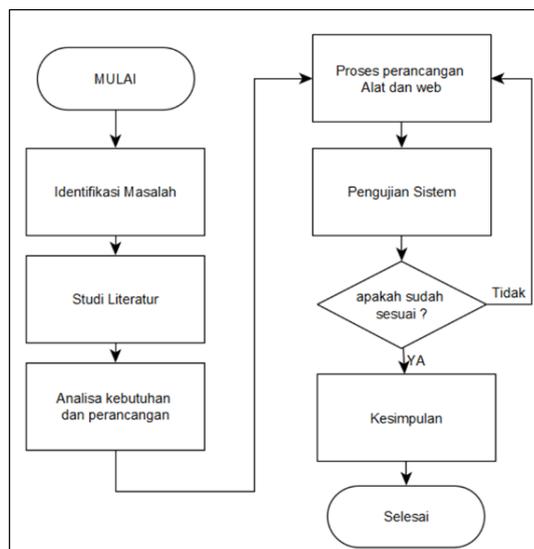
Dengan perkembangan teknologi di dunia modern saat ini memberikan peluang besar untuk mengatasi masalah kebakaran melalui penggunaan mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler adalah perangkat kecil namun sangat canggih yang memungkinkan kita untuk lebih mudah dan kreatif dalam menghasilkan berbagai inovasi. Perangkat ini telah membuka banyak peluang untuk menciptakan solusi baru yang bermanfaat bagi masyarakat.

Untuk memperkuat penelitian ini, dibandingkan dengan penelitian lainnya yang berfokus pada sistem deteksi kebakaran berbasis *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler dengan *flame sensor*. Perbedaannya terletak pada penggunaan sensor; penelitian sebelumnya hanya menggunakan *Flame sensor*, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan tiga sensor—*Flame sensor*, MQ-2 (sensor gas), dan DHT22 (sensor suhu dan kelembapan) untuk meningkatkan akurasi deteksi kebakaran. Selain itu, sementara penelitian sebelumnya hanya memberikan *output* berupa bunyi alarm, penelitian ini memanfaatkan teknologi *IoT* untuk pemantauan *real-time* melalui *website* atau aplikasi, serta kontrol otomatis perangkat seperti mengaktifkan *exhaust fan* atau mengaktifkan *relay* yang dihubungkan dengan *mini pump*. Dengan tambahan sensor dan teknologi *IoT*, diharapkan efisiensi deteksi dan respons terhadap kebakaran dapat meningkat.

Oleh karena itu dengan masalah tersebut dan dengan teknologi yang kita miliki saat ini, penulis berencana untuk mengembangkan sistem deteksi kebakaran menggunakan mikrokontroler *Wemos D1 R2*, serta sensor-sensor seperti sensor Api, suhu DHT22, dan sensor gas MQ-2 untuk mendapatkan data informasi jika ingin terjadinya kebakaran melalui internet dengan *website* secara langsung. Dan tidak hanya memberikan informasi, tetapi juga akan mengambil tindakan secara otomatis atau manual, seperti mengaktifkan alarm, pompa air dan *exhaust fan* saat dibutuhkan untuk mengurangi risiko kebakaran.

2. METODE PENELITIAN

Ini merupakan langkah-langkah sehingga mendapatkan ide rancangan untuk membuat penelitian sistem tersebut. Berikut gambar 1 alur rancangannya:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

- a. Identifikasi Masalah
Meneliti masalah terkait sistem keamanan dan pencegahan kebakaran, dengan fokus pada alat untuk mengurangi dampak kebakaran.
- b. Studi Literatur
Meninjau teori dan studi sebelumnya tentang alat pendeteksi kebakaran untuk pengembangan alat yang lebih baik.
- c. Analisa Kebutuhan dan Perancangan
Mengidentifikasi kebutuhan sistem dan merancang solusi berdasarkan analisis masalah yang telah dilakukan.
- d. Proses Perancangan
Menyiapkan alat dan coding yang diperlukan untuk sistem.
- e. Pengujian Sistem
Mengevaluasi kinerja sistem dari segi desain dan *platform web* untuk hasil optimal.
- f. Kesimpulan
Setelah pengujian, sistem terbukti efektif untuk mendeteksi potensi kebakaran, dengan perhatian pada koneksi internet dan perawatan sensor.

2.1 Data Penelitian

Penelitian ini akan merancang sebuah sistem pendeteksi kebakaran berbasis IoT dan *Wemos D1 R2*. Prinsip kerja sistem ini melibatkan mikrokontroler *Wemos D1 R2* yang menerima data dari berbagai sensor untuk mendeteksi kebakaran, kemudian mengirimkannya ke sebuah *website*. Di *website* tersebut, pengguna dapat melakukan perintah secara manual maupun otomatis untuk mencegah kebakaran. Berikut adalah sensor-sensor yang digunakan untuk menghasilkan data:

- a. Sensor Gas (MQ-2)
- b. Sensor Api (*Flame Sensor*)
- c. Sensor Suhu (DHT22)

Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut akan dianalisa lalu diberikan tanda situasi:

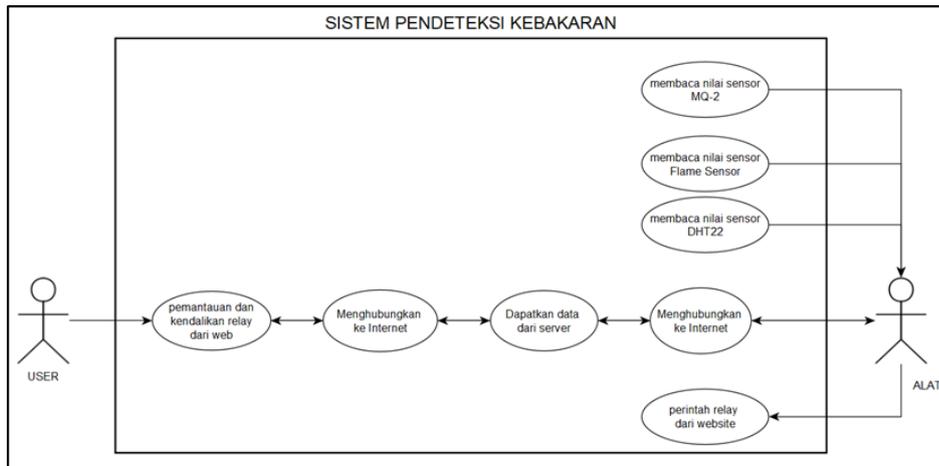
- a. Bahaya
- b. Terdeteksi Api
- c. Terdeteksi Gas
- d. Waspada
- e. Aman

Sensor *MQ-2* adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara, serta asap [3]. *Flame sensor* perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi api. Sensor ini memanfaatkan konverter inframerah sebagai bagian utama dari sistemnya [4]. Sensor *DHT22* merupakan sensor yang dapat mendeteksi atau mengukur suhu dan kelembaban. Untuk mengukur suhu udara dengan akurasi $\pm 0,5$ °C dan kapasitor kelembaban polimer untuk mengukur kelembaban udara dengan akurasi 2% hingga 5% RH [5]. Dan semua sensor tersebut digabungkan atau dihubungkan dengan alat mikrokontroler *Wemos D1 R2* dimana alat tersebut berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 [6].

Beberapa alat penunjang lainnya seperti *relay* yang digunakan sebagai saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan secara listrik [7]. *Mini Water Pump* merupakan pompa air listrik ini dioperasikan dengan cara dicelupkan ke dalam air [8]. *Exhaust fan* salah satu jenis kipas angin. Alat ini dapat berfungsi membantu sirkulasi udara di dalam ruangan agar tetap bersih dan segar [9]. *Buzzer* adalah komponen listrik yang menghasilkan suara dengan mengubah getaran listrik menjadi getaran mekanis [10]. Lalu ada LCD, LCD adalah jenis media tampilan atau display dari bahan cairan kristal sebagai penampilan utama [3].

2.2 Use Case Diagram

Tampilan hasil skema ini disederhanakan untuk membantu pengguna memahami informasi yang ditampilkan. *Diagram use case* memiliki dua tujuan utama: untuk menjelaskan fungsionalitas suatu sistem dan untuk menunjukkan bagaimana pengguna menggunakan sistem. *Use case* diagram aplikasi ini bisa dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Use Case Diagram

2.3 Analisa Kebutuhan

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari kebutuhan alat yang akan digunakan dalam sistem keamanan pendeteksi kebakaran berbasis IoT dengan Wemos D1 R2 agar penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Alat yang digunakan pada aplikasi ini dapat dilihat pada tabel 1

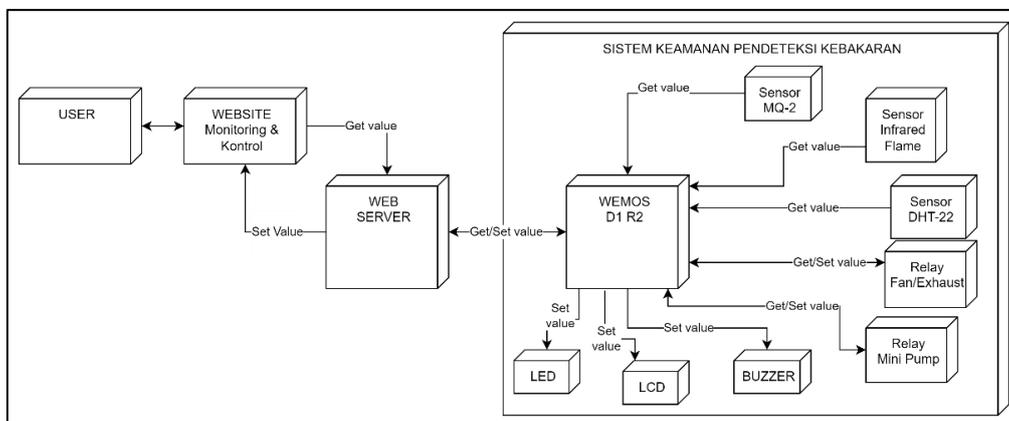
Tabel 1. Alat Yang Digunakan

Nama	Kegunaan
Sensor Gas (MQ-2)	Mampu dapat membaca gas
Sensor Api (Flame Sensor)	Mampu dapat mendeteksi api
Sensor Suhu (DHT22)	Mampu dapat membaca suhu dan kelembapan
WeMos D1 R2	Konfigurasi semua komponen yang akan digunakan agar dapat saling terhubung
Relay	Dapat menyambung dan memutuskan aliran listrik
Mini Water Pump	Dapat memompa air dan mengalirkan air ke titik yang sudah ditentukan
Exhaust fan	Dapat menarik udara dalam ruangan
Buzzer	Mengeluarkan suara alarm
LCD 16x2 I2C	Untuk menampilkan informasi atau teks

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deployment Diagram

Gambar 3 menunjukkan diagram yang diperluas yang memberikan visualisasi sistem tingkat tinggi. Diagram ini menunjukkan bagaimana elemen sistem didistribusikan ke seluruh node yang tersedia dan dengan jelas menggambarkan tata letak arsitektur sistem dalam lingkungan produksi.



Gambar 3. Deployment Diagram

3.2 Implementasi metode

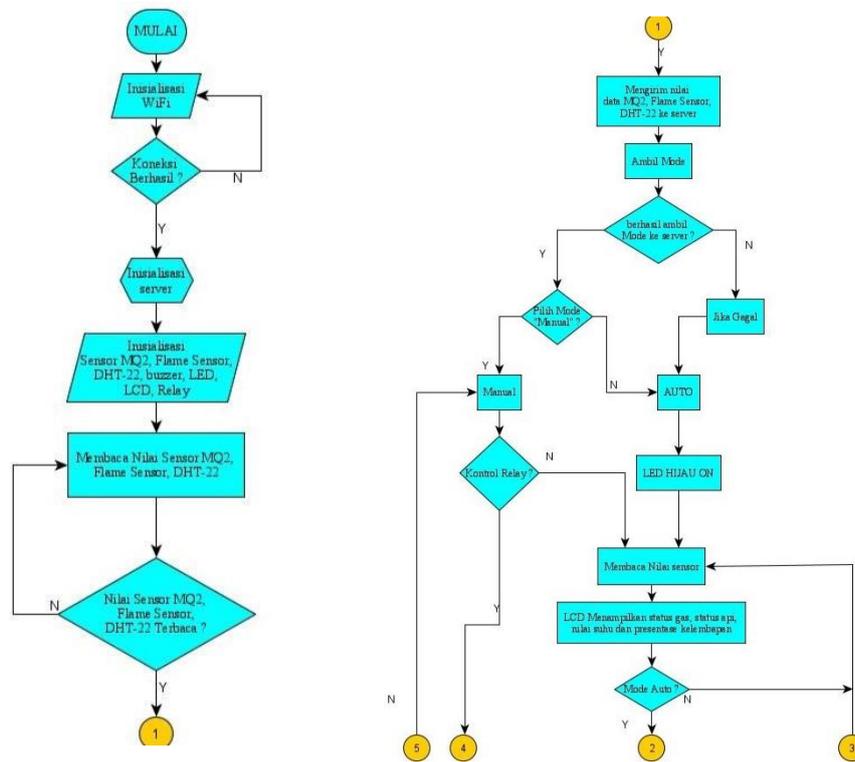
Membuat sistem keamanan untuk pendeteksi kebakaran berbasis IoT dengan *Wemos D1 R2* ini ada beberapa tahap untuk memastikan untuk memecahkan masalah yang dibutuhkan pengguna. Pengguna dapat melakukan memantau dan instruksi melalui website secara daring dan bisa diakses dengan komputer/laptop dan *mobile/smartphone*. Instruksi tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler yang ada pada *Wemos D1 R2*. Jika ada situasi kebakaran dan terdeteksi api maka akan mengirimkan kondisi di *website* tersebut bahwa tempat yang diletakan sensor tersebut terjadi kebakaran. Namun bukan hanya memantau kita juga bisa kontrol relay yang di sambungkan ke alat seperti *exhaust fan* dan *mini pump* dengan menggunakan mode manual

3.3 Flowchart

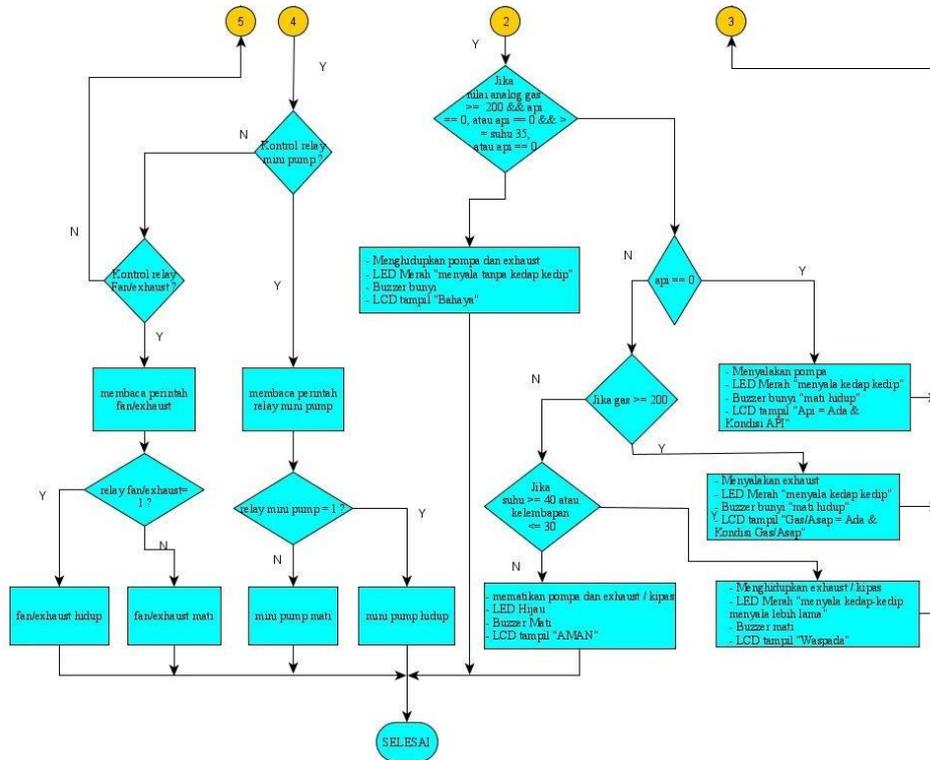
Flowchart adalah representasi grafis yang menunjukkan urutan langkah atau keputusan yang harus diambil ketika melakukan suatu proses dalam suatu program. Setiap langkah program secara visual diwakili oleh diagram, dihubungkan dengan garis atau panah yang menunjukkan urutan langkah-langkahnya. Panah menunjukkan urutan aktivitas dari awal hingga akhir. *Flowchart* dimaksudkan untuk membantu anda memahami proses yang berjalan pada sistem.

3.3.1 Flowchart Alat

Flowchart ini merupakan penjelasan suatu kerja alat secara keseluruhan mulai dari memeriksa jaringan, proses data dan hingga mengirim atau menerima data. *Flowchart* alat ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4. Flowchart Alat



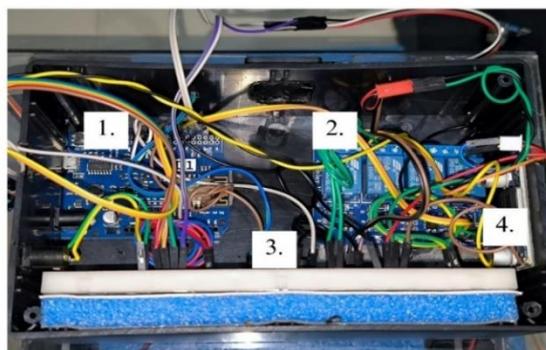
Gambar 2. Lanjutan Flowchart Alat

Dan pada gambar 5 ini merupakan akhir dari flowchart alat, semua kemungkinan akan berakhir di bagian Selesai paling bawah dari flowchart alat.

3.4 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat ini berfungsi sesuai dengan permasalahan yang terjadi seperti api, gas, suhu dan kelembapan.

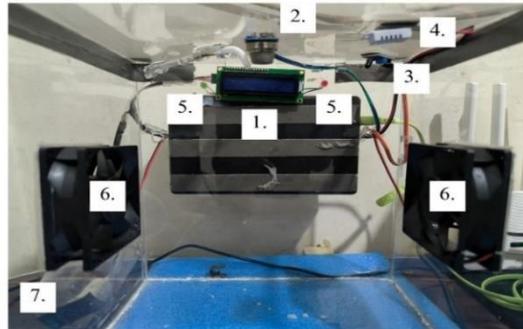
3.4.1 Tampilan Alat



Keterangan:
1. WEMOS D1 R2 3. BUZZER
2. RELAY 4. STEP UP XL6009

Gambar 3. Box Alat Pendeteksi

Alat ini dikemas dalam bentuk box ukuran 18,5 x 11,5 x 6,5cm seperti di gambar 6.



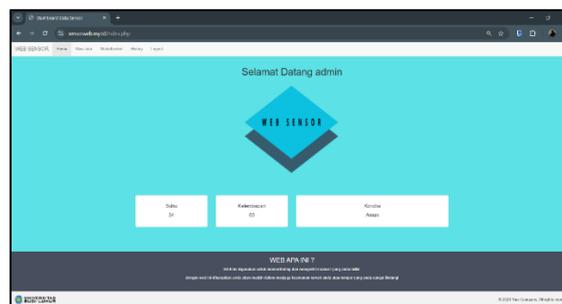
Keterangan:
1. LCD I2C 3. FLAME SENSOR 5. LED 7. MINI PUMP
2. MQ2 4. DHT22 6. EXHAUST FAN

Gambar 4. Alat Pendeteksi Pada Ruangan

Pada gambar 7 terlihat bahwa posisi alat-alat sensor yang diletakan pada ruangan 25x25x25 cm.

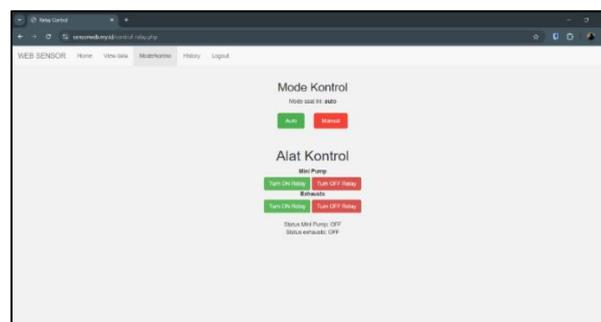
3.4.2 Tampilan Layar Website

- a. Tampilan halaman ini digunakan untuk menampilkan halaman utama yang berisi suhu, kelembapan dan kondisi tempat yang ditinggal. terdapat menu untuk berpindah ke halaman yang lain. Tampilan halaman utama bisa dilihat pada gambar 8.



Gambar 5. Tampilan Halaman Utama

- b. Tampilan halaman ini digunakan untuk menampilkan ruang untuk mengganti mode dan kontrol alat seperti *mini pump* dan *exhaust fan*. sistem menggunakan perintah *ON/OFF* dan juga menampilkan status mode yang sedang digunakan dan status alat untuk mengatasi kebakaran dan menjaga suhu ruangan. Tampilan halaman kontrol bisa dilihat pada gambar 9.



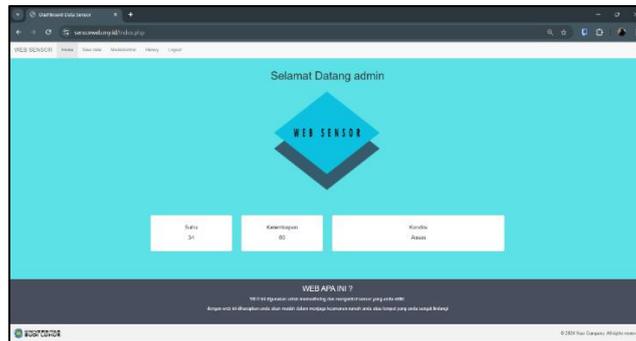
Gambar 6. Tampilan Halaman Utama

3.4.3 Kondisi Ruangan Aman

Pengujian pertama dalam kondisi ruangan kondisi aman, untuk memastikan terdapat *LCD* yang menampilkan tulisan kondisi aman dan pada *website* menampilkan kondisi aman. Gambar 10 menunjukkan tampilan *LCD* saat kondisi aman dan gambar 11 menampilkan tampilan *website* saat kondisi aman.



Gambar 7. LCD Kondisi Aman



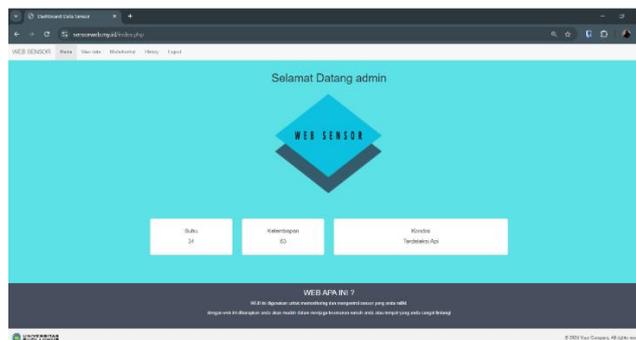
Gambar 8. Website Kondisi Aman

3.4.4 Kondisi Ruang Tidak Aman

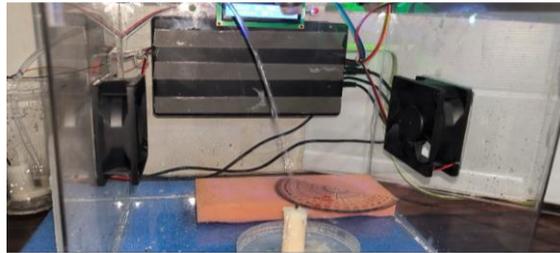
Dalam kasus ini apabila api terbaca oleh sensor *Flame Sensor* maka akan menandakan “kondisi Api” pada LCD dan pada website kondisi terdeteksi api. Dan pada titik lokasi akan mengeluarkan air yang dipompa oleh *mini pump*. Gambar 12 menunjukkan tampilan LCD saat terdeteksi api dan gambar 12 menunjukkan tampilan website saat terdeteksi api. Saat terdeteksi api, sistem akan menyalakan *mini pump* seperti pada gambar 13.



Gambar 9. LCD Kondisi Terdeteksi Api

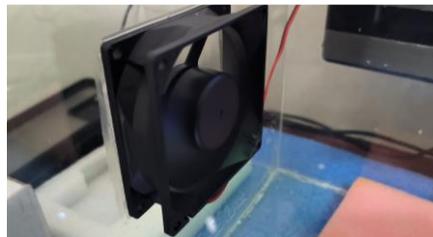


Gambar 10. Website Kondisi Terdeteksi Api



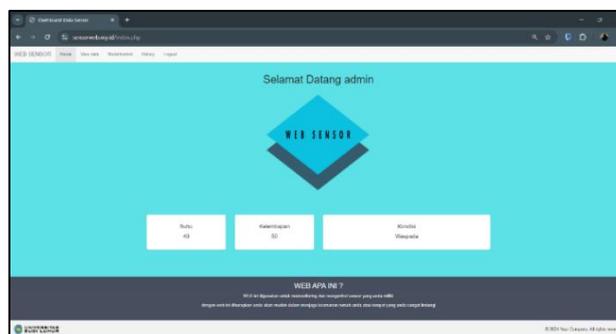
Gambar 11. Mini Pump Menyala

Jika kondisi terdeteksi gas oleh sensor *MQ-2* nilai analog melebihi dari 200 / menghasilkan nilai 200 a.u (*arbitrary unit*) standar ini saya gunakan berasal dari jurnal [11], maka akan menampilkan “Kondisi Gas” pada *LCD*, lalu pada *website* menampilkan kondisi “Terdeteksi Gas”, *buzzer* berbunyi dan *exhaust fan* pun menyala. Saat terdeteksi gas, sistem akan menyalakan exhaust seperti pada gambar 15.



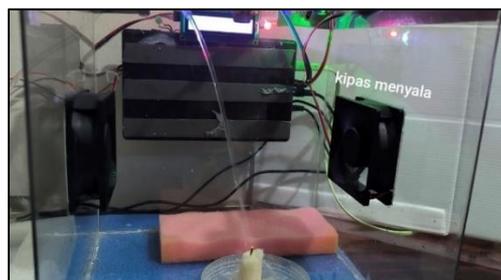
Gambar 12. Exhaust Menyala Jika Terdeteksi Gas

Jika kondisi waspada terjadi suhu pada ruangan di atas 40 derajat celsius atau kelembapan di bawah 30%. Mengikuti jurnal [12] menggunakan standar ruangan di atas 40 derajat celsius maka suhu ruangan tidak normal. Maka di *LCD* akan menampilkan “Kondisi Waspada”, lalu pada *website* menampilkan kondisi “Waspada” seperti gambar 16, lalu *buzzer* berbunyi dan *exhaust fan* pun menyala seperti pada gambar 17.



Gambar 13. Website Kondisi Waspada

Jika kondisi terdeteksi api dan suhu ruangan diatas 40 derajat celcius maka akan dikategorikan kondisi bahaya dan pada *LCD* akan menampilkan “Kondisi Bahaya”, *website* menampilkan kondisi bahaya, *buzzer* berbunyi lalu *mini pump* dan exhaust akan menyala.



Gambar 14. Kondisi Ruangan Dalam Bahaya

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dari saat pembuatan dan pengujian alat tersebut dapat saya berikan kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem ini menggunakan *Wemos D1 R2* sebagai mikrokontroler utama yang dilengkapi dengan modul jaringan *WiFi* untuk mengintegrasikan 3 sensor yang mengukur gas, api, suhu, dan kelembapan menjadi satu alat.
- Sistem dibangun dengan dua mode operasi utama, yaitu mode auto dan manual, yang masing-masing dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik dalam deteksi dan pengendalian kebakaran.
- Dengan adanya antarmuka berbasis *website*, sistem dapat diakses secara daring untuk pemantauan dan kontrol, termasuk pengaturan dan pengontrolan perangkat seperti *exhaust fan* dan *mini pump* untuk merespons kondisi kebakaran secara otomatis.
- Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan situasi kondisi yang telah ditentukan. Jika ada api maka alat akan memberikan informasi ke website melalui server dengan mengubah status kondisi di website menjadi Terdeteksi Api, sedangkan di alat itu sendiri menampilkan LCD Kondisi API, Lampu LED merah berkedip dan *buzzer* berbunyi. Dan kondisi-kondisi lainnya juga bekerja sesuai dengan perintah-perintah yang telah ditentukan oleh peneliti ke mikrokontroler.
- Dengan sistem ini diharapkan akan bermanfaat dimasyarakat untuk dapat mendeteksi dini terjadinya kebakaran.

Saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Sebaiknya pada penelitian selanjutnya sensor api yaitu *flame sensor* perlu ditambahkan di setiap sudut ruangan, agar dapat mendeteksi di segala posisi api itu berasal.
- Menggunakan nilai analog untuk mendeteksi apakah api tersebut kecil, sedang, atau besar.
- Dan perlu diimplementasikan ke aplikasi *mobile* agar dapat memberikan notifikasi yang lebih mudah lihat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Kusumo and T. Ardiansyah, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Esp32," *J. Elektro*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [2] H. Isyanto, D. Almanda, and H. Fahmiansyah, "Perancangan IoT Deteksi Dini Kebakaran dengan Notifikasi Panggilan Telepon dan Share Location," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 1–16, 2021, doi: 10.25105/jetri.v18i1.7089.
- [3] R. Inggil and J. Pangala, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino," *Simkom*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2021, doi: 10.51717/simkom.v6i1.51.
- [4] J. Mulyono, Djuniadi, and Esa Apriaskar, "Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 16–25, 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i1.305.
- [5] D. Suprihanto, H. Nugroho, A. E. Burhandenny, A. Harjanto, and M. Akbar, "Prototype of the Internet of Things-Based Swallow Building Monitoring and Security System," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 131–141, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.1.858.
- [6] E. YANA, "Desain Pengukur Parameter Lingkungan Berbasis Iot (Internet of Things) Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 R2 Untuk Gudang Penyimpanan Pabrik Gula," 2022.
- [7] M. Arif, "RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN HIAS TERPROGRAM," Universitas Semarang, 2023.
- [8] S. Ratna, "Air Mancur Otomatis Dengan Musik Berbasis Arduino," *Technol. J. Ilm.*, vol. 10, no. 4, p. 179, 2019, doi: 10.31602/tji.v10i4.2359.
- [9] M. Gunawan, R. Sitepu, and A. Gunadhi, "Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis Berkonsep Smarthouse," *Widya Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–7, 2022, doi: 10.33508/wt.v21i1.3892.
- [10] R. Kurniawan, A. D. Santoso, and U. Widyarningsih, "Rancang Bangun Sistem Controlling Rpm Pada Main Engine Berbasis Arduino Uno Guna Mencegah Terjadinya Overspeed," vol. 2, no. 3, pp. 20–33, 2024.
- [11] N. Hidayat, S. Hidayat, N. A. Pramono, and U. Nadirah, "Sistem Deteksi Kebocoran Gas Sederhana Berbasis Arduino Uno," *Rekayasa*, vol. 13, no. 2, pp. 181–186, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i2.6737.
- [12] S. Suhartini, M. Peslinof, and M. F. Afrianto, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Berbasis Internet of Things (IoT)," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 7, no. 3, p. 329, 2023, doi: 10.30998/string.v7i3.15493.