

IoT Integrated Electric Vehicle Fire Detection System: Case Study of IMEI TEAM UMSIDA

Sistem Pendeteksi Kebakaran Mobil Listrik Terintegrasi IoT : Studi Kasus IMEI TEAM UMSIDA

Muhamad Husaini¹⁾, Indah Sulistiyowati^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: indah_sulistiyowati@umsida.ac.id

Abstract. In the modern era, electric vehicle technology is rapidly developing and emerging as a more environmentally friendly option than fossil fuel vehicles. Despite its many advantages, electric vehicles face safety concerns, especially fire hazards caused by problems with the battery, electrical system, or human error. Fires in electric cars can occur due to problems with the lithium-ion battery, accidents, or improper maintenance. Although rare, this risk needs to be considered by following maintenance and safety guidelines. Fire detection systems in electric cars are designed to detect and respond to potential fires, provide early warning, and take preventive or emergency action. The system uses NodeMCU esp8266 as the microcontroller, which is connected with a smartphone via WiFi. Data from the MQ2 sensor and the fire sensor are sent and recorded on the IoT platform on the smartphone. This tool is able to detect fires in real-time, but unstable internet or WiFi quality can affect data transmission. Thus, this system is expected to increase safety and reduce the risk of fire in electric vehicles, so that people feel safer and more confident in using this environmentally friendly technology.

Keywords - Electric Vehicle, Fire Detector, Monitoring

Abstrak. Dalam era modern, teknologi kendaraan listrik berkembang pesat dan muncul sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil. Meskipun memiliki banyak keuntungan, kendaraan listrik menghadapi masalah keamanan, terutama bahaya kebakaran yang disebabkan oleh masalah pada baterai, sistem kelistrikan, atau kesalahan manusia. Kebakaran pada mobil listrik bisa terjadi akibat masalah pada baterai lithium-ion, kecelakaan, atau perawatan yang salah. Meskipun jarang, risiko ini perlu diperhatikan dengan mengikuti pedoman perawatan dan keamanan. Sistem pendeteksi kebakaran pada mobil listrik dirancang untuk mendeteksi dan merespons potensi kebakaran, memberikan peringatan dini, dan mengambil tindakan pencegahan atau darurat. Sistem ini menggunakan NodeMCU esp8266 sebagai mikrokontroler, yang terhubung dengan smartphone melalui WiFi. Data dari sensor MQ2 dan sensor api dikirim dan direkam pada platform IoT di smartphone. Alat ini mampu mendeteksi kebakaran secara real-time, namun kualitas internet atau WiFi yang tidak stabil dapat mempengaruhi pengiriman data. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko kebakaran pada kendaraan listrik, sehingga masyarakat merasa lebih aman dan percaya diri dalam menggunakan teknologi ramah lingkungan ini.

Kata Kunci - Mobil Listrik, Pendeteksi Kebakaran, Monitoring

I. PENDAHULUAN

Dalam era modern, teknologi kendaraan listrik berkembang dengan cepat[1]. Jika dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil, kendaraan listrik (EV) muncul sebagai pilihan yang lebih ramah lingkungan[2]. Meskipun kendaraan listrik memiliki banyak keuntungan, masih ada masalah keamanan[3]. Salah satu masalah tersebut adalah bahaya kebakaran yang dapat terjadi karena berbagai hal, seperti masalah pada baterai, sistem kelistrikan, atau bahkan tindakan manusia yang tidak benar[4].

Kebakaran pada mobil listrik adalah insiden di mana kendaraan dengan tenaga listrik mengalami kebakaran[5]. Kejadian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk masalah pada baterai lithium-ion yang digunakan, kecelakaan lalu lintas yang merusak sistem listrik, atau perawatan yang salah[6]. Baterai yang overheat atau mengalami kegagalan internal bisa menjadi penyebab utama[7]. Meskipun kebakaran pada mobil listrik relatif jarang terjadi, risikonya perlu diperhatikan, dan produsen serta pemilik mobil listrik harus mematuhi pedoman perawatan dan keamanan yang ditetapkan untuk meminimalkan potensi risiko ini dan memberikan respons yang cepat jika terjadi kebakaran[8].

Sistem pendeteksi kebakaran pada mobil listrik adalah teknologi yang dirancang untuk mendeteksi dan

merespons potensi kebakaran pada kendaraan listrik[9]. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk memberikan peringatan dini kepada pengemudi, serta untuk mengambil tindakan pencegahan atau tindakan darurat jika diperlukan[10].

Sistem pendeteksi kebakaran ini dirancang untuk meningkatkan keselamatan pengemudi mobil listrik, perancangan alat ini menggunakan NodeMCU esp8266 yang berfungsi sebagai mikrokontroler menggunakan smartphone melalui wifi, data pembacaan yang berasal dari sensor MQ2 dan sensor api lalu dikirim serta direkam pada platform IoT di smartphone[11].

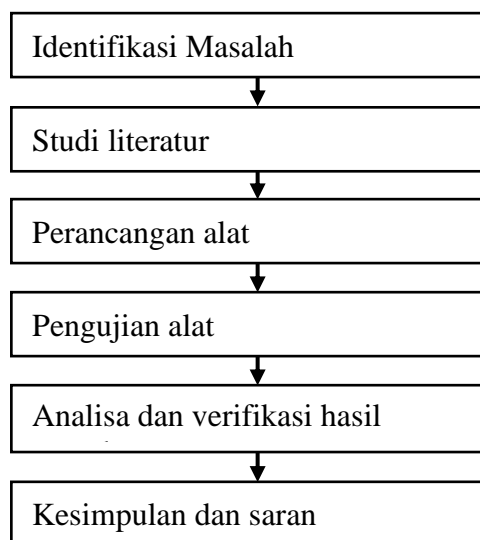
Alat ini mampu mendeteksi adanya kebakaran pada mobil listrik secara realtime, perancangan alat monitoring ini menggunakan NodeMcu esp8266 yang berfungsi sebagai pengendali dalam sistem pengontrolan perangkat keras maupun ke platform IoT[12]. Kecepatan internet atau WiFi yang kurang baik dan tidak stabil sangat mempengaruhi proses pengiriman data dari sensor ke platform IoT tersebut[13].

Dengan demikian, sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik yang dikembangkan dengan menggunakan modul Sensor MQ2 dan Sensor Api diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko kebakaran pada kendaraan listrik, sehingga masyarakat merasa lebih aman dan percaya diri dalam mengadopsi teknologi yang ramah lingkungan ini[14]. Sensor MQ-2 merupakan sensor yang dapat mendeteksi beberapa jenis gas yang mudah terbakar seperti butana, metana, LPG, propana, alkohol, hidrogen dan dapat mendeteksi PPM asap karbon [15].

II. METODE

2.1 Langkah Penelitian

Untuk mencapai hasil yang maksimal dalam penelitian penulis membuat flowchart atau alur penelitian yang digunakan sebagai pedoman atau panduan langkah-langkah dalam penelitian ini. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah Penelitian

1. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan pada saat kompetisi Shell Eco Marathon (SEM) dan Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) berangsur untuk menyesuaikan permasalahan serta kebutuhan tim. Dari hasil analisa pada saat kompetisi didapatkan pokok-pokok permasalahan untuk diselesaikan melalui alat yang akan dibuat.

2. Studi Literatur

Untuk mencapai hasil penelitian yang optimal, referensi dari berbagai sumber sangat bermanfaat dalam mendukung penulisan tugas akhir. Dengan mengkaji beberapa jurnal ilmiah, buku, makalah, dan literatur terkait lainnya yang berkaitan dengan perancangan alat dapat memperoleh pemahaman dalam mengidentifikasi masalah serta menemukan solusi untuk penelitian ini[16].

3. Perancangan Alat

Sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik terintegrasi IoT dirancang dengan menggabungkan beberapa komponen elektronika yang terhubung dengan smartphone melalui jaringan internet untuk mengetahui konsumsi energi mobil yang dikeluarkan secara real time dan dapat diakses dari jarak jauh[17].

4. Pengujian Alat

Pengujian alat meliputi pengecekan keseluruhan komponen elektronika yang digunakan mulai dari pembacaan sensor, akurasi pembacaan, pengiriman data serta tampilan hasil pembacaan pada smartphone[18].

5. Analisa dan Verifikasi

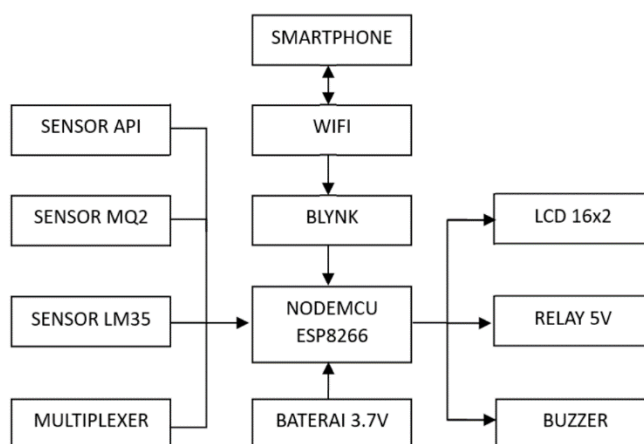
Dalam hal ini dilakukan pengumpulan serta analisa data yang dihasilkan. Analisa digunakan sebagai acuan saat melakukan proses evaluasi dari hasil alat yang dibuat[19].

6. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil percobaan, pengumpulan dan pengolahan data, serta pengujian alat, dapat diambil kesimpulan agar kedepannya pembaca dapat memperbaiki alat yang telah dibuat dengan meninjau kembali saran yang diberikan[20].

2.2 Diagram Blok

Untuk memudahkan desain alat dan perancangan alat, dibuatlah diagram blok dari seluruh sistem secara keseluruhan. Berikut merupakan diagram blok Sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik terintegrasi IoT : studi kasus IMEI TEAM UMSIDA dijabarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok

Gambar 2. diagram blok, penjelasan setiap blok sebagai berikut:

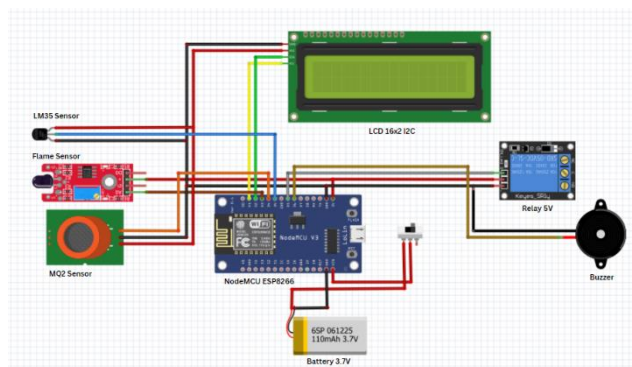
1. Sensor Api adalah jenis detektor yang digunakan untuk mendeteksi dan bereaksi terhadap keberadaan api atau nyala api. Ini adalah komponen keamanan tungku yang memantau dan memverifikasi apakah ada api yang menyala di dalam unit. Sensor ini berupa batang yang menjulur di depan pembakar tungku dan merasakan panjang gelombang sumber cahaya. Jika sensor tidak mendeteksi nyala api, maka tungku akan dimatikan untuk menghindari kebocoran gas. Sensor Api dimanfaatkan sebagai pembacaan adanya api pada ruang control mobil.
2. Sensor gas MQ2 adalah sensor elektronik yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas di udara. Sensor ini dapat mendeteksi gas seperti LPG, propana, metana, hidrogen, alkohol, asap, dan karbon monoksida. Sensor gas MQ2 juga dikenal sebagai chemiresistor. Ini berisi bahan penginderaan yang resistansinya berubah ketika bersentuhan dengan gas. Sensor MQ2 dimanfaatkan sebagai pembacaan adanya asap pada ruang control mobil.
3. Sensor LM35 adalah sensor suhu sirkuit terintegrasi presisi yang memberikan tegangan output yang sebanding dengan suhu dalam kisaran -55°C hingga 150°C . Sensor ini umumnya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu dengan akurasi tinggi, seperti di industri dan bangunan komersial.

Diproduksi oleh Texas Instruments, LM35 adalah sensor berdaya rendah dan berbiaya rendah yang cocok untuk berbagai kondisi lingkungan. Sensor LM35 dimanfaatkan sebagai pembacaan kenaikan suhu pada ruang control mobil.

4. Multiplexer ADS1115 adalah sebuah modul ADC atau Analog to Digital Converter 16 bit sehingga memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan port analog dari NodeMCU yang hanya mempunyai resolusi 12 bit. Multiplexer ADS1115 dimanfaatkan sebagai pengkonversi inputan dari analog ke digital.
5. Smartphone digunakan sebagai perangkat yang bertugas untuk monitoring jarak jauh.
6. Wifi berfungsi sebagai media yang menghubungkan smartphone dengan mikrokontrol NodeMCU ESP8266.
7. Blynk merupakan sebuah platform perangkat lunak Internet Of Things (IoT) yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras berbasis IoT dengan sebuah platform IoT. Aplikasi Blynk dimanfaatkan sebagai perangkat komunikasi berbasis IoT yang mampu melakukan monitor perangkat keras dari jarak jauh.
8. Node MCU ESP8266 merupakan sebuah komponen elektronika berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler serta konektivitas internet (WiFi). Chip ESP8266 dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman Lua, serta didukung oleh berbagai IDE (Integrated Development Environment) seperti arduino IDE dan NodeMCU firmware. Penelitian ini memanfaatkan nodeMCU sebagai perangkat untuk melakukan pembacaan data.
9. LCD 16x2 adalah perangkat layar yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan 32 karakter dalam 2 baris dan 16 kolom. Setiap karakter terbuat dari titik-titik 5x8 piksel. LCD 16x2 dapat dihubungkan ke perangkat CMOS/TTL dan menampilkan digit apa pun dari kode ASCII. LCD 16x2 dimanfaatkan sebagai monitoring jarak dekat.
10. Baterai lithium ion 3.7V digunakan sebagai power utama dalam perangkat keras yang menyediakan daya listrik untuk memenuhi daya pada setiap komponen.
11. Relay 5v adalah saklar elektromekanikal yang digunakan untuk membuka dan menutup rangkaian listrik serta menstimulasi listrik kecil menjadi arus yang lebih besar. Relay 5v dimanfaatkan sebagai pemutus tegangan baterai mobil pada saat ada asap/api/panas terdeteksi.
12. Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi.

2.3 Perancangan Alat

Perancangan alat sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik terintegrasi IoT menggunakan aplikasi blynk berbasis ESP8266 sebagai perangkat komunikasi yang terintegrasi IoT dengan baterai lithium ion 3,7V sebagai sumber utama. Mikrokontrol nodeMCU ESP8266 bertugas sebagai pengendali utama yang akan melakukan proses pengolahan dan pengiriman data menuju platform IoT. Sistem ini memanfaatkan teknologi berbasis komunikasi IoT untuk mendapatkan informasi mengenai adanya api, asap, dan kenaikan suhu pada mobil listrik secara real time dan dapat diakses dari jarak jauh. Secara keseluruhan rangkaian sistem ditunjukkan pada gambar 4.

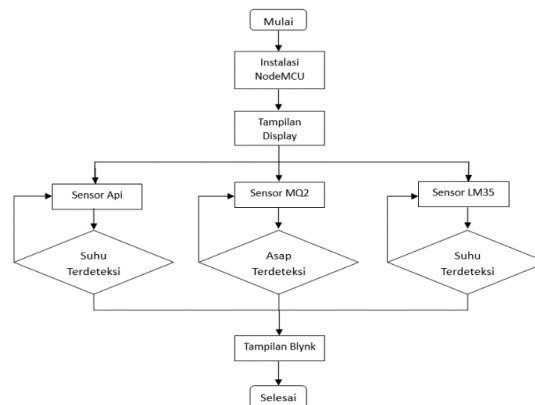


Gambar 4. Skema Rangkaian

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Proses perancangan perangkat lunak sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik terintegrasi IoT menggunakan perangkat lunak arduino IDE untuk membuat sketch pemrograman. Pemrograman dilakukan untuk menghubungkan antara mikrokontrol dengan perangkat keras lainnya seperti sensor api, sensor mq2, sensor lm35

dan lcd 16x2. Proses diagram alir dari sistem kerja perangkat lunak yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Flow Chart

Dari gambar 5. dapat dijelaskan sistem kerja perangkat lunak sebagai berikut :

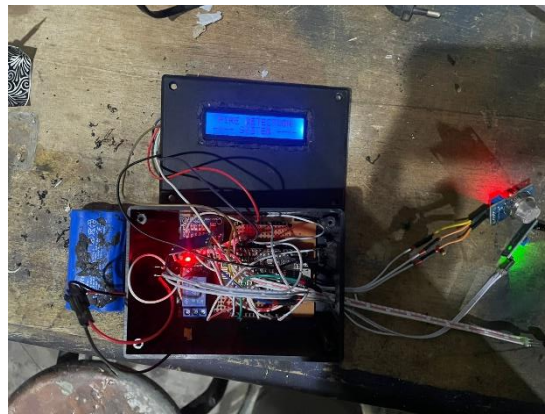
Proses pertama adalah memulai mikrokontrol nodeMCU untuk memastikan alamat mikrokontrol telah sesuai. Setelah tahap ini selesai, setiap sensor akan mendeteksi kondisi dari setiap perangkat yang dideteksi. Mikrokontrol akan mengubah data yang dikumpulkan dari setiap sensor menjadi set parameter yang dibutuhkan. Mikrokontrol akan memproses data dan menunjukkannya pada platform IoT yang di tampilkan pada smartphone dan lcd 16x2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Seluruh komponen perangkat keras yang dirancang dalam sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik terintegrasi IoT menggunakan aplikasi Blynk berbasis ESP8266 sebagai perangkat komunikasi berbasis IoT[21]. Sistem perangkat keras terdiri dari mikrokontroler ESP8266, sensor api sebagai pendeteksi api, sensor mq2 sebagai pendeteksi asap, sensor lm35 sebagai pendeteksi suhu, relay sebagai pemutus tegangan baterai, buzzer sebagai indikator pada saat ada api/asap/intensitas cahaya terdeteksi, dan lcd 16x2 sebagai tampilan layar pada perangkat keras.

Alur kerja sistem dalam mendeteksi kebakaran adalah ketika ketiga sensor melakukan pengukuran kondisi pada ruangan. Variabel yang menjadi indikasi kebakaran adalah suhu diatas 450 C, kandungan asap diatas 100 sps dan munculnya api pada ruangan yang ditandai dengan besarnya intensitas cahaya yang terdeteksi diruangan. Apabila tiga sensor ini mendeteksi adanya indikasi kebakaran tersebut, maka akan diproses oleh arduino menjadi sebuah peringatan kebakaran, sehingga indikator peringatan akan menyala. Peringatan berupa bunyi buzzer dan nyalanya pompa air yang bertujuan untuk melakukan pemadaman api. Prototipe peringatatan pun akan mengirim peringatan ke smartphone. Smartphone dapat melakukan monitoring dari jarak jauh melalui jaringan internet menggunakan komunikasi serial menggunakan modul Nodemcu ESP8266. Hasil dari perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Perangkat keras

B. Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem menggunakan aplikasi blynk pada smartphone yang terhubung dengan sistem perangkat keras pada mobil listrik melalui perantara jaringan internet. Adapun beberapa parameter yang ditampilkan pada layar aplikasi blynk yaitu, nilai intensitas cahaya (lux), nilai kandungan asap, dan nilai suhu (celcius). Pada tampilan aplikasi blynk memanfaatkan fitur grafik untuk melihat besar perubahan energi yang dihasilkan sehingga memudahkan untuk dilakukannya analisa lebih lanjut terkait strategi yang akan digunakan, serta ikon relay (merah) dan buzzer (orange) yang akan menyala saat nilai dari sensor api/asap/suhu naik. Tampilan aplikasi blynk yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Blynk

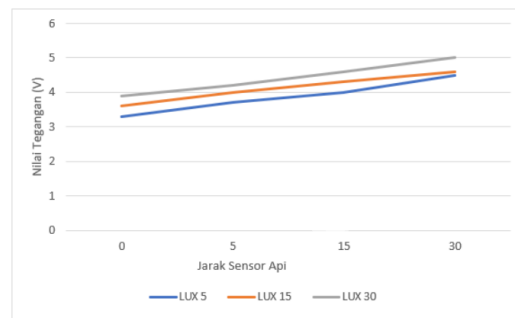
C. Hasil Pengujian Sensor Api

Pengujian Sensor Api



Gambar 8 Pengujian Sensor Api

Pengujian sensor api pada bagian ini dilakukan dengan media kertas pada jarak 5 cm, 15 cm, dan 30 cm. Pengujian sensor api dilakukan seperti pada Gambar 8. Intensitas cahaya ruangan pada pengujian sensor api adalah 5 Lux, 15 Lux dan 30 Lux. Setelah nilai intensitas cahaya didapatkan maka dilakukan pengujian pada sensor api. Dimana hasil dari pengujian sensor api ditunjukkan pada Gambar 9 berikut ini:



Gambar 9 Grafik Perbandingan pengujian Sensor Api

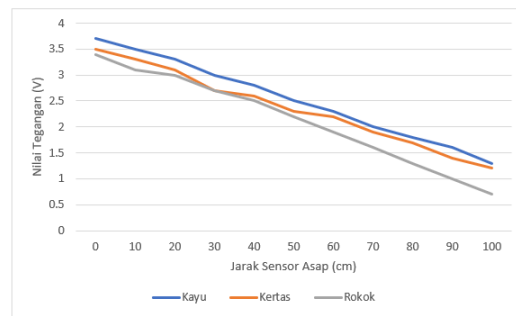
Berdasarkan grafik pada Gambar 9 diketahui nilai pembacaan sensor api dipengaruhi oleh jarak dan intensitas cahaya. Semakin bertambah jarak semakin berkurang pembacaan sensor, berlaku untuk tipe sensor dengan rentang pembacaan 0 – 1023, sedangkan untuk tipe sensor dengan rentang 1023 – 0 akan terbalik. Pada intensitas cahaya 5 Lux, sensor memiliki titik pembacaan maksimal yaitu pada jarak 5 cm. Untuk intensitas cahaya 15 Lux sensor memiliki titik pembacaan maksimal yaitu pada jarak 15 cm dan intensitas cahaya 30 Lux memiliki titik pembacaan maksimal yaitu pada jarak 30 cm. Dapat disimpulkan bahwa sensor dapat membaca keberadaan api dengan baik. Pembacaan sensor api dipengaruhi jarak dan intensitas cahaya.

D. Hasil Pengujian Sensor Asap



Gambar 10 Pengujian sensor asap

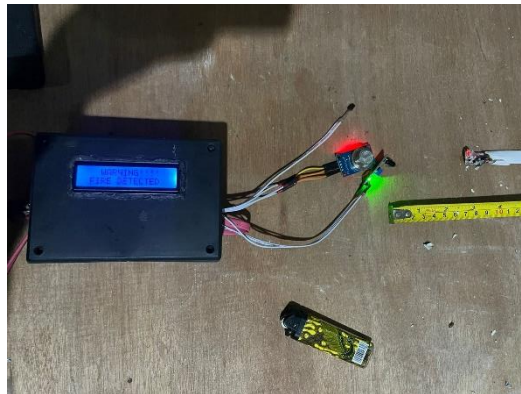
Pengujian sensor asap pada bagian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis bahan yaitu kayu, kertas dan rokok. Sensor asap yang digunakan bekerja dengan mendeteksi jumlah gas CO yang ada di ruangan. Beberapa jenis bahan ini dibakar terlebih dahulu untuk menghasilkan asap hasil pembakaran. Ketika asap sudah dihasilkan maka langkah selanjutnya meletakkan asap dibawah sensor asap lalu dilakukan pengujian terhadap pembacaan sensor asap. Hasil dari pengujian sensor asap ditunjukkan pada Gambar 11 berikut ini:



Gambar 11 Grafik Perbandingan pengujian Sensor Asap dengan menggunakan kayu, kertas, dan rokok

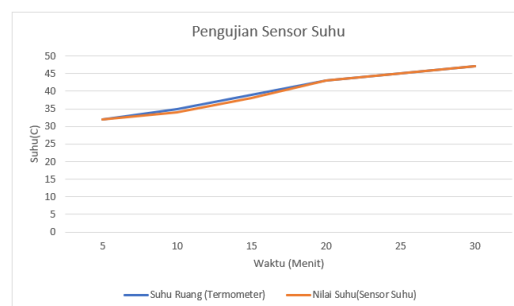
Berdasarkan pada Gambar 11 diatas nilai pembacaan sensor asap dipengaruhi oleh jenis bahan dengan kepekatan asap yang dihasilkan. Sensor asap MQ2 ini digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Jumlah gas karbon monoksida yang dihasilkan oleh pembakaran ketiga bahan ini berbeda berdasarkan komposisi lignin dan selulosa. Komposisi kimia berupa lignin dan selulosa mempengaruhi kandungan unsur karbon. Dalam penelitian ini, bahan kayu memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi sehingga gas CO yang dihasilkan juga paling tinggi. Kertas merupakan produk turunan dari kayu sehingga masih mengandung selulosa namun dalam jumlah yang lebih sedikit. rokok terbuat dari tembakau yang sebagian besar mengandung serat selulosa saja. Oleh sebab itu kadar gas CO yang dihasilkan dari pembakarannya paling sedikit. Dengan demikian sensor dapat bekerja dengan baik dibuktikan dengan pembacaan gas CO tertinggi pada bahan kayu. Hasil pengukuran gas CO juga dipengaruhi oleh jarak karena ada beberapa faktor yaitu semakin jauh jarak jangkauan sensor terhadap titik penghasil asap maka asap akan melebar ke setiap arah pada ruangan tertentu

E. Hasil Pengujian Sensor Suhu



Gambar 12 Pengujian sensor suhu

Pengujian sensor suhu pada bagian ini dilakukan dengan menempatkan posisi sensor dibagian atas ruangan untuk memperoleh nilai pembacaan yang akurat seperti terlihat pada Gambar 12. Pengukuran sensor suhu dilakukan dalam rentang interval lima menit sekali. Dimana hasil dari pengujian sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 13 dan Tabel 1 berikut ini:



Gambar 13 Grafik Pengujian Sensor Suhu

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Suhu

No	Time (Minutes)	Room Temperature (C)	ADC value	Rated Voltage (V)	Temperature Value (C)
1	5	32	35	0.32V	32
2	10	35	40	0.34V	34
3	15	39	45	0.38V	38
4	20	43	51	0.43V	43
5	25	45	56	0.45V	45
6	30	47	61	0.47V	47

Berdasarkan pada Gambar 13, diketahui nilai pembacaan sensor suhu sudah sesuai dengan suhu ruang aktual. Nilai ADC meningkat seiring dengan peningkatan suhu ruang. Sensor suhu bekerja dengan baik dan dapat mendeteksi suhu sesuai dengan suhu aktual ruang.

F. Pengujian Sensor Ketika Tidak Terjadi Kebakaran



Gambar 14 Pengujian sensor ketika tidak terjadi kebakaran

Pengujian sensor api, sensor suhu, dan sensor asap pada bagian ini dilakukan secara bersamaan dengan setting range sesuai dengan kondisi ruangan. kemudian dilakukan pengukuran ketika tidak ada indikasi kebakaran pada ruangan, indikator kondisi pada aplikasi akan menunjukkan AMAN. Pengukuran ini dilakukan dengan 5 kali pengulangan. Dimana hasil dari pengujian tiga sensor ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil pengukuran sensor ketika tidak terjadi kebakaran

NO.	Flame Sensor		Smoke Sensor		Temperature Sensor		Results
	ADC value	Rated Voltage (V)	ADC value	Rated Voltage (V)	Temperature Value(Cel)	Rated Voltage (V)	
1	57	5V	38	0.08V	27°	0.27V	Fire < 1000 Smoke > 50 Temperature > 45° Indicator SAFE
2	50	4.99V	38	0.08V	27°	0.27V	SAFE Indicator
3	56	5V	53	0.18V	27°	0.27V	Indicator SAFE
4	46	4.53V	47	0.14V	36°	0.41V	Indicator SAFE
5	45	4.46V	50	0.16V	38°	0.42V	Indicator SAFE

Variabel yang digunakan sebagai batasan dalam penentuan indikasi aman adalah suhu dibawah 40C, asap dibawah 350 sps dan sensor api menunjukkan nilai ADC dibawah nilai 100. Dari pengujian pada 5 kali ulang dan kondisi yang berbeda, respon sistem menunjukkan indikator aman. Presentase keberhasilan pada sensor ketika kondisi tidak terjadi kebakaran pada ruangan dapat diambil kesimpulan bahwa tingkat keberhasilan mencapai 100%.

G. Pengujian Sensor Ketika Terjadi Kebakaran



Gambar 15 Pengujian sensor ketika terjadi kebakaran

Pengujian sensor api, sensor suhu, sensor asap pada bagian ini dilakukan secara bersamaan dengan setting range sesuai dengan kondisi ruangan kemudian dilakukan pengukuran ketika ada indikasi kebakaran pada ruangan. Indikator kondisi pada aplikasi akan menunjukkan bahaya(WARNING) jika sensor mendeteksi suhu diatas 40C, kondisi asap melebihi 350 sps, dan sensor api menunjukkan nilai ADC diatas 100. pengukuran ini dilakukan dengan 5 kali ulangan. Dimana hasil dari pengujian tiga sensor ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengukuran sensor ketika terjadi kebakaran

NO.	Flame Sensor		Smoke Sensor		Temperature Sensor		Results
	ADC value	Rated Voltage (V)	ADC value	Rated Voltage (V)	Temperature Value(Cel)	Rated Voltage (V)	
1	107	3.01V	352	1.51V	45°	0.45V	Indicator WARNING
2	105	3V	355	1.54V	47°	0.47V	WARNING indicator
3	108	3.02V	353	1.52V	47°	0.47V	WARNING indicator
4	111	3.04V	356	1.54V	50°	0.50V	Indicator WARNING
5	115	3.06V	360	1.57V	54°	0.54V	Indicator WARNING

Ketika terjadi kebakaran dengan indikasi suhu diatas 40C, asap diatas 350 sps dan sensor api menunjukkan nilai ADC lebih dari nilai 100 maka sistem akan memberikan indikator bahaya. Dari 5 kali pengujian, sistem berhasil menunjukkan indikator bahaya. Dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan dalam mendeteksi kebakaran mencapai 100%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis, dapat disimpulkan bahwa Sistem pendeteksi kebakaran mobil listrik terintegrasi IoT yang menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan sensor api, sensor asap, dan sensor suhu sebagai input telah sesuai dengan rencana dan berfungsi dengan baik. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi menjadi satu sistem kontrol pendeteksi kebakaran. Sistem yang dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan input dari sensor api, sensor asap, dan sensor suhu untuk mendeteksi indikasi kebakaran dapat memproses informasi tentang kebakaran dan mengirimkan informasi tersebut melalui Lcd dan notifikasi aplikasi melalui jaringan internet. Perangkat lunak untuk sistem kontrol pendeteksi kebakaran berbasis IoT dibuat menggunakan software Blynk untuk mendukung pemantauan jarak jauh melalui smartphone. Kecepatan pengiriman data sangat tergantung pada kecepatan jaringan internet.

Saran

Dalam penelitian ini, digunakan mikrokontroler nodeMCU ESP8266, dan berbagai jenis sensor yang digunakan harus dikalibrasi sesuai dengan standar pengukuran instrumen. Karena penelitian ini menggunakan jaringan internet sebagai perangkat komunikasi berbasis Internet of Things (IoT), maka kestabilan jaringan internet sangat berpengaruh terhadap pengiriman data. Sistem monitoring ini dapat dikembangkan dengan menggunakan teknologi yang dapat mengirimkan data dengan handal tanpa terpengaruh oleh kualitas jaringan internet..

REFERENSI

- [1] W. Liu, S. Liao, W. Hu, X. Liang, and Y. Zhang, *Improving Tiny Vehicle Detection in Complex Scenes*. 2018. doi: 10.1109/ICME.2018.8486507.
- [2] I. Sulistiyowati and MR Antoni, "Automatic Steering System on the Prototype Electric Car UMSIDA," *JEECS (Journal of Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2 SE-Articles, pp. 139–145, Dec. 2016, doi: 10.54732/jeeecs.v1i2.176.
- [3] J. Guo, W. Li, J. Wang, Y. Luo, and K. Li, "Safe and Energy-Efficient Car-Following Control Strategy for Intelligent Electric Vehicles Considering Regenerative Braking," *IEEE Trans. Intel. Transp. Syst.*, vol. 23, no. 7, pp. 7070–7081,

- 2022, doi: 10.1109/TITS.2021.3066611.
- [4] D. Maamria, K. Gillett, G. Colin, Y. Chamailard, and C. Nouillant, "Optimal Predictive Eco-Driving Cycles for Conventional, Electric, and Hybrid Electric Cars," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. PP, p. 1, May 2019, doi: 10.1109/TVT.2019.2914256.
- [5] R. Sowah, K. Ampadu, A. Ofoli, K. Koumadi, G. Mills, and J. Nortey, "A Fire-Detection and Control System in Automobiles: Implementing a Design That Uses Fuzzy Logic to Anticipate and Respond," *IEEE Ind. Appl. Mag.*, vol. PP, pp. XX6–XX6, Jan. 2019, doi: 10.1109/MIAS.2018.2875189.
- [6] R. Sowah *et al.*, Design and Implementation of a Fire Detection and Control System with Enhanced Security and Safety for Automobiles Using Neuro-Fuzzy Logic. 2018. doi: 10.1109/ICASTECH.2018.8507143.
- [7] R. Sowah, K. Ampadu, A. Ofoli, KM Koumadi, G. Mills, and J. Nortey, *Design and implementation of a fire detection and control system for automobiles using fuzzy logic*. 2016. doi: 10.1109/IAS.2016.7731880.
- [8] P. Venâncio, T. Rezende, A. Lisboa, and A. Barbosa, *Fire Detection based on a Two-Dimensional Convolutional Neural Network and Temporal Analysis*. 2021. doi: 10.1109/LA-CCI48322.2021.9769824.
- [9] Y. Kanonin and A. Lyschik, "Fire Danger of Electric Vehicles," *Bull. Sci. Res. results*, vol. 2023, pp. 38–51, March. 2023, doi: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51.
- [10] S. Thombare, S. Baral, A. Gangrade, and R. Jaiswal, *Design & Development of Smart Electric Vehicle Safety Device using IoT and AI*. 2022. doi: 10.1109/ICERECT56837.2022.10059784.
- [11] "(PDF) Early Fire Detection System Using MQ-2 Sensor and Web-Based Flame Sensor." Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/347506161_sistem_Penkerjaan_Kebakaran_Dini_Using_Sensor_MQ-2_dan_Flame_Sensor_Based_Web
- [12] M. Manfaluthy, A. Pangestu, and I. Nurjaman, "Fire Detection System Prototype Based on ESP8266 and IFTTT," *TELKA - Telekomun. Electron. Computing and Control*, vol. 8, pp. 60–73, May 2022, doi: 10.15575/telka.v8n1.60-73.
- [13] A. Zikrullah, R. Tamara, and I. Fitri, "PROTOTYPE OF FIRE DETECTION MONITORING SYSTEM USING LOOPING FEATURES," *JIPI (Journal of Ilm. Research and Information Learning)*, vol. 7, pp. 224–230, Feb. 2022, doi: 10.29100/jipi.v7i1.2536.
- [14] H. Gusdevi, A. P., and P. Zulaeha, "Prototype of LPG gas leakage detector using flame sensor and MQ-2 sensor," *Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 1, pp. 32–38, May 2020, doi: 10.11591/csit.v1i1.p32-38.
- [15] MQ-2 Sensor Datasheet, Hanwei Electronics Co., Ltd
- [16] Sugiyono (2019). Quantitative, Qualitative, and R&D Research Methods. Bandung: Alfabeta
- [17] D. Sasmoko and A. Mahendra, "Design of a Fire Detection System Based on IOT and SMS Gateway Using Arduino," *Simetri J. Tek. Machinery, Electrical and Computer Sciences.*, vol. 8, no. 2, pp. 469–476, 2017.
- [18] S. Apryandi, "Design and Construction of a Fire Detector System Using Microcontroller-Based Mobile Phones," vol. 1, no. 1, 2013
- [19] Kadir, Abdul. 2013. Practical Guide to Studying Microcontroller Applications and Programming Using Arduino. Andi Publisher, Yogyakarta
- [20] Ahyar, H. (2020). Book Qualitative & Quantitative Research Methods (A. Husnu. (ed.); 1 ed.). CV. Group Science Library
- [21] S. Arrazy, E. Sunarsih, and A. Rahmiwati, "Implementation of a Fire Safety Management System at Dr. Sobirin Musi Rawas Regency 2013," *J. Health Sciences. Mass.*, vol. 5, no. 2, 2014.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.