

Internet Of Things Monitoring Sistem Deteksi Gas Carbon Monoksida (CO) Pada Kabin Mobil

Nizirwan Anwar¹, Rizki Reza Saputra², Arief Ichwani³

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul^{1,2,3}

Jl. Arjuna Utara No.9, Kebun Jeruk, Jakarta 11510

E-mail : nizirwan.anwar@esaunggul.ac.id¹, rzikireza06@gmail.com², arief.ichwani@esaunggul.ac.id³

Abstract -- The car is a very comfortable four-wheeled vehicle, behind that comfort there are very dangerous compounds that are produced from imperfect emissions of the vehicle's engine (vehicle). In gas emissions there are a number of chemical elements such as Water (H₂O), Carbon Monoxide (CO), Carbon Dioxide (CO₂), Nitrogen Oxide (NO_x) and Hydro Carbon (HC). In this study, the focus is on testing CO emissions, CO compounds have characteristics that are colorless, odorless, flammable, and not easily soluble in water and are the result of imperfect emissions in motor vehicles. CO compounds have the potential to be toxic and dangerous to humans, because they are able to form strong bonds with blood pigments, namely Hemoglobin (Hb). The method used for software development is prototyping, the analysis method uses PIECES, and the technology used is the Internet of Things (IoT). The results of this study are a prototype of a CO gas monitoring and detection system in an internet of things (IoT) based car cabin that can detect CO gas content using the MQ-7 sensor, with the action power window going down when CO gas is more than 35 ppm, and the buzzer will light up as an indicator.

Keywords: Carbon Monoxide (CO), Internet of Things (IoT), Prototyping, PIECES.

Abstrak -- Mobil merupakan kendaraan roda empat yang sangat nyaman, dibalik kenyamanan tersebut terdapat senyawa yang sangat berbahaya yang di hasilkan dari emisi tidak sempurna mesin kendaraan (vehicle). Dalam emisi gas terdapat sejumlah unsur kimia seperti Air (H₂O), Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Nitrogen Oksida (NO_x) dan Hidro Karbon (HC). Dalam kajian ini fokus dalam pengujian emisi CO, senyawa CO mempunyai ciri yang tidak berwarna, berbau, mudah terbakar, dan tidak mudah larut dalam air dan merupakan hasil emisi kurang sempurna pada kendaraan bermotor. Senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya terhadap manusia, karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu Hemoglobin (Hb), permasalahan kesehatan tersebut diperlukannya sistem yang dapat memberikan informasi untuk mendeteksi kandungan gas CO pada kabin mobil. Metode yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak adalah *prototyping*, metode analisis menggunakan PIECES, dan teknologi yang digunakan yaitu *Internet of Things (IoT)*. Hasil dari penelitian ini adalah adanya *prototype* sistem monitoring dan deteksi gas CO pada kabin mobil berbasis *internet of things (IoT)* yang dapat mendeteksi kandungan gas CO menggunakan sensor MQ-7, dengan *action power window* akan turun ketika gas CO lebih dari 35 ppm, dan buzzer akan menyala sebagai indikator peringatan.

Kata Kunci: Karbon Monoksida (CO), Internet of Things (IoT), Prototyping, PIECES.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan polusi udara di setiap negara termasuk Indonesia yang dihasilkan oleh proses emisi pada kendaraan bermotor (roda dua dan empat) dan polusi industri masih menjadi perbincangan sampai saat ini. Kemajuan alat transportasi dan industri dapat membawa dampak negatif, terutama yang berkaitan langsung dengan lingkungan dan kesehatan. Gas-gas yang beracun dan tidak berbau akibat polusi udara dapat membahayakan bagi kesehatan dan keselamatan manusia. Keberadaan polusi tersebut merupakan salah satu penyebab menurunnya kualitas hidup masyarakat, terutama di bidang kesehatan[1]. Kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar 60-70%, dibandingkan dengan industri yang hanya berkisar antara 10-15% sedangkan sisanya berasal dari rumah tangga, emisi sampah, kebakaran hutan, dan lain lain. Hal ini dapat dilihat dari besarnya tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor yang menembus angka 15% pertahun atau 7,9 juta kendaraan pertahun. Pertumbuhan kendaraan bermotor yang tinggi tidak hanya didukung oleh jumlah penduduknya Indonesia yang besar (240 juta)[2]. Pencemar udara utama di Indonesia khususnya transportasi dan industri yaitu Karbon Monoksida (CO) 70,50%, Sulfur Oksida (SO_x) 0,9%, Nitrogen Oksida (NO_x) 8,9%, Partikulat sebesar 1,33%, Hidrokarbon (HC) 18,34% dan Gas rumah Kaca (CH₄, CO₂ dan N₂O) yang tersebar dalam nilai persentase

sumber utama[1].

Gas Karbon Monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, mudah terbakar dan sangat beracun, serta tidak larut dalam air. Paparan udara dengan gas CO dapat mengakibatkan keracunan sistem saraf pusat dan jantung. Keracunan ini terjadi jika paparan gas CO melampaui batas dari yang bisa di toleransi tubuh, yaitu lebih dari 250 ppm[3].

Berdasarkan uraian dan pemetaan permasalahan maka diperlukannya sebuah sistem yang dapat mendeteksi adanya kadar gas Karbon Monoksida (CO) di dalam mobil untuk menghindari terjadi keracunan akibat menghirup gas Karbon Monoksida (CO) diatas batas ambang, dengan mengacu pada Permen Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama dan menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) batas aman gas Karbon Monoksida yang boleh dihirup oleh manusia adalah 35 ppm pada durasi waktu 8 jam/hari kerja. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sesuai dengan tugas dan fungsi pokok (tupoksi) berkomitmen untuk memberikan informasi kepada masyarakat mutu udara yang tepat, an akurat kepada masyarakat dalam rangka upaya pengendalian pencemaran udara. Hal ini dibuktikan dengan terus meningkatnya jumlah stasiun pemantauan otomatis kontinu yang dimiliki KLHK yaitu ditargetkan mencapai 38 stasiun pemantau polusi udara pada tahun 2020. Agar informasi tentang mutu udara mudah dipahami oleh masyarakat, hasil pemantauan mutu udara dari stasiun pemantauan otomatis kontinu disampaikan dalam bentuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Kategori ISPU berdasarkan nilai ISPU batas atas, ISPU batas bawah, ambien batas atas, ambien batas bawah, dan konsentrasi ambien hasil pengukuran. Persamaan matematika perhitungan ISPU sebagai berikut:

$$I = \left(\frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} \right) * (X_x - X_b) + I_b$$

dimana ;

- I = ISPU terhitung
- I_a = ISPU batas atas
- I_b = ISPU batas bawah
- X_a = Konsentrasi ambien batas atas (µg/m³)
- X_b = Konsentrasi ambien batas bawah (µg/m³)
- X_x = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran (µg/m³)

Tabel 1. Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Kategori	Interval	Deskripsi
Baik	0 - 50	Tingkat Kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan maupun nilai estetika
Sedang	51 - 100	Tingkat Kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika
Tidak sehat	101 - 199	Tingkat Kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan dan nilai estetika
Sangat tidak sehat	200 - 299	Tingkat Kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
Berbahaya	≥ 300	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

Permasalahan diatas bisa diatasi salah satunya menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Dengan IoT struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui

jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer [4], selain itu IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet [5].

Uraian tersebut menjadi dasar tujuan dari penelitian yaitu bagaimana membangun *prototype* sistem monitoring dan deteksi gas karbon monoksida (CO) berbasis IoT di dalam mobil untuk menghindari terjadi keracunan akibat menghirup gas Karbon Monoksida (CO) diatas batas ambang. Topik Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil review penelitian terdahulu yaitu sebagai berikut:

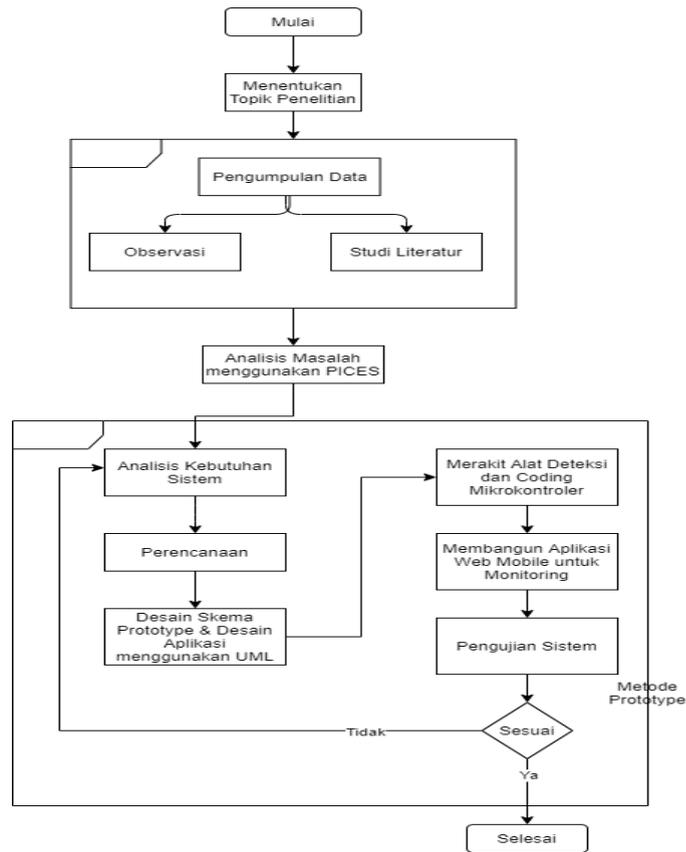
Tabel 1 *Review* Penelitian

No.	Nama Penulis	Judul	Hasil
1.	Gregi Septian, Rina Mardiaty, Mufid Ridlo Effendi[6]	Perancangan Sistem Deteksi Gas Karbon Monoksida Berbasis Mikrokontroler Arduino pada Kendaraan Roda Empat	Rancangan sistem deteksi gas CO menggunakan sensor MQ-7 mampu bekerja sesuai rancangan yang diharapkan, sensor MQ-7 mampu bekerja mendeteksi kemunculan gas CO dengan nilai konsentrasi paling tinggi pada angka 399 ppm, LCD sebagai output menampilkan hasil deteksi juga status kondisi sesuai rancangan program secara terus-menerus, dan Buzzer yang sama-sama berfungsi sebagai output mampu mengeluarkan suara intermiten penanda saat menunjukkan status waspada atau bahaya. Data nilai dan informasi status hasil deteksi yang diberikan selalu muncul pada LCD secara terus menerus, saat gas CO terdeteksi sebesar <100 ppm (Aman), <299 (Waspada), hingga >300 ppm (Bahaya).
2.	Alfian Nurfauzi[7]	Prototype Sistem CO Detector Pada Kabin Mobil.	Detector gas karbon monoksida menggunakan modul sensor MQ-7 sebagai input LCD sebagai panel untuk informasi hasil baca sensor dalam satuan ppm kemudian jika gas karbon monoksida terbaca secara berlebihan maka relay menyala sehingga blower akan menyala.
3.	Febri Angga, Kukuh Setyadjit, Santoso	Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler	Alat ukur yang dapat memberikan informasi konsentrasi gas CO dalam ruangan, dibagian input, sensor MQ-7, untuk proses pengolahan data digunakan mikrokontroler Arduino, dan output yang dihasilkan di tampilkan di LCD.

Berdasarkan hasil review penelitian dari tabel diatas, penelitian yang dilakukan yakni sistem yang dibuat hanya mampu sebatas melakukan notifikasi pemberitahuan jika terjadinya kebocoran gas karbon monoksida, belum adanya sistem yang mampu melakukan Tindakan jika terjadinya kebocoran gas karbon monoksida, maka *prototyping* sistem yang dibuat berfungsi untuk mendeteksi gas karbon monoksida sekaligus power window sebagai *trigger* stimulasi secara otomatis bila mengalami kondisi a-stabil dan mendeteksi kebocoran gas karbon monoksida secara berlebihan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menggunakan tahapan sesuai kerangka berfikir berikut ini :



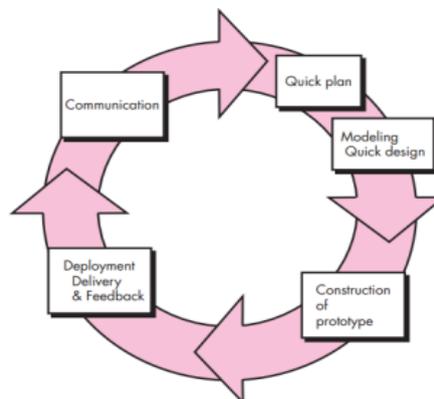
Gambar 1. Kerangka Berfikir Penelitian

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik mengumpulkan data dilakukan dengan beberapa teknik yaitu pertama, observasi dengan pengamatan langsung pada kendaraan untuk mengetahui bagaimana cara mendeteksi dan memonitor jika terjadinya kandungan gas CO yang berlebih pada kabin mobil, dan studi literatur melalui jurnal dan buku yang berkaitan dengan topik penelitian yang diajarkan sebagai referensi.

2.2 Metode *prototyping*

Metode yang dipilih untuk pengembangan perangkat lunak adalah *prototyping*. Adapun tahapan dari metode *prototyping* adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Metode *Prototyping*[8]

- a) *Communication*, tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai kebutuhan sistem yang akan dirancang dengan melibatkan para *cpihak* yang terkait selama proses perancangan bisa memberikan hasil yang tepat sesuai yang dibutuhkan
- b) *Quick Plan*, tahap ini adalah melakukan perencanaan cepat sesuai dengan spesifikasi kebutuhan berdasarkan data yang telah dikumpulkan pada tahap *communication* dengan merancang desain antarmuka yang dibutuhkan dan kebutuhan pendukung pada proses ini.
- c) *Modeling Quick Design*, Pada tahap ini tim perancang akan membuat model design UML ataupun pemodelan yang dibutuhkan lainnya dengan waktu perancangan yang efektif untuk mendeskripsikan kebutuhan *client* berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.
- d) *Construction of Prototype*, tahap ini perancang akan memulai membangun perangkat lunak berdasarkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya, proses pembangunan ini lebih berfokus terhadap aspek utama perangkat lunak dengan maksud pada proses selanjutnya perancang bisa dengan cepat mendapatkan *feedback* dari *client* tentang perangkat lunak yang dibuat.
- e) *Deployment Delivery & Feedback*, dalam tahap ini *prototype* akan diserahkan kepada *client* untuk mendapatkan *feedback* dari hasil *prototype* tersebut, *feedback* tersebut akan digunakan sebagai landasan untuk memperbaiki *prototype* agar sesuai dengan spesifikasi kebutuhan *client*.

2.3 Metode Analisis PIECES

Metode analisis yang digunakan untuk menganalisa *prototype* sistem monitoring dan deteksi gas CO pada kabin mobil, adalah PIECES (*Performance, Information, Economic, Control, Efficiency, Service*). Dengan analisis *PIECES*, maka dapat diperoleh beberapa penyebab masalah yang akhirnya dapat disimpulkan dengan jelas dan lebih spesifik sehingga dapat membantu dalam membuat *prototype* sistem monitoring dan deteksi gas CO [9].

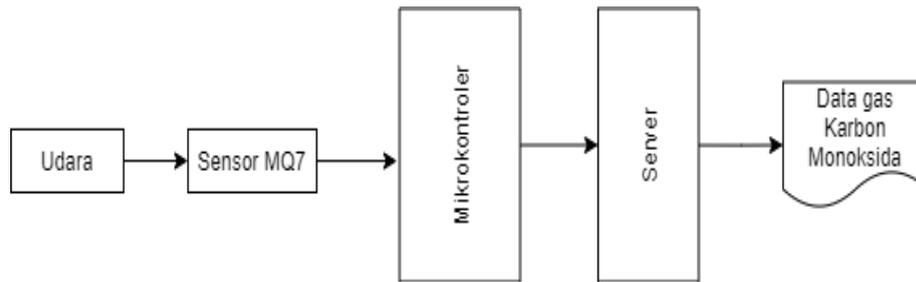
Tabel 2 Analisis Menggunakan Metode PIECES

No.	Tahapan	Deskripsi
1	<i>Performance</i> (Kinerja)	Pada Kendaraan kebanyakan khususnya mobil belum ada sistem yang mendeteksi kandungan gas CO
2	<i>Information</i> (Informasi)	Informasi yang di dapat pemilik kendaraan terkadang belum akurat dikarenakan belum adanya sistem yang dapat memberikan informasi mengenai kandungan gas CO yang terdapat dalam kendaraan
3	<i>Economic</i> (Ekonomi)	Saat terjadinya keracunan gas CO korban diharuskan pergi ke rumah sakit untuk mendapatkan pertolongan dan itu memakan biaya yang sangat tinggi
4	<i>Control</i> (Kontrol)	Tingkat keamanan sistem yang berjalan masih kurang aman karna belum adanya sistem yang bisa mendeteksi kandungan gas CO pada kendaraan
5	<i>Efficiency</i> (Efisiensi)	Bisa Menekan angka kematian yang ditimbulkan oleh kandugan gas CO pada kabin mobil
6	<i>Service</i> (Pelayanan)	Belum adanya sistem yang dapat mendeteksi kandungan gas CO pada kendaraan yang dapat meminimalisir kejadian yang tak terduga dan meminimalisir ke khawatiran pengguna kendaraan ketika beristirahat didalam mobil terhadap kandungan gas CO pada kendaraanya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Diagram Alur Sistem

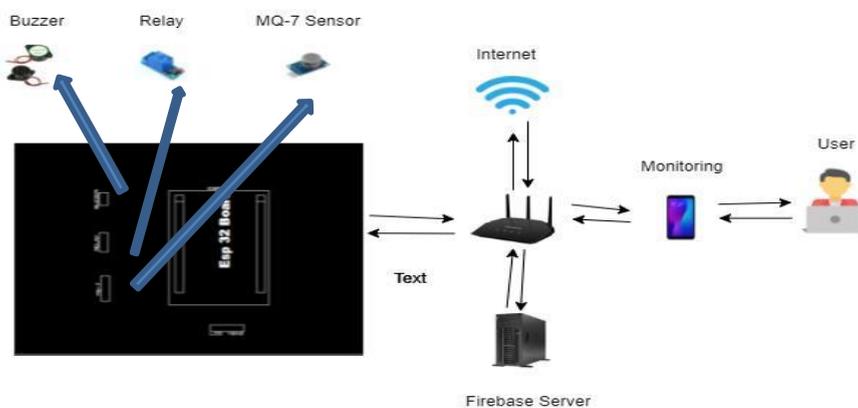
Prototype sistem monitoring gas CO ini dibuat untuk melakukan pengukuran gas CO yang terdapat di dalam kabin mobil. Alat ini digunakan secara kontiniu dengan sistem komunikasi berbasis IoT. Data yang didapatkan akan disimpan di dalam server dengan cara dikirimkan secara real-time. Kemudian data tersebut ditampilkan menggunakan aplikasi berbasis mobile untuk kebutuhan informasi user.



Gambar 3 Diagram Alur Sistem Kerja

Berdasarkan gambar 3 Sistem monitoring bekerja dengan cara sensor gas yang terhubung dengan mikrokontroler mengambil data gas Karbon Monoksida dari dalam kabon mobil. Setelah sensor mendapatkan data selanjutnya data tersebut di proses oleh mikrokontroler dan diteruskan ke server. Kemudian data yang telah dikirim ke server akan di tampilkan pada aplikasi berbasis mobile sebagai informasi untuk user.

3.2 Skema Alat Deteksi Gas CO



Gambar 4 Skema Alat Deteksi Gas CO

Komponen yang digunakan pada alat deteksi gas CO adalah sebagai berikut:

- a) ESP32

Pada *mikrokontroler* tersebut sudah terdapat modul wifi untuk mendukung pengiriman data secara online

- b) *Sensor MQ-7*

Sensor ini cukup sensitif, sensor ini cocok untuk mendeteksi kebocoran gas Karbon Monoksida. Untuk menghasilkan nilai konsentrasi gas CO pada sensor MQ-7 dengan menghitung rasio antara nilai *resistensi sensor* pada udara bersih (R_o) dengan nilai *resistensi sensor* (R_s). Nilai keluaran sensor masih berupa tegangan analog (V_{RL}) nilai V_{RL} didapat dari teori pembagi tegangan antara nilai tahanan sensor (R_s) dengan tahanan beban (R_L) [10].

$$V_{RL} = \frac{R_L \times V_C}{R_s + R_L} \quad (1)$$

Maka nilai R_s adalah :

$$R_s = \left(\frac{V_C \times R_L}{V_{RL}} \right) - R_L \quad (2)$$

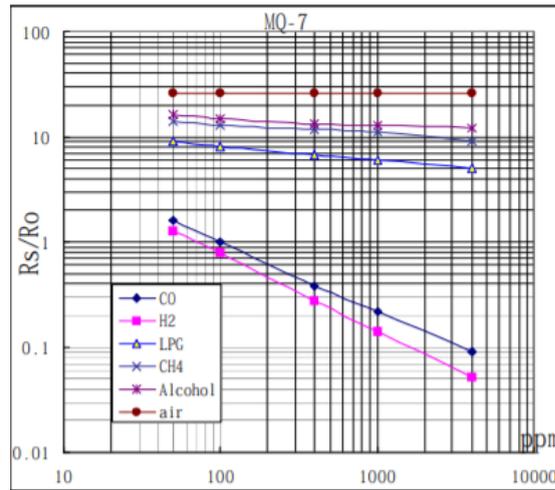
Keterangan

V_{RL} = Tegangan Keluaran Sensor (V)

R_L = Tahanan beban pada rangkaian

V_C = Tegangan sumber (5V)

R_s = tahanan pada sensor



Gambar 5 Karakteris Sensor MQ-7 [10].

Berdasarkan tabel karakteristik sensor MQ-7 bahwa nilai R_s/R_o bernilai 1 saat konsentrasi gas CO = 100 ppm sehingga $R_s=R_o$ yang dibuktikan dengan persamaan berikut :

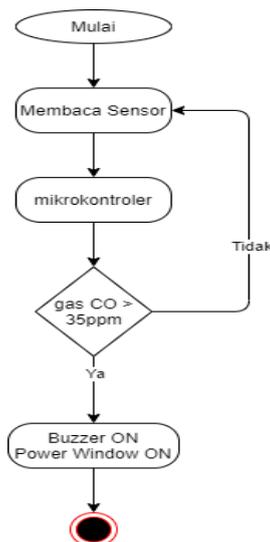
$$100 \text{ PPM CO} = \frac{R_s}{R_o} = 1 \quad (3)$$

Prinsip kerja dari sensor MQ-7 adalah mendeteksi keberadaan gas Karbon Monoksida. Sensor MQ-7 pada saat terdeteksi gas Karbon Monoksida maka resistensi elektrik sensor akan menurun. Sensor MQ-7 memiliki heater yang berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan 5 V [10].

- c) Buzzer
Komponen ini berfungsi sebagai peringatan jika terjadi kebocoran gas CO.
- d) Power Window
Komponen ini digunakan sebagai action untuk translasi turun naik ketika terjadi kebocoran gas CO.

3.3 Cara Kerja Alat Deteksi Gas CO

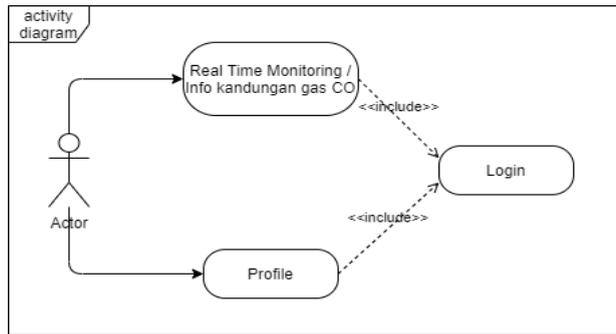
Cara kerja alat pendeteksian gas CO dimulai dengan membaca sensor, kemudian hasil baca sensor akan di proses oleh *mikrokontroler*, jika hasil baca sensor terhadap gas CO lebih dari 35 ppm buzzer akan menyala dan *power window* akan terbuka untuk menetralsir udara didalam kabin mobil.



Gambar 6 Cara Kerja Alat Deteksi Gas CO.

3.4 Rancangan Use Case Diagram

Rancangan use case diagram untuk deteksi gas CO adalah sebagai berikut:

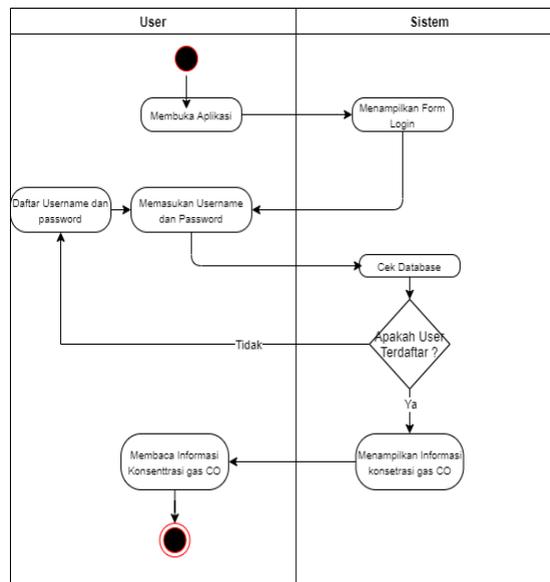


Gambar 7. Use Case Diagram

Adapun deskripsi use case diagram terlampir dalam tabel di bawah ini,

Tabel 3 Deskripsi Use Case Diagram

No	Nama Use Case	Aktor	Keterangan
1	<i>Real Time Monitoring</i>	<i>Aktor</i>	Pada Use Case ini aktor yang terlibat adalah admin. Fungsinya adalah untuk melihat kandungan gas CO yang terdapat di dalam Mobil.
2	<i>Profile</i>	<i>Aktor</i>	Pada fungsi profile ini adalah mengenai informasi tentang Prototype sistem monitoring dan deteksi gas CO pada kabin .
3	<i>Login</i>	<i>aktor</i>	Login Berfungsi sebagai proses awal dari pengaksesan sebuah aplikasi. Semua use case memiliki ketergantungan (incude) dengan login. Karena semua use case tidak akan berjalan jika tidak melakukan login



Gambar 8. Activity Diagram Login

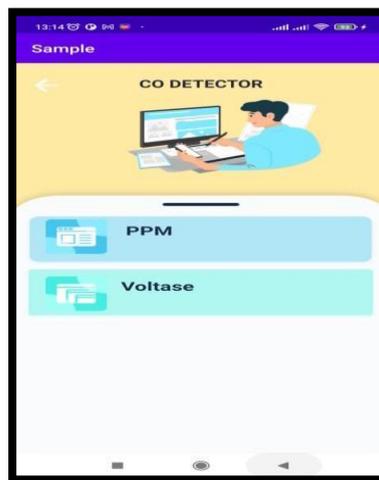
Pada gambar 8 menunjukkan interaksi antara user dan sistem, diawali dengan user membuka aplikasi dan sistem merespon dengan mengirimkan form login kemudian user memasukkan username dan password kemudian database akan mengecek apakah data user sudah terdaftar. Jika sesuai maka sistem akan menampilkan halaman mengenai

3.5. User Interface



Gambar 9. Tampilan Login

Gambar 9 merupakan tampilan login dari aplikasi. User harus menginput *username* dan *password* untuk mengakses aplikasi. Setelah login, *user* akan diarahkan pada halaman monitoring alat secara *realtime*.



Gambar 10. Tampilan Realtime Monitoring

Gambar 10 adalah tampilan *realtime* monitoring untuk deteksi kebocoran gas CO. Aplikasi terdiri dari PPM untuk menampilkan hasil baca sensor terhadap gas Karbon Monoksida berdasarkan *parts per million* (ppm) sedangkan voltase akan menampilkan hasil baca sensor terhadap arus yang keluar berdasarkan hasil ppm tertentu.

3.6 Pengujian Aplikasi Monitoring

Pengujian alat *prototype sistem monitoring* dan pendeteksian gas CO pada kabin mobil dilakukan sebanyak 5 (lima) kali pengambilan data untuk mengetahui kinerja sensor dan mengetahui apakah alat yang dibuat sudah sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan memberika gas kepada sensor. Dalam pengambilan waktu dilakukan dengan menggunakan stopwatch. Berikut data pengujian sensor gas CO pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Pengujian Alat Deteksi Gas CO

No	CO Detector	Waktu (Detik)	Status
1	60 ppm	5 Detik	Buzzer ON, Power Window ON.
2	65 ppm	5 Detik	Buzzer ON, Power Window ON.
3	62 ppm	5 Detik	Buzzer ON, Power Window ON
4	59 ppm	5 Detik	Buzzer ON, Power Window ON.
5	58 ppm	5 Detik	Buzzer ON, Power Window ON.

Pada tabel 4 menunjukkan hasil pengujian sensor terhadap gas, dimana pengujian dilakukan sebanyak 5 (lima) kali dengan data pengujian pertama dilakukan selama 5 detik dan semua output berhasil menyala, kemudian data pengujian kedua dilakukan selama 5 detik dan semua *output* berhasil menyala, pengujian ketiga dilakukan selama 5 detik dan semua *output* berhasil menyala, pengujian ke empat dilakukan selama 5 detik dan semua *output* berhasil menyala, kemudian pengujian ke lima dilakukan selama 5 detik dan semua *output* berhasil menyala.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa prototype yang dibuat untuk sistem monitoring dan deteksi gas CO pada kabin mobil berbasis *internet of things* (IoT) yang dapat mendeteksi kandungan gas CO menggunakan sensor MQ-7, dengan action power window akan turun ketika gas CO lebih dari 35PPM, dan buzzer akan menyala sebagai indikator peringatan, sensor sudah dapat mendeteksi kandungan gas CO dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dapat mengirim data sesuai nilai sensor ke firebase.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khalil and S. Y. Purwaningsih, "PENGARUH DOPING EMAS DAN PERLAKUAN ANIL PADA SENSITIVITAS LAPISAN TIPIS SnO 2 UNTUK SENSOR GAS CO," no. x, pp. 8–13, 2009.
- [2] A. N. Syaief, M. Adriana, and A. Hidayat, "Uji Emisi Gas Buang Dengan Perbandingan Jenis Busi Pada Sepeda Motor 108 Cc," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, p. 01, 2019, doi: 10.34128/je.v6i1.82.
- [3] A. Hasairin and R. Siregar, "Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (Co) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan," *J. Biosains*, vol. 4, no. 1, p. 62, 2018, doi: 10.24114/jbio.v4i1.9841.
- [4] A. W. Burange and H. D. Misalkar, "Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy," *Conf. Proceeding - 2015 Int. Conf. Adv. Comput. Eng. Appl. ICACEA 2015*, pp. 189–195, 2015, doi: 10.1109/ICACEA.2015.7164693.
- [5] S. L. Keoh, S. S. Kumar, and H. Tschofenig, "Securing the internet of things: A standardization perspective," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 3, pp. 265–275, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2323395.
- [6] G. Septian, R. Mardiaty, and M. R. Effendi, "Perancangan Sistem Deteksi Gas Karbon Monoksida Berbasis Mikrokontroler Arduino pada Kendaraan Roda Empat Design of Carbon Monoxide Detector Based on Arduino Microcontroller for Four-Wheel Vehicle," *Semin. Nas. Tek. Elektro 2019*, no. November 2019, pp. 569–575, 2019.
- [7] A. Nurfauzi, "PROTOTYPE SISTEM CO DETECTOR PADA CABIN MOBIL," *J. Pendidik. Vokasi Otomotif*, 2020.
- [8] W. Surny, *Software Quality Engineering: A Practitioner's Approach*, vol. 9781118592. 2014.
- [9] H. O. L. Wijaya, "Implementasi Metode Pieces Pada Analisis Website Kantor Penanaman Modal Kota Lubuklinggau," *JUSIM (Jurnal Sist. Inf. Musirawas)*, vol. 3, no. 1, pp. 46–55, 2018, doi: 10.32767/jusim.v3i1.289.
- [10] T. Journal and P. Medicine, "微波消融治疗肿瘤免疫效应研究进展 1 2 3," vol. 34, no. 17, pp. 2826–2829, 2018.