

Deteksi dan Monitoring Gas Beracun Carbon Monoksida (CO) Pada Kabin Kendaraan Tua (Odometer > 300k km) dan Hubungannya Terhadap Kepadatan Kendaraan Dengan Metode Fuzzy

Suzuki Syofian, Aji Setiawan, Rolan Siregar, Fathan

Abstrak

Gas karbon monoksida (CO) dalam kabin kendaraan sangat mempengaruhi kesehatan penumpang dan bahkan dapat menimbulkan kematian. Hal ini disebabkan oleh ventilasi yang kurang baik sehingga pembuangan asap yang bocor masuk ke dalam mobil dan perlahan-lahan terhirup oleh orang yang berada di dalam mobil tersebut. Karbon monoksida (CO) adalah gas tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak mengiritasi. Gas Karbon monoksida merupakan bahan yang umum ditemui di industri. Gas ini merupakan hasil pembakaran tidak sempurna dari kendaraan bermotor, alat pemanas, peralatan yang menggunakan bahan api berasaskan karbon dan nyala api (seperti tungku kayu), asap dari kereta api, pembakaran gas, dan asap tembakau. Namun sumber yang paling umum berupa residu pembakaran mesin. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang rekayasa alat pengendali kadar gas karbon monoksida dalam kabin mobil berbasis logika fuzzy. Dalam penelitian ini akan digunakan mikrokontroller untuk menjalankan proses tersebut. Dengan alat ini diharapkan akan didapatkan kadar karbon monoksida dalam mobil sehingga dapat memberitahu kepada para pengemudi. Pada akhirnya, kasus keracunan penumpang akibat gas CO pada kendaraan dapat diminimalisir.

Kata Kunci— Karbon monoksida (CO) , Alat Pengendali Kadar Gas Karbon Monoksida, Logika Fuzzy, keselamatan berkendara

LATAR BELAKANG

Pada kendaraan dengan usia tua lebih cenderung menghasilkan gas emisi beracun lebih banyak karena sistem pembakaran yang tidak sempurna. Gas ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan bahkan ditingkat yang lebih parah merupakan penyebab kematian manusia [1]. Banyak kasus kematian secara tiba-tiba yang disebabkan oleh gas ini, terutama pada pengguna kendaraan roda empat. Gas buang pada kendaraan adalah sisa dari hasil pembakaran berupa air (H₂O), Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Dioxide (SO₂) dan senyawa Hidrat Carbon (HC) sebagai ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas [2]. Pada kendaraan usia tua sering terjadi masalah kebocoran dari sistem AC [3][4]. Jika pada mesin terjadi pembakaran yang tidak sempurna dan akan menghasilkan gas CO, maka gas akan masuk melalui lubang AC (Air Conditioner) yang bocor tersebut [5]. Selain itu karet perekat pada pintu mobil yang sudah mengkerut dan sambungan beberapa part yang tidak merekat sempurna sering menjadi sumber masuknya gas emisi beracun

ke dalam kabin mobil. Dalam beberapa kasus banyak penumpang cenderung tidak mengetahui secara pasti bahwa dalam kendaraan tersebut telah terkandung banyak gas karbon monoksida, karena sifatnya tidak berwarna, berbau, dan berasa.

Keberadaan gas CO akan sangat berbahaya jika terhirup oleh manusia karena gas itu akan menggantikan posisi oksigen yang berkaitan dengan haemoglobin dalam darah. Gas CO akan mengalir ke dalam jantung, otak, serta organ vital. Ikatan antara CO dan haemoglobin membentuk karboksihaemoglobin yang jauh lebih kuat 200 kali dibandingkan dengan ikatan antara oksigen dan haemoglobin. Akibatnya sangat fatal. Pertama, oksigen akan kalah bersaing dengan CO saat berikatan dengan molekul haemoglobin. Ini berarti kadar oksigen dalam darah akan berkurang. Padahal seperti diketahui oksigen sangat diperlukan oleh sel-sel dan jaringan tubuh untuk melakukan fungsi metabolisme. Kedua, gas CO akan menghambat kompleks oksidasi sitokrom. Hal ini menyebabkan respirasi intraseluler menjadi kurang efektif. Terakhir, CO dapat berikatan secara langsung dengan sel otot jantung dan tulang. Efek paling serius adalah terjadi keracunan secara langsung terhadap sel-sel tersebut, juga menyebabkan gangguan pada sistem saraf.

Bahaya utama terhadap kesehatan adalah mengakibatkan gangguan pada darah, Batas paparan karbon monoksida yang diperbolehkan oleh OSHA (Occupational Safety and Health Administration) adalah 35 ppm, sedangkan yang diperbolehkan oleh BSN (Badan Standart Nasional) adalah 25 ppm di mana terdapat tenaga kerja yang dapat terpapar zat kimia sehari-hari selama tidak lebih dari 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Kadar yang dianggap langsung berbahaya terhadap kehidupan atau kesehatan adalah 1500 ppm (0,15%). Paparan dari 1000 ppm (0,1%) selama beberapa menit dapat menyebabkan 50% kejenuhan dari karboksi hemoglobin dan dapat berakibat fatal.

LANDASAN TEORI

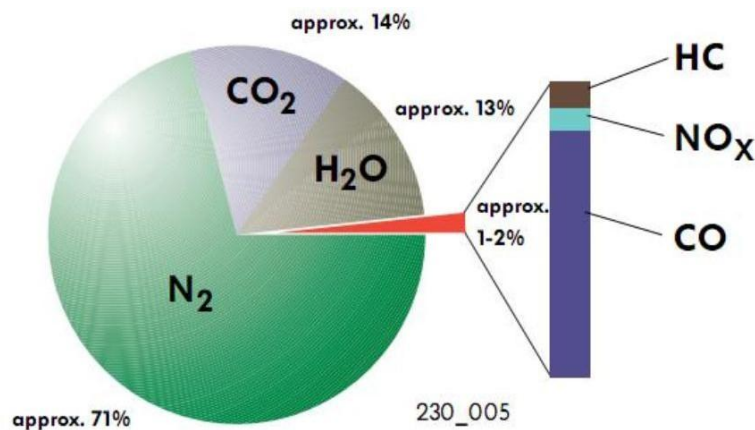
Karbon monoksida terhadap kesehatan

Kasus kematian yang terjadi karena gas beracun dalam kabin kendaraan menjadi salah satu pembahasan yang menarik dalam kalangan ilmuwan. Seperti pada kasus yang terjadi dalam kemacetan di toll brebes jawa barat yang menimbulkan kematian penumpang ketika mudik tahunan (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi kemacetan di Brebes Timur

Hal ini terjadi diperkirakan karena karena factor kesehatan penumpang, kondisi kendaraan seperti kebocoran knalpot, sistem AC yang sudah rusak, sehingga gas beracun dalam kendaraan diatas ambang batas. Gas buang kendaraan bermotor mengandung senyawa-senyawa yang sangat berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh secara berlebihan [6]. Komposisi senyawa-senyawa tersebut diuraikan dalam Gambar 2 [3].



Gambar 2. Senyawa gas buang kendaraan berbahan bakar bensin

Gas CO apabila terhirup akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang akan dibutuhkan oleh tubuh. Maka dari itu kandungan oksigen berkurang dan inilah yang membuat penumpang mengalami penurunan kesehatan yang drastis. Karbon monoksida dengan rumus kimia CO , merupakan gas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Karbon monoksida

merupakan penyebab paling umum dalam kasus keracunan gas di berbagai negara. Efek dari keracunan gas ini adalah dapat mengakibatkan keracunan pada sistem syaraf pusat dan jantung.

Elemen Sensor pemantau Gas CO

Permasalahan dalam pencemaran udara yang disebabkan oleh asap kendaraan maupun asap rokok ini sangat berbahaya bagi kehidupan manusia sehingga sudah banyak peneliti melakukan penelitian ini tentang Deteksi CO (Karbon Monoksida). Dalam penelitian tersebut diteliti tentang alat pengukur konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-135 berbasis Mikrokontroler dengan komunikasi serial USART dan untuk mengetahui output pengukuran berdasarkan regresi jika dibandingkan dengan alat ukur standar ECOM J2KN, Penelitian dilakukan menggunakan bahan penghasil asap yang bersumber dari kertas yang dibakar kemudian diukur kadar CO-nya dan dikalibrasi menggunakan , ECOM J2KN. Dari hasil penelitian dan berdasarkan hasil uji regresi diperoleh koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,949. Hal ini berarti bahwa terdapat faktor yang mempengaruhi hasil konsentrasi gas CO selain resistansi sensor sebesar 5,1%. Faktor tersebut antara lain suhu gas, kelembaban gas, dan tekanan gas. [2] Dalam penelitian sebelumnya tentang Alat Pendeteksi Polusi Udara Dari Gas Karbonmonoksida (CO) pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler AT89S51. untuk mengetahui kadar gas polutan dengan menggunakan sensor gas TGS 2442 yang peka terhadap gas karbon monoksida. Dan untuk tampilan indeks menggunakan LCD yang sebelumnya di proses oleh mikrokontroler. [3] Dalam penelitiannya tentang Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Buang Karbon Monoksida (Co) Pada Kendaraan Bermotor. Kendaraan bermotor menghasilkan polutan lebih dari 60% dibandingkan dengan penghasil polutan yang lain. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang karbon monoksida (CO) semakin besar sehingga meningkatkan laju pemanasan global (global warming).

Sensor MQ 7

MQ 7 adalah sebuah sensor gas CO (Karbon Monoksida) yang cukup mudah dalam penggunaannya. Sensor ini sangat cocok untuk mendeteksi gas CO[5]. Bentuk sensor ini mirip dengan sensor MQ 3 yang digunakan untuk mendeteksi alkohol. Kemasan MQ 7 tersedia dalam dua macam yaitu metal dan plastik. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat. Output sensor berupa resistansi analog. Rangkaian drivernya pun sangat sederhana, yang dibutuhkan hanya catu daya 5V untuk heater coil, menambahkan resistansi beban (RL), dan menghubungkan output ke ADC. Foto Sensor gas karbon monoksida MQ 7 di tunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor Gas CO (Karbon Monoksida) MQ 7

Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu development kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Arduino Uno merupakan salah satu board dari family Arduino. Ada beberapa macam arduino board seperti Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Mega, Arduino Yun, dll. Namun yang paling populer adalah Arduino Uno. Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja. Arduino Uno board memiliki 14 pin digital input/output, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan power input, ICSP header, dan sebuah tombol reset.

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno R3 board

1. Mikrokontroller ATmega328
2. Catu Daya 5V
3. Tegangan Input (rekomendasi) 7-12V
4. Tegangan Input (batasan) 6-20V
5. Pin I/O Digital 14 (dengan 6 PWM output)
6. Pin Input Analog 6
7. Arus DC per Pin I/O 40 mA
8. Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
9. Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader
10. SRAM 2 KB (ATmega328)
11. EEPROM 1 KB (ATmega328)
12. Clock Speed 16 MHz

Sebagaimana diketahui, dengan sebuah mikrokontroller kita dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Dan fungsi Arduino Uno ini dibuat untuk memudahkan kita dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroller, membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontroller. Memprogram Arduino sangat mudah, karena sudah menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung oleh library yang lengkap (Gambar 4).



Gambar 4. Arduino uno

Pengaruh Gas Karbon Monoksida

Gas Karbon Monoksida disebut juga sebagai silent death ini dikarenakan sangat berbahayanya gas ini dan juga sifat dari gas ini yang tak berbau. Setiap orang yang terkena racun dari gas karbon monoksida akan mengalami gejala – gejala sesuai dengan banyaknya gas yang terhirup oleh tubuh[9]. Gejala – gejala klinis akibat dari konsentrasi CO ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Gejala – gejala klinis akibat dari konsentrasi CO

Konsentrasi CO	Gejala-gejala
Kurang dari 20%	Tidak ada gejala
20%	Nafas menjadi sesak
30%	Sakit kepala, lesu, mual, nadi dan pernafasan meningkat sedikit
30% – 40%	Sakit kepala berat, kebingungan, hilang daya ingat, lemah, hilang daya koordinasi gerakan
40% - 50%	Kebingungan makin meningkat, setengah sadar
60% - 70%	Tidak sadar, kehilangan daya mengontrol faeces dan urin
70% - 89%	Koma, nadi menjadi tidak teratur, kematian karena kegagalan pernafasan Sumber : Sentra Informasi Keracunan Badan POM

Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh Lofi Zadeh, seorang professor dari University of California pada tahun 1965. Namum pelopor pertama kali aplikasi dalam penggunaan fuzzy set adalah Prof. Ebrahim Mamdani dan kawan-kawannya yang berasal dari Queen Mary College London. Kata fuzzy itu sendiri memiliki beberapa definisi yaitu, kabur, remangremang, dan samar, sedangkan untuk suatu sistem fuzzy merupakan sebuah sistem yang dibangun berdasarkan dengan teori logika fuzzy. Sehingga logika fuzzy merupakan suatu metode perhitungan yang menggunakan bahasa (linguistic) sebagai pengganti

perhitungan menggunakan bilangan atau angka. Sebagai contohnya yaitu sebuah ukuran suhu ruangan dapat diekspresikan dalam teori logika fuzzy dengan perkataan dingin, normal, ataupun panas.

Bentuk bahasa atau kata-kata dalam logika fuzzy memang tidak sepresisi menggunakan bilangan, namun penggunaan teori logika fuzzy akan lebih mendekati dengan intuisi manusi. Karena pada teori logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan lebih dari dua nilai, yaitu nilainya antara 0 dan 1, sedangkan dalam logika digital, hanya memiliki dua buah nilai, yaitu nilai 0 atau 1. Dalam himpunan klasik terdapat suatu istilah yang sangat penting, yaitu crisp set. Crisp set merupakan suatu himpunan yang membedakan anggota dan anggotanya dengan batasan yang jelas. Misalnya, jika $A = \{x|x \text{ bilangan bulat, } x < 100\}$, maka anggota A adalah 99,98,97, dan seterusnya, sedangkan yang bukan anggota A adalah 100, 101, 102, dan seterusnya. Sehingga penggunaan himpunan klasik crisp set mempunyai keterb dalam mengatasi hal tersebut diperkenalkanlah suatu himpunan fuzzy. Pada sistem logika fuzzy terdapat tiga komponen utama, yaitu fuzzyfication, inference, dan defuzzyfication.

PENGERTIAN RELAY

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Kepadatan kendaraan dan Gas CO

Hubungan kepadatan kendaraan dengan gas karbon monoksida dianalisis menggunakan analisis statistik *Pearson Correlation* dengan rumus sebagai berikut[7]:

$$r_{xy} = \frac{N \sum(XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Dengan:

r_{xy} : Koefisien korelasi antara variabel X dan Y

$\sum X$: Jumlah Kendaraan yang lewat

$\sum Y$: Konsentrasi CO diudara

$\sum X^2$: Jumlah skor X yang di kuadratkan

$\sum Y^2$: Jumlah skor Y yang di kuadratkan

N : Banyaknya sampel

Harga r adalah $-1 \leq r \leq 1$ jika $r=0$ ditafsirkan tidak terdapat hubungan linear antara kedua variabel tersebut. Apabila $r = -1$ artinya korelasinya negatif sempurna, dan $r = 1$ berarti korelasinya sempurna positif (sangat kuat). Besarnya koefisiensi di tafsirkan dengan menggunakan kriteria korelasi.

- a. $r = 0,00 - 0,199$ (Korelasi sangat rendah)
- b. $r = 0,20 - 0,399$ (Korelasi rendah)
- c. $r = 0,40 - 0,599$ (Korelasi cukup)
- d. $r = 0,60 - 0,799$ (Korelasi tinggi)
- e. $r = 0,80 - 1,00$ (Korelasi sangat tinggi)

PENGERTIAN RELAY

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Prinsip Kerja Relay

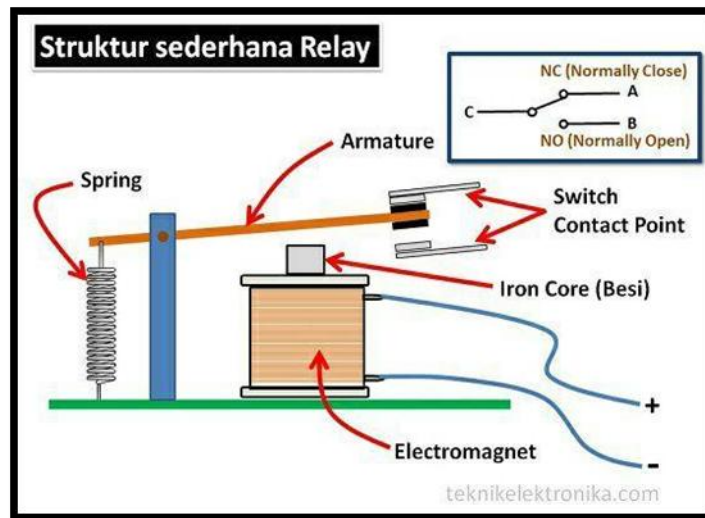
Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

- a. Electromagnet (Coil)
- b. Armature
- c. Switch Contact Point (Saklar)
- d. Spring

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

- a. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup) Normally
- b. Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).

Untuk lebih jelasnya kontak poin ini dapat dilihat pada Gambar 5.

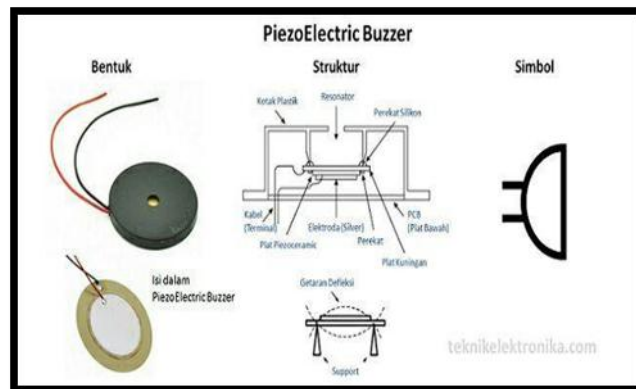


Gambar 5. Struktur Sederhana Relay

Berdasarkan gambar 5 diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi di mana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang masuk dalam keluarga transduser, yang dimana dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Nama lain dari komponen ini disebut dengan beeper. Dalam kehidupan sehari-hari, umumnya digunakan untuk rangkaian alarm pada jam, bel rumah, perangkat peringatan bahaya, dan lain sebagainya. Jenis-jenis yang sering ditemukan dipasaran yaitu tipe piezoelectric. Dipasaran terdapat buzzer dalam bentuk module, seperti Gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Cara Kerja Buzzer

k. SIM808

Modul SIM808 adalah modul GSM dan modul GPS yang digabungkan menjadi satu. Modul SIM808 mendukung jaringan *Quad-Band* dan menggabungkan teknologi GPS untuk navigasi satelit (Gambar 7).



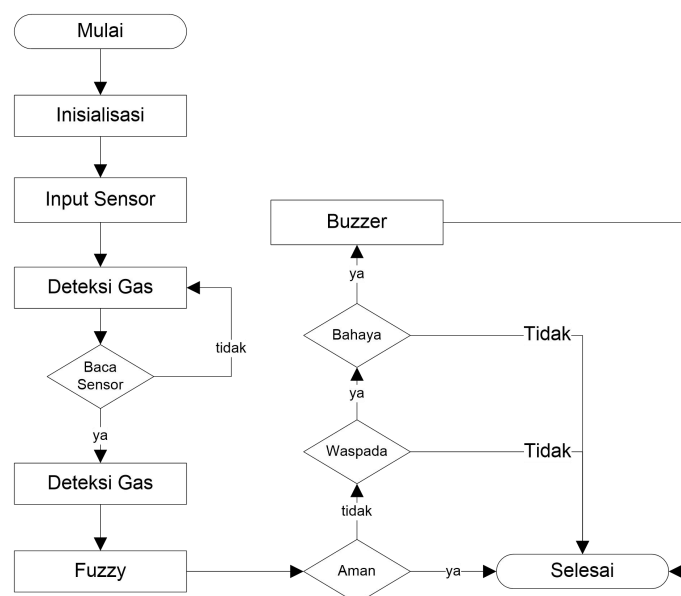
Gambar 7. Modul SIM808 Sumber gambar : forum.arduino.cc

Frekuensi GSM yang digunakan pada SIM808 sebesar 850MHz, 900MHz, 1800MHz, dan 1900MHz. Frekuensi pada modul SIM808 dapat digunakan di Indonesia yang memiliki rentang frekuensi GSM sebesar 900MHz dan 1800MHz. Modul GPS pada SIM808 memiliki sensitifitas penerimaan yang tinggi karena memiliki 66 kanal penerima data dan mendukung teknologi A-GPS (*Assisted Global Positioning System*). A-GPS merupakan penyempurnaan teknologi GPS dengan menggunakan bantuan operator telekomunikasi yang digunakan untuk mempercepat pembacaan lokasi sehingga modul SIM808 dapat digunakan didalam ruangan ketika modul GPS tidak dapat menerima data sinyal dari satelit.

Modul SIM808 bekerja pada tegangan 3.3Volt – 4.4Volt dan memiliki fitur *Power Saving* yang dimana modul SIM808 bekerja pada arus 1mA sehingga dapat menghemat konsumsi daya. Untuk menggunakan SIM808 digunakan perintah yang disebut “ATcommand”. Disebut ATcommand karena semua perintahnya diawali dengan *prefix* AT.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dimulai dari tahap pembuatan diagram alir sistem yang akan dibangun, tahapan penelitian seperti pada gambar 9. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dengan mencari rata-rata data, Data sebelum diproses berupa data alat ukur sensor yang mencatat kadar CO setiap 2 menit sekali dalam 1 jam 12 Menit. Jadi dalam sehari tercatat 36 kali data polusi CO. Berikut adalah output dari alat MQ 7 yang digunakan untuk mendeteksi kendaraan yang umurnya di bawah 5 tahun dan kendaraan yang umurnya di atas 5 tahun.

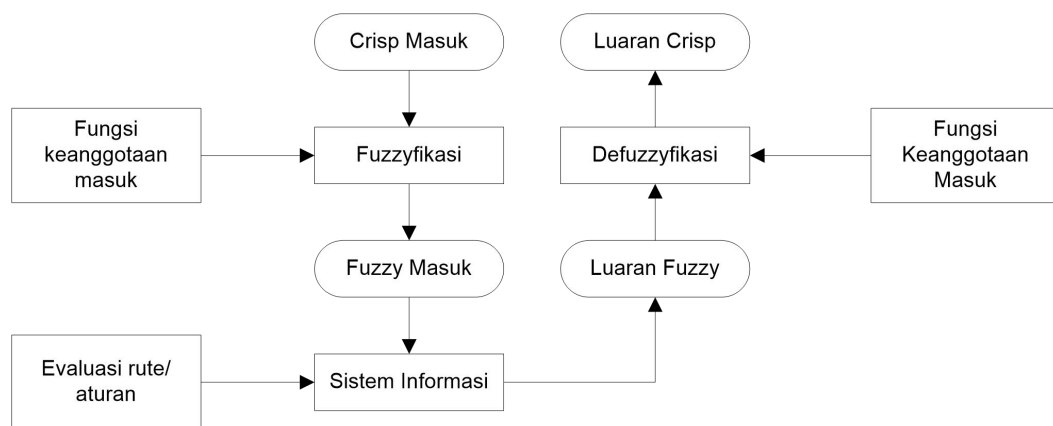


Gambar 9. Diagram Alur

Data yang digunakan adalah data hasil alat pengukur sensor kandungan CO di kendaraan yang umurnya di bawah 5 tahun dan kendaraan yang umurnya di atas 5 tahun. Data diambil dalam waktu 2 hari, diambil data untuk kendaraan yang di bawah 5 tahun pada pukul 18 sampai 21 malam, dan diambil data untuk

kendaraan yang umurnya di atas 5 tahun pada pukul 18 malam sampai dengan 21 malam. Data yang dikumpulkan tersebut selanjutnya akan dicari kemungkinan nilai bahaya dengan menggunakan metode fuzzy. Proses alur kerja metode logika fuzzy dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi adalah proses mengubah crisp input menjadi fuzzy input, yaitu nilai linguistic yang ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan tertentu.
2. Inferensi adalah penalaran dengan menggunakan fuzzy input dan fuzzy rules yang telah ditetapkan sebelumnya sehingga menghasilkan fuzzy output.
3. Defuzzifikasi adalah mengganti fungsi output menjadi crisp value berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.



Gambar 10. Alur Logika Fuzzy

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Gas MQ7

Pengujian pada tahapan ini menggunakan kendaraan yang lebih dari 5 tahun pemakaian sebagai sumber gas karbon monoksida. Pada pengujian kali ini pengukuran dilakukan sebanyak 36 kali pada mobil yang sama dalam waktu 2 Hari. Data sebelum diproses berupa data alat ukur sensor yang mencatat kadar CO setiap 2 menit sekali. Data yang digunakan adalah data hasil alat pengukur sensor kandungan CO di kendaraan yang umurnya di bawah 5 tahun dan kendaraan yang umurnya di atas 5 tahun dalam kondisi sehat dan tidak sehat. Data diambil untuk kendaraan yang di bawah 5 tahun pada pukul 18 sampai 21 malam, dan diambil

data untuk kendaraan yang di atas 5 tahun pada pukul 18 malam sampai dengan 21 malam. Pada proses pengumpulan data dilakukan pencarian rata – rata data. Untuk mencari error atau selisih antara kendaraan saat kipas dalam kondisi mati dan kendaraan saat penyalan kipas dengan menggunakan persamaan 1:

$$error = \text{hasil pengukuran kipas dalam kondisi mati} - \text{hasil pengukuran saat penyalan kipas} \quad (1)$$

Setelah menghitung error, maka hal yang harus dilakukan adalah menghitung rata-rata error menggunakan persamaan 2 dan prosentase errornya pada persamaan 3.

$$Rata - rata \ error = \frac{\text{jumlah error pada percobaan}}{\text{jumlah pengukuran yang dilakukan}} \quad (2)$$

$$Prosentase \ error = \frac{\text{rata-rata error}}{100} \quad (3)$$

Tabel 2 merupakan hasil pengujian pengukuran gas CO yang telah dilakukan.

TABLE 2 HASIL PENGUKURAN GAS CO

Percobaan	Kipas		Error
	Mati	Nyala	
1	13	15	2
2	13	16	3
3	14	14	0
4	12	15	3
5	13	14	1
6	14	14	0
7	13	12	1
8	13	14	1
9	20	14	6

10	11	14	3
11	9	14	5
12	11	13	2
13	12	15	3
14	13	13	0
15	15	13	2
16	14	13	1
17	13	13	0
18	14	13	1
19	15	13	2
20	17	14	3
21	10	13	3
22	15	12	3
23	15	12	3
24	16	12	4
25	16	11	5
26	15	12	3
27	15	11	4
28	16	11	5
29	16	11	5

30	16	11	5
31	16	12	4
32	16	12	4
33	16	10	6
34	16	11	5
35	15	12	3
36	15	11	4
Total			93
Rata – rata error			2,91667
Prosentase error			0,029

Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan perbandingan nilai antara kendaraan saat kipas dalam kondisi mati dan kendaraan saat penyalaan kipas. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengontrolan sistem berjalan dengan baik atau tidak. Pengontrolan pada sistem berfungsi untuk mengendalikan dan mempertahankan keadaan udara dalam ruang kendaraan. Hasil uji dari alat secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 3.

TABLE 3
HASIL PENGUJIAN ALAT KESELURUHAN

Percobaan	Kendaraan saat Kipas Mati	Kendaraan saat Kipas Menyala	Kondisi
1	13	15	Nyalakan Kipas
2	13	16	Nyalakan

			Kipas
3	14	14	Nyalakan Kipas
4	12	15	Nyalakan Kipas
5	13	14	Nyalakan Kipas
6	14	14	Nyalakan Kipas
7	13	12	Nyalakan Kipas
8	13	14	Nyalakan Kipas
9	20	14	Nyalakan Kipas
10	11	14	Nyalakan Kipas
11	9	14	Nyalakan Kipas
12	11	13	Nyalakan Kipas
13	12	15	Nyalakan Kipas
14	13	13	Nyalakan

			Kipas
15	15	13	Nyalakan Kipas
16	14	13	Nyalakan Kipas
17	13	13	Nyalakan Kipas
18	14	13	Nyalakan Kipas
19	15	13	Nyalakan Kipas
20	17	14	Nyalakan Kipas
21	10	13	Nyalakan Kipas
22	15	12	Nyalakan Kipas
23	15	12	Nyalakan Kipas
24	16	12	Nyalakan Kipas
25	16	11	Nyalakan Kipas
26	15	12	Nyalakan

			Kipas
27	15	11	Nyalakan Kipas
28	16	11	Nyalakan Kipas
29	16	11	Nyalakan Kipas
30	16	11	Nyalakan Kipas
31	16	12	Nyalakan Kipas
32	16	12	Nyalakan Kipas
33	16	10	Nyalakan Kipas
34	16	11	Nyalakan Kipas
35	15	12	Nyalakan Kipas
36	15	11	Nyalakan Kipas
Total			93
Rata – rata error			2,91667
Prosentase error			0,029

Perhitungan Fuzzy

Proses perhitungan fuzzy dimulai dari proses sebelum dan setelah kipas menyala. Kendaraan sebelum penyalaan kipas (Input 1) = 9 ppm dan kendaraan setelah penyalaan kipas (Input 2) = 7,7 ppm, untuk di hitung sisi X dengan persamaan 4 dan 5.

$$\text{Jika } y(a, b) = \frac{x-a}{b-a} \quad (4)$$

$$\text{Jika } y(b, c) = \frac{c-x}{c-b} \quad (5)$$

Input 1

$$\begin{aligned}\mu \text{ CO Aman} &= (10 - X) / 5; \\ &= (10 - 9) / 5; \\ &= 0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu \text{ CO Waspada} &= (X - 8) / 6,5 \\ &= (9 - 8) / 6,5 \\ &= 0,15\end{aligned}$$

Input 2

$$\begin{aligned}\mu \text{ CO Aman} &= (8 - X) / 4 \\ &= (8 - 7,7) / 4 \\ &= 0,075\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu \text{ CO Waspada} &= (X - 7,5) / 5,25 \\ &= (7,7 - 7,5) / 5,25 \\ &= 0,038\end{aligned}$$

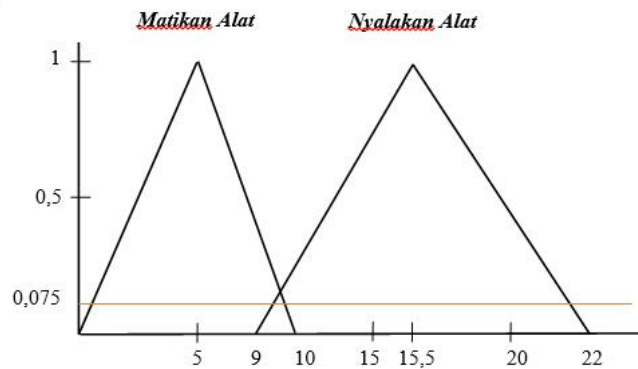
Selanjutnya untuk fungsi implikasi yang digunakan adalah nilai Min, sehingga nilai matikan dan menyalakan kipas seperti pada hasil persamaan 6 dan 7.

$$\begin{aligned}(6) \quad \text{Matikan Kipas} &= \text{Input 1 Aman} \cap \text{Input 2 Aman} \\ &= \text{Min} (\text{Input 1 Aman [9]} \cap \text{Input 2 Aman [7,7]}) \\ &= \text{Min} (0,2 ; 0,075) \\ &= 0,075\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(7) \quad \text{Nyalakan Kipas} &= \text{Input 1 Aman} \cap \text{Input 2 Waspada} \\ &= \text{Min} (\text{Input 1 Aman [9]} \cap \text{Input 2 Waspada [7,7]}) \\ &= \text{Min} (0,2 ; 0,038)\end{aligned}$$

$$= 0,038$$

Berdasarkan hasil perhitungan matikan kipas dan nyalakan kipas diambil nilai tertinggi dan kemudian dibuat dalam bentuk kurva gambar 11 dan hasil dapat dilihat pada persamaan 8 dan 9



Gambar 11. Kurva perhitungan nilai tertinggi

(8) Nyalakan Kipas = Input 1 Waspada \cap Input 2 Aman

$$= \text{Min} (\text{Input 1 Waspada } [9] \cap \text{Input 2 Aman } [7,7])$$

$$= \text{Min} (0,15 ; 0,075)$$

$$= 0,075$$

(9) Nyalakan Kipas = Input 1 Waspada \cap Input 2 Waspada

$$= \text{Min} (\text{Input 1 Waspada } [9] \cap \text{Input 2 Waspada } [7,7])$$

$$= \text{Min} (0,15 ; 0,038)$$

$$= 0,038$$

Perhitungan defuzzyfikasi

Untuk mendapatkan nilai tegas dari metode MOM (*Mean of Maximum*) adalah dengan cara mendapatkan nilai mean atau nilai tengah dari curva tertinggi seperti pada persamaan

$$(10) \quad X = (a + b) / 2$$

$$a = 10 - \text{matikan kipas} \times 5; b = 6,5 + \text{Nyalakan kipas} \times 6,5$$

$$\begin{aligned}
 X &= ((10 - 3,75) + (6,5 + 4,875))/2 \\
 &= (6,25 + 11,375) / 2 \\
 &= 17,625 / 2 \\
 &= 8,82 \text{ (Hasil)}
 \end{aligned}$$

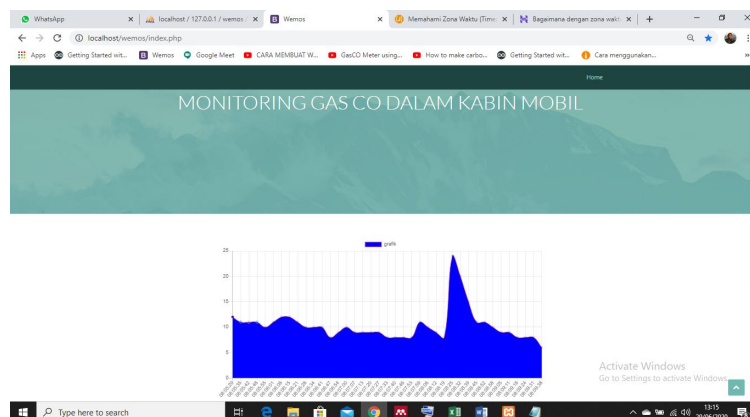
Implementasi

Gambar 12 merupakan halaman kondisi aman dengan warna hijau, kondisi ini muncul saat ambang nilai CO tidak melebihi nilai berbahaya sedangkan warna kuning gejala dalam kondisi peringatan atau waspada dan untuk gambar dengan warna merah dalam kondisi berbahaya.



Gambar 12. Grafik kondisi dalam mobil

Pada gambar 13 halaman dimana ketika sudah masuk ke menu utama, maka admin dapat melihat tampilan pengukuran gas CO yang dapat ditampilkan dari grafik berdasarkan rentang waktu tertentu.



Gambar 13. Tampilan grafik gas CO

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa (1) telah berhasil dibuat sistem pengendalian kadar gas karbon monoksida dalam kabin mobil berbasis logika fuzzy. (2) Setelah dilakukan percobaan maka pada saat sebelum melakukan pengukuran sensor harus dipanaskan selama kurang lebih 20 detik sampai baru sensor dapat digunakan untuk pengukuran, hal tersebut dikarenakan sensor melakukan pembersihan sisa-sisa gas yang terdapat di dalam sensor, setelah itu baru tegangan pada sensor stabil dan dapat dilakukan pengukuran. Saran yang dapat diberikan setelah penelitian ini dapat menambahkan beberapa sensor sehingga dapat diketahui asal kebocoran gas CO.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mittal, S. Pareek, and R. Agarwal, "Efficient Ordering Policy for Imperfect Quality Items Using Association Rule Mining," in *Encyclopedia of Information Science and Technology, Third Edition*, 2014.
- [2] E. T. L. Kusriani, *Algoritma Data Mining*. 2009.
- [3] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*. 2012.
- [4] A. Powell-Morse, "Waterfall Model: What Is It and When Should You Use It?," *Airbrake*, 2016. .
- [5] D. Gupta and H. Arora, "Market Basket Analysis using Apriori and Correlation Measures," *Int. J. Innov. Res. Sci.*, 2017.
- [6] D. Listriani, A. H. Setyaningrum, and F. Eka, "PENERAPAN METODE ASOSIASI MENGGUNAKAN ALGORITMA APRIORI PADA APLIKASI ANALISA POLA BELANJA KONSUMEN (Studi Kasus Toko Buku Gramedia Bintaro)," *J. Tek. Inform.*, 2019.
- [7] R. J. Wieringa, "Entity-Relationship Diagrams," in *Design Methods for Reactive Systems*, 2007.