

## Rancang Bangun Alat Ukur Uji Emisi Kendaraan Gas Karbon Monoksida (CO), Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan Hidrokarbon (HC) Berbasis IoT

Angelia Maharani Purba<sup>1\*</sup>, Efandsah Perdana Siregar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Politeknik Negeri Medan

Jalan Almamater No 1 Kampus USU Medan Indonesia 20155

\*Corresponding author e-mail: [angeliapurba@polmed.ac.id](mailto:angeliapurba@polmed.ac.id),  
[EFANDSAHPERDANASIREGAR@students.polmed.ac.id](mailto:EFANDSAHPERDANASIREGAR@students.polmed.ac.id)

**Abstrak** – Dalam upaya mengatasi masalah pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, penelitian ini merancang alat ukur uji emisi kendaraan gas karbon monoksida (CO), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC) berbasis Internet of Things (IoT). Alat ini bertujuan untuk memantau secara real-time kadar emisi kendaraan dan memberikan notifikasi peringatan jika emisi melebihi batas yang ditentukan. Alat ini menggunakan sensor MQ-2 dan MQ-135 untuk mengukur gas CO, CO<sub>2</sub>, dan HC pada hasil pembakaran kendaraan bermotor secara langsung dari knalpot. Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja dan akurasi alat dalam mendeteksi emisi kendaraan. Hasil pengukuran ditampilkan dalam satuan ppm pada aplikasi Telegram melalui konektivitas IoT. Rancang bangun alat ini diharapkan dapat berkontribusi dalam upaya mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas udara serta lingkungan secara keseluruhan.

**Kata kunci** : Sensor MQ-2, Sensor MQ-135, LCD, Telegram

**Abstract** – In an effort to overcome the problem of air pollution caused by motor vehicle emissions, this research designed an Internet of Things (IoT) based vehicle emissions test tool for carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and hydrocarbon (HC). This tool aims to monitor vehicle emission levels in real time and provide warning notifications if emissions exceed specified limits. This tool uses MQ-2 and MQ-135 sensors to measure CO, CO<sub>2</sub> and HC gases in the combustion products of motor vehicles directly from the exhaust. Tests are carried out to ensure the performance and accuracy of the tool in detecting vehicle emissions. Measurement results are displayed in ppm units on the Telegram application via IoT connectivity. It is hoped that the design of this tool can contribute to efforts to reduce air pollution and improve air quality and the environment as a whole.

**Keywords** : Sensor MQ-2, Sensor MQ-135, LCD, Telegram.

### I. PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Peningkatan mobilitas kendaraan bermotor: dalam beberapa dekade terakhir sangat meningkat. Pertumbuhan populasi dan urbanisasi telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam mobilitas kendaraan bermotor tersebut. Kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar fosil, menjadi sumber utama polusi udara di perkotaan.

Dampak pencemaran udara, emisi dari kendaraan bermotor menghasilkan polusi udara seperti gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC). Polutan-polutan ini berkontribusi pada kualitas udara yang buruk dan dapat menyebabkan pencemaran udara membahayakan kesehatan manusia, dan menyebabkan perubahan iklim global.

Pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor dapat menyebabkan gangguan pernapasan, alergi, iritasi mata, dan masalah kesehatan lainnya. Partikel-partikel mikroskopis dan gas beracun yang dihasilkan, dapat masuk ke dalam sistem pernapasan manusia dan menyebabkan masalah

kesehatan serius, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak, orang tua, dan penderita penyakit pernapasan.

Untuk mengatasi masalah pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor, diperlukan pemantauan dan pengendalian emisi yang efektif. Memahami tingkat emisi gas CO, CO<sub>2</sub>, dan HC dari kendaraan bermotor sangat penting untuk mengambil tindakan yang sesuai dalam mengurangi dampak negatifnya.

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana perangkat elektronik saling terhubung melalui internet dan dapat bertukar data secara otomatis. Dengan menerapkan teknologi IoT dalam alat ukur uji emisi, data pengukuran dapat dikirimkan secara real-time ke platform pemantauan atau aplikasi, memungkinkan pemantauan dan analisis emisi kendaraan secara efisien dan tepat waktu.

Mengingat pentingnya pemantauan dan pengendalian emisi kendaraan bermotor untuk kualitas udara dan kesehatan manusia, maka penelitian ini tentang rancang bangun alat ukur uji emisi kendaraan gas karbon (CO), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC) berbasis IoT menjadi sangat penting. Alat ini diharapkan dapat membantu para ahli lingkungan, regulator, dan masyarakat untuk memahami dan mengatasi masalah emisi kendaraan, serta memberikan kontribusi dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dan kesehatan publik.

#### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pendeteksi kadar emisi Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Karbon monoksida (CO), dan Hidrokarbon (HC) pada kendaraan?
2. Bagaimana proses pengukuran emisi karbon dilakukan secara akurat dan konsisten?
3. Bagaimana sistem pengukuran dapat memberikan informasi atau peringatan jika emisi karbon kendaraan melebihi batas yang diizinkan?

#### C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan maka penulis perlu membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Software yang digunakan dibangun dengan bahasa pemrograman arduino.
2. Alat pemantau kualitas udara berbasis Internet Of Things (IoT) dengan NodeMCU
3. Parameter kesuburuan tanah yang diuji yaitu pH dan kelembaban tanah.

#### D. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur emisi karbon kendaraan bermotor
2. Memantau emisi karbon secara real-time

#### E. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memantau emisi karbon secara terus-menerus, maka dapat membantu pengguna kendaraan untuk mengurangi emisi karbon mereka. Informasi yang diperoleh dari sistem pengukuran dapat digunakan sebagai panduan untuk mengubah kebiasaan mengemudi, memilih rute yang lebih efisien, dan melakukan perawatan yang tepat pada kendaraan, dan pada akhirnya akan mengurangi emisi karbon.

## II. STUDI PUSTAKA

Standar emisi kendaraan mengatur jumlah polutan yang dilepaskan oleh kendaraan dalam bentuk ppm (parts per million). Contohnya, untuk karbon monoksida (CO), standar emisi Euro 6 untuk mobil membatasi emisi CO menjadi kurang dari atau sama dengan 1000 ppm saat kendaraan berada dalam kondisi tertentu. Untuk hidrokarbon (HC), standar emisi Euro 6 membatasi emisi HC menjadi kurang dari atau sama dengan 100 ppm. Nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) memiliki batas emisi kurang dari atau sama dengan 80 ppm sesuai standar emisi Euro 6. Partikulat (PM) diatur agar emisinya kurang dari atau sama

dengan 4.5 ppm untuk mobil diesel sesuai dengan standar emisi Euro 6. Sementara itu, untuk sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), tidak ada batas ppm yang khusus untuk emisi kendaraan, tetapi jika kendaraan menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi, emisi SO<sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar dapat diukur dan diawasi. Standar emisi ini ditetapkan untuk mengurangi dampak polusi kendaraan terhadap kualitas udara dan lingkungan, serta menjaga kesehatan masyarakat.

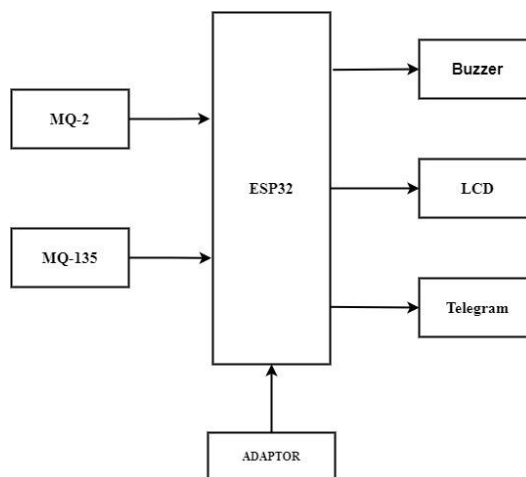
Penelitian yang terkait adalah "Sistem Monitoring Kadar Gas Berbahaya Pada Lokasi Parkiran Bawah Tanah Menggunakan Protokol MQTT". Artikel ini membahas tentang perancangan sistem pengukuran kadar gas pada lokasi parkir bawah tanah menggunakan MQTT berbasis ESP8266 (Dias et al., 2019). Judul penelitian "Carbon Emission Measurement and Monitoring System for Vehicles using Arduino". Artikel ini membahas tentang pengembangan sistem pemantauan polutan udara Mikrokontroler Arduino Uno (Yu et al., 2020).

Berdasarkan referensi yang disebutkan sebelumnya, metode dan perangkat yang digunakan dalam rancang bangun ini mirip dengan penggunaan umumnya untuk menguji kadar polusi udara seperti, karbon monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), ozon permukaan (O<sub>3</sub>), dan partikel debu (PM<sub>10</sub>). Namun, perbedaan utama antara rancang bangun yang akan penulis buat dengan penelitian tersebut terletak pada penggunaan sensor yang hanya mendeteksi 3 jenis polutan. Selain itu, beberapa perangkat dan bahan yang digunakan serta metode penelitian yang diterapkan oleh penulis juga berbeda.

### III. METODE

#### A. Perancangan Blok Diagram

Blok diagram secara keseluruhan dapat terlihat pada Gambar 1.



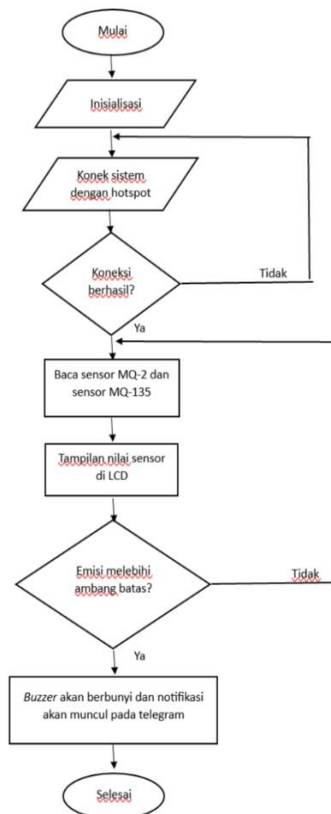
Gambar 1. Blok diagram sistem

Penjelasan Blok Diagram:

1. MQ-2 untuk mendeteksi adanya MQ-2 digunakan sebagai pendeteksi dan mengukur kadar karbon monoksida di udara.
2. MQ-135 sebagai input yang mendeteksi dan mengukur kadar Karbon dioksida di udara.
3. ESP32 sebagai pemroses data inputan yang dikirim oleh sensor, dan akan di kirim menjadi data output ke aplikasi telegram untuk memberikan notifikasi dan mengirim sinyal output ke buzzer untuk membunyikan buzzer sebagai alarm peringatan
4. Buzzer sebagai peringatan ketika data emisi kendaraan yang diukur oleh sensor melebihi ambang batas tetap yang sudah di tetapkan.
5. LCD sebagai penampilan hasil pengukuran dari sensor MQ-2 dan MQ-135
6. Telegram sebagai penampilan juga memberikan notifikasi peringatan bahwasannya emisi kendaraan bermotor sudah melebihi batas kepada pemilik kendaraan.

### B. Flowchart Sistem

Diagram alir (*flowchart*) sistem dari perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart sistem

Pada Flowchart diatas dapat dijelaskan bahwa pada saat masuk ke langkah awal yaitu mulai, maka sistem siap bekerja menerima input berupa data pengukuran kadar emisi pembakaran kendaraan bermotor (CO, CO<sub>2</sub> HC), yang dimana data akan di input oleh inisialisasi sistem, kemudian menghubungkan perangkat ESP32 ke hotspot Handphone, jika koneksi hotspot tidak terkoneksi pada ESP32 maka sistem akan mengulang dan mencari untuk mekoneksikan hotspot.

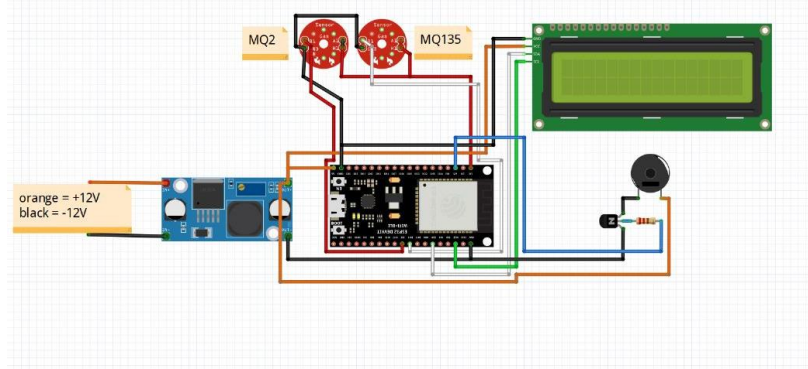
Selanjutnya masuk ke process pada pembacaan data pada sensor MQ-2 dan MQ-135, langkah selanjutnya masuk ke decision yang memiliki fungsi sebagai penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya, pada decision ini memiliki 2 pilihan yaitu ya atau tidak. Pada 2 pilihan ini memiliki output yang sama, yaitu mengeluarkan data emisi melebihi batas atau emisi tidak melebihi batas. Jika emisi melebihi ambang batas maka buzzer berbunyi dan ada notifikasi yang di kirim ke aplikasi telegram, jika emisi tidak melebihi ambang batas maka akan kembali ke pembacaan sensor dan menampilkan ke LCD.

### C. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan ini, akan dibuat rangkaian skematik serta visualisasi alat ukur uji emisi kendaraan gas karbon (CO), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC) berbasis IoT. Rangkaian keseluruhan digabung menjadi satu dan terhubung dengan ESP32. Rangkaian tersebut dapat dilihat secara skematik dan visualisasi

Pada rangkaian Keseluruhan Sistem dapat dilihat pin-pin sensor, LCD dan buzzer yang terkoneksi pada ESP32 berikut penjelasan dari penghubungan dari pin tersebut. Pin B1 pada sensor MQ-2 di hubungkan pada Pin 34 pada ESP32 dan B1 pada sensor MQ-135 pada pin 35 ESP32. Pin A1 dan H1 pada sensor MQ-2 dan Mq-135 di hubungkan pada pin 3,3v pada ESP32. Kaki Gnd pada sensor MQ-2 dan MQ-135 di hubungkan ke pin Gnd pada ESP32. Pada pin Gnd pada LCD di hubungkan ke pin Gnd pada ESP32, Pin VCC pada LCD di buhungkan pada kaki OUTPUT (+) Stepdown, Pin SCL dan SDA pada

LCD dihubungkan ke pin SCL dan SDA pada ESP32. Pin 1 pada buzzer dihubungkan pada kaki kolektor transistor NPN. Pin 2 pada buzzer dihubungkan ke kaki OUTPUT (+) stepdown. Kaki basis pada Transistor NPN di hubungkan pada pin 36 pada ESP32. Sedangkan kaki emitor pada transistor NPN di hubungkan pada kaki OUTPUT (-) pada stepdown. Berikut adalah gambar dari rangkaian keseluruhan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian sistem secara keseluruhan

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dilakukan pada saat alat sudah selesai dikerjakan. Pada bagian ini akan menampilkan hasil dari alat tersebut. Pengujian kadar gas CO, CO<sub>2</sub>, HC pada hasil pembakaran kendaraan bermotor dilakukan dengan cara mengukur langsung ke pembuangan hasil pembakaran kendaraan bermotor (knalpot) dengan hasil satuan ppm (parts per million). ppm (parts per million) adalah satuan pengukuran konsentrasi zat dalam suatu medium. Ini digunakan dalam berbagai bidang, seperti analisis kualitas lingkungan, air, udara, dan tanah. ppm memungkinkan pengukuran konsentrasi zat yang sangat rendah dalam campuran yang lebih besar dengan cara yang lebih mudah dipahami.

Dalam ppm, konsentrasi dinyatakan sebagai perbandingan, bukan jumlah absolut. Misalnya, konsentrasi 10 ppm dalam air berarti ada 10 bagian zat dalam satu juta bagian air. ppm juga ditemukan dalam industri untuk pemantauan dan memastikan kualitas produk serta keselamatan operasi.

Penting untuk memahami bahwa nilai ppm adalah perbandingan, sehingga dalam konteks lingkungan dan industri, ppm membantu dalam mengidentifikasi kadar zat yang berada dalam jumlah sangat kecil dibandingkan dengan komponen utama dari medium tersebut. Hasil dari pengukuran diletakkan pada Tabel 1 hasil uji coba pengukuran.

Pada pengujian alat, terlebih dahulu menentukan batas minimal dari gas CO, CO<sub>2</sub>, dan HC. Batas minimal CO = 99,00 ppm, CO<sub>2</sub> = 999,00 ppm, HC = 5000,00 ppm.

Tabel 1. Hasil pengujian

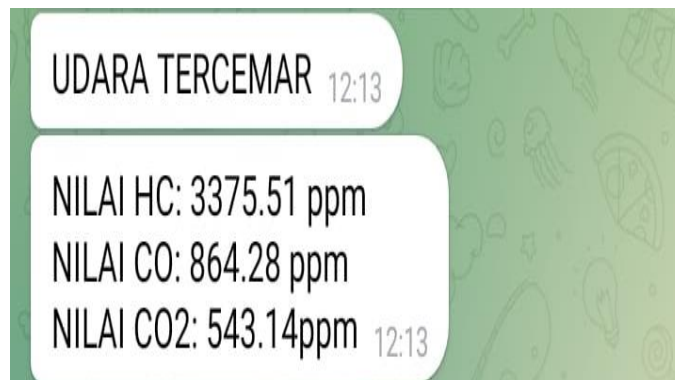
No	Waktu Pengukuran (menit)	Gas CO (ppm)	Gas CO <sub>2</sub> (ppm)	Gas HC (ppm)	Kondisi Buzzer	Notifikasi	Keterangan
1	10 Menit	23,93	432,62	726,72	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
2	10 Menit	21,38	409,72	951,2	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
3	10 Menit	54,06	419,68	501,30	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
4	10 Menit	136,48	420,03	4299	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
5	10 Menit	507,88	437,21	3714,1	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
6	10 Menit	400,65	1,01	2930,9	Tidak Berbunyi	Udara tidak tercemar	Baik
7	10 Menit	437,01	437,01	2770,6	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
8	10 Menit	864,28	10379	3375,5	Berbunyi	Udara tercemar	Baik
9	10 Menit	2967,37	5689,3	2592,65	Berbunyi	Udara tercemar	Baik

Pada pengukuran di atas, terdapat kenaikan dan ada juga penurunan hasil pengukuran alat setiap pengambilan hasil 10 menit sekali, pada kondisi CO, CO<sub>2</sub>, HC melebihi ambang batas ketentuan maka peringatan akan dikirim ke telegram dan penampilan di telegram meliputi peringatan berupa kata-kata dan kondisi dari pengukuran alat, peringatan juga berupa bunyi buzzer yang menandakan bahwa alat mendeteksi bahwa emisi pada kendaraan bermotor melebihi batas ketentuan. Kalibrasi pada sensor

dilakukan dengan menggunakan kodingan yang di mana bertujuan mendapatkan hasil akhir dari pengukuran yang satuannya ppm berikut kodingan kalibrasi dari sensor.



Gambar 4. Hasil Pengukuran CO2



Gambar 5. Hasil Pengukuran dari Emisi Di Telegram

## V. KESIMPULAN

Pada kadar gas CO 864,28 ppm, gas CO<sub>2</sub> 10379 ppm, dan HC 3375,5 ppm, maka udara dalam kondisi tercemar dikarenakan melebihi batas maksimum standart emisi pada alat. Pada saat kondisi udara tercemar, maka buzzer akan berbunyi dan telegram akan memberikan notifikasi bahwasannya udara tercemar dan rentang waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengujian sekitar 10 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dias, S., Kurniadi, W., Hannats, M., Ichsan, H., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem Monitoring Kadar Gas Berbahaya Di Lingkungan Industri Menggunakan Protokol MQTT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(1).
- Yu, W., Wang, T., Xiao, Y., Chen, J., & Yan, X. (2020). A carbon emission measurement method for individual travel based on transportation big data: The case of nanjing metro. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph17165957>