



## *Design of Carbon Monoxide Emission Measurement Tool Based on Honda Vario 150 Fuel Type at Semarang University*

### **Perancangan Alat Ukur Emisi Carbon Monoxide Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Minyak Honda Vario 150 di Universitas Semarang**

**Ahmad Yahya<sup>1\*</sup>, Muhammad Amirul Islah<sup>2</sup>, Whisnumurti Adhiwibowo<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi,  
Universitas Semarang, Indonesia

E-Mail: <sup>1</sup>G211210097@student.usm.ac.id, <sup>2</sup>G211210110@student.usm.ac.id, <sup>3</sup>whisnu@usm.ac.id

*Received Aug 16th 2024; Revised Oct 1st 2024; Accepted Oct 7th 2024*  
*Corresponding Author: Ahmad Yahya*

#### **Abstract**

*Air pollution in the city of Semarang, the capital of Central Java Province, has become a serious problem along with the rapid growth of motor vehicles and industrial activities. This study aims to measure and analyze the impact of motor vehicle exhaust emissions on air quality in the environment of Universitas Semarang, focusing on Carbon Monoxide (CO) emissions produced by various types of fuel. An Internet of Things (IoT)-based emission measurement tool using the MQ-7 gas sensor and NodeMCU ESP8266 was developed to detect emission levels in real-time. The research results show that motor vehicles, particularly those using 'Pertalite' fuel, contribute significantly to high CO emissions. Analysis using the Decision Tree Regression model indicates that 'Pertamax' fuel has lower CO emissions, with a squared error of 162.544 compared to 'Pertalite', which reaches 433.496. In addition, this emission measuring device provides an effective solution for monitoring air pollution levels on the campus, helping in decision-making regarding environmental management and the selection of more environmentally friendly fuels. Based on the results of this study, it is recommended to enhance the monitoring of motor vehicle emissions and encourage the use of more environmentally friendly fuels, such as 'Pertamax', to reduce the negative impact of air pollution in the campus environment.*

*Keyword: Carbon Monoxide, Exhaust Gas Emissions, Honda Vario, MQ-7 sensor*

#### **Abstrak**

Pencemaran udara di Kota Semarang, ibukota Provinsi Jawa Tengah, telah menjadi masalah serius seiring dengan pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dan kegiatan industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis dampak emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap kualitas udara di lingkungan Universitas Semarang, dengan fokus pada emisi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh berbagai jenis bahan bakar. Alat ukur emisi berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor gas MQ-7 dan NodeMCU ESP8266 dikembangkan untuk mendeteksi tingkat emisi secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendaraan bermotor, khususnya yang menggunakan bahan bakar 'Pertalite', berkontribusi signifikan terhadap tingginya emisi CO. Analisis menggunakan model regresi pohon keputusan (Decision Tree Regression) menunjukkan bahwa bahan bakar 'Pertamax' memiliki tingkat emisi CO yang lebih rendah, dengan squared error sebesar 162.544 dibandingkan dengan 'Pertalite' yang mencapai 433.496. Selain itu, alat pengukur emisi ini memberikan solusi efektif untuk memantau tingkat polusi udara di area kampus, yang dapat membantu pengambilan keputusan terkait pengelolaan lingkungan dan pemilihan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk meningkatkan pemantauan emisi kendaraan bermotor serta mendorong penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, seperti 'Pertamax', guna mengurangi dampak negatif pencemaran udara di lingkungan kampus.

Kata Kunci: Emisi Gas Buang, Honda Vario, Karbon Monoksida, Sensor MQ-7

#### **1. PENDAHULUAN**

Pencemaran udara merupakan masalah yang selalu ada di kota-kota besar, salah satunya kota Semarang. Sebagai ibukota Provinsi Jawa Tengah, kota tersebut berkembang pesat, baik dalam bidang transportasi maupun industrinya. Kota Semarang pun terus membangun berbagai macam fasilitas perkotaan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor dan industri

meningkatkan pencemaran udara di kota Semarang [1]. Pencemaran udara menjadi masalah serius karena memberikan dampak negatif. Dampak negatif tersebut seperti menyebabkan terganggunya kesehatan manusia seperti gangguan pernapasan, jantung, kanker dan kerusakan sistem ginjal. Selain berdampak langsung kepada kesehatan manusia pencemaran udara juga memiliki dampak kepada kerusakan lingkungan seperti perubahan iklim dan hujan asam, bahkan kerugian ekonomi. Ini menjadikan perlunya dilakukan pengendalian pencemaran udara terutama yang berasal dari aktivitas kendaraan bermotor [2].

Seiring bertambahnya jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran udara juga semakin meningkat. Semakin tingginya angka pencemaran udara di berbagai kota besar di Indonesia saat ini semakin memprihatinkan. Fakta menunjukkan bahwa bahan-bahan pencemar udara seperti *Particulate Matter* (PM), *Carbon Monoxide* (CO), dan *Hydrocarbon* (HC) kini telah melampaui ambang batas baku mutu udara ambient. Jenis-jenis polutan di atas selain mengurangi kenyamanan secara umum juga berpengaruh buruk pada kesehatan. Hasil penelitian lebih lanjut mengungkap bahwa kendaraan bermotor merupakan kontributor terbesar atas menurunnya kualitas udara. Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO, O<sub>2</sub> dan senyawa NO<sub>x</sub>, sedangkan pada negara-negara yang standar emisinya tidak terlalu ketat, hanya mengukur 4 unsur dalam gas buang yaitu senyawa HC, CO, CO dan O<sub>2</sub> [3].

Pencemaran udara di Universitas Semarang mengakibatkan kualitas lingkungan di sekitarnya semakin tidak sehat. Pencemaran udara disebabkan oleh banyaknya kendaraan yang ada di kampus. Hal ini diperparah dengan adanya parkir yang melalui dan menyatu dengan Gedung dan kantin di Universitas Semarang. Emisi gas buang dari kendaraan dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan. Salah satu emisi gas buang kendaraan adalah gas monoksida (CO). Selanjutnya emisi gas buang yang paling signifikan adalah dari kendaraan bermotor ke atmosfer berdasarkan massa adalah gas monoksida (CO) dan uap air (H<sub>2</sub>O) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar [4].

Untuk itu, dibutuhkan suatu alat yang dapat berfungsi untuk mengukur kadar emisi gas buang CO kendaraan [5]. Uji emisi bertujuan untuk mengukur tingkat polusi yang disebabkan oleh pembakaran mesin kendaraan bermotor [6]. Dalam konteks lingkungan Universitas Semarang, layak atau tidaknya kendaraan bermotor beroperasi tergantung pada batasan tingkat emisi yang ditetapkan untuk jenis kendaraan tersebut [7]. Penelitian ini penting karena kendaraan bermotor adalah salah satu sumber utama polusi udara yang dapat memengaruhi kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan di jalan, pengukuran emisi gas buang CO menjadi krusial untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [8].

Dalam kajian sebelumnya, beberapa peneliti telah mengembangkan alat ukur emisi gas buang CO. Misalnya, penelitian oleh Sasmita pada tahun 2023 yang merancang sistem monitoring kualitas udara pada gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida [9]. Selain itu, studi oleh Sulistiyanti dan Murdika pada tahun 2023 juga meneliti penerapan sensor gas MQ-7 yang menunjukkan efektivitas alat dalam mengidentifikasi tingkat emisi CO [10]. Penelitian lain oleh Sastryawan dan Susanti pada tahun 2023 mengeksplorasi metode pengukuran emisi CO pada kendaraan dengan menggunakan teknologi sensor modern untuk mendapatkan data yang lebih akurat [11]. Terakhir, penelitian oleh Mulia dan rekan rekannya pada tahun 2019 membahas pengembangan alat yang dapat memantau emisi CO secara real-time [12]. Referensi-referensi ini menunjukkan bahwa masih ada potensi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pengukuran emisi gas CO.

Kendati demikian, terdapat kesenjangan penelitian dalam hal integrasi berbagai fitur dalam satu alat untuk pengukuran emisi CO secara lebih efektif. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih fokus pada metode pengukuran tradisional tanpa mempertimbangkan kemudahan penggunaan dan akurasi yang lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat ukur emisi CO yang dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif dan akurat mengenai tingkat emisi gas CO pada kendaraan bermotor. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya pengendalian polusi udara di lingkungan kampus.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

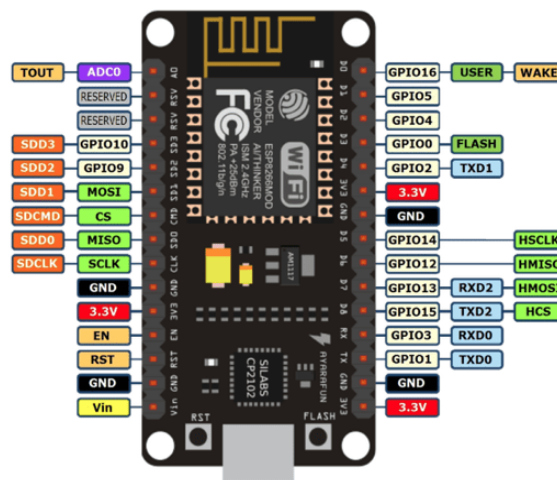
Dalam penelitian "Efektivitas Penggunaan Sensor MQ-7 Terintegrasi Aplikasi" yang dilakukan oleh M Lestari, penelitian difokuskan pada uji efektivitas sensor MQ-7 dalam mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO) dan mengintegrasikannya dengan aplikasi [13]. Hasil penelitian ini memberikan wawasan baru terkait kehandalan sensor MQ-7 dan potensinya dalam aplikasi pemantauan gas beracun pada lingkungan sekitar. I Saputra dalam "Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan" pada tahun 2023 melaporkan hasil penelitiannya tentang nilai akurasi sensor dan kelayakan motor dengan mencari nilai akurasi sensor MQ-7. Penelitian ini membahas kelayakan motor sesuai dengan nilai emisi gas CO. Temuan ini dapat berkontribusi pada pemahaman lebih lanjut tentang parameter keandalan sensor MQ-7 dalam konteks pengukuran emisi gas [14]. Selanjutnya, dalam Jurnal SIMETRIS edisi November 2020, AD Prasetyo dan rekan-rekannya melaporkan penelitian mereka yang menggunakan sensor MQ-7 berbasis *Arduino Uno R3* untuk pengukuran emisi gas CO. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem pemantauan kualitas udara dengan mengintegrasikan sensor terse-but.

Dengan pendekatan ini, hasil penelitian mem-berikan informasi tentang emisi gas *CO* pada ling-kungan sekitar, dengan potensi aplikasi dalam peman-tauan polusi udara di wilayah tertentu [15].

Dari tinjauan pustaka terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang menggunakan Sensor *MQ-7* untuk pengukuran emisi *CO* pada kendaraan, dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan teknologi sensor da-lamperancangan alat ukur emisi gas merupakan langkah inovatif. Dalam merancang Smart Monitoring Perangkat Ukur Emisi *CO* pada Kendaraan di Universitas Semarang dengan Sen-sor *MQ-7*, berikut adalah daftar alat dan bahan yang akan digunakan:

**2.1. NodeMCU ESP8266**

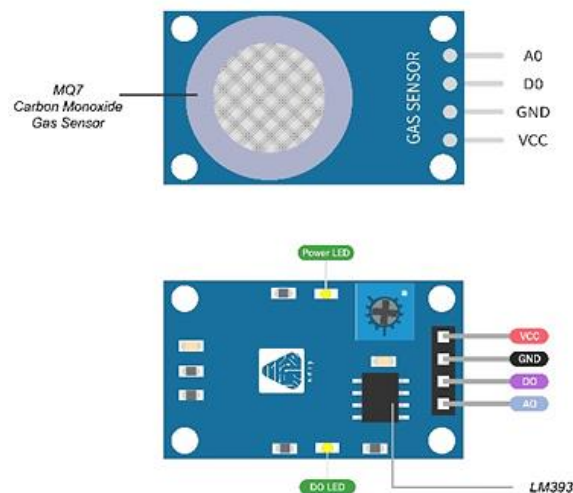
*NodeMCU* adalah sebuah microcontroller yang sudah dilengkapi dengan module WIFI ESP8266 didalamnya, sehingga *NodeMCU* sebenarnya sama saja seperti *Arduino* hanya saja memiliki kelebihan sudah memiliki WIFI, sehingga cocok untuk project *IoT*. *NodeMCU ESP8266* memiliki 4MB flash, 11 pin GPIO (10 diantaranya bisa dipakai untuk PWM), 2 pasang UART, 1 pin ADC, *WiFi* 2,4GHz serta mendukung WPA/WPA2, *NodeMCU* bisa juga diprogram dengan memakai Bahasa LUA dan Bahasa C dengan menggunakan *Arduino* [16].



Gambar 1. *NodeMCU ESP8266*

**2.2. Sensor MQ-07**

*MQ-07* adalah sebuah Sensor gas yang dipakai dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (*CO*). Sensor ini sangat *COCOK* untuk mendeteksi gas *CO* dengan jangkauan pendeteksi gas *CO* dengan jangkauan deteksi mulai dari 20 sampai 2000ppm (Part per Million) untuk ampuh mengukur gas karbon monoksida. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat. *MQ-07* memiliki 4 pin, 2 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin digunakan untuk memberi pemanasan material Sensor. Fitur dari sensor gas *MQ-7* ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (*CO*), stabil, dan berumur Panjang [17].



Gambar 2. *Sensor MQ-07*

### 2.3. LCD I2C 16x2

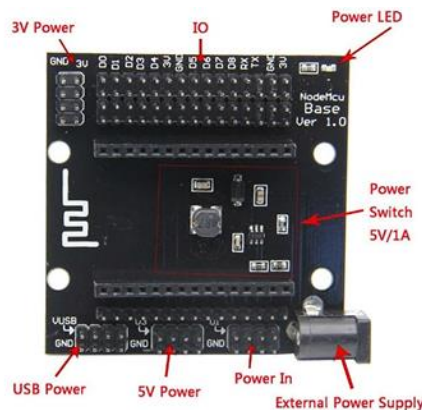
Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Liquid Cristal Display (LCD) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS) logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik [18]



Gambar 3. LCD I2C 16x2

### 2.4. Base Plate NodeMCU

Base plate *NodeMCU* ESP-8266 merupakan sebuah board yang difungsikan sebagai papan sirkuit yang dapat menghubungkan semua pin-pin yang terdapat pada board Node MCU ESP-8266 agar dapat terhubung dengan sebuah komponen lain agar dapat rapi dan terstruktur [19].



Gambar 4. Base Plate *NodeMCU*

### 2.5. Kabel Jumper (Female To Female)

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan alat mikrokontroler tanpa memerlukan solder. Kegunaan kabel jumper ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

### 2.6. *Firestore*

*Firestore* menyediakan serangkaian alat dan software yang berfungsi untuk pengembangan aplikasi seperti manajemen data, API, integrasi social media dan push notifications [20].

### 2.7. *Kodular*

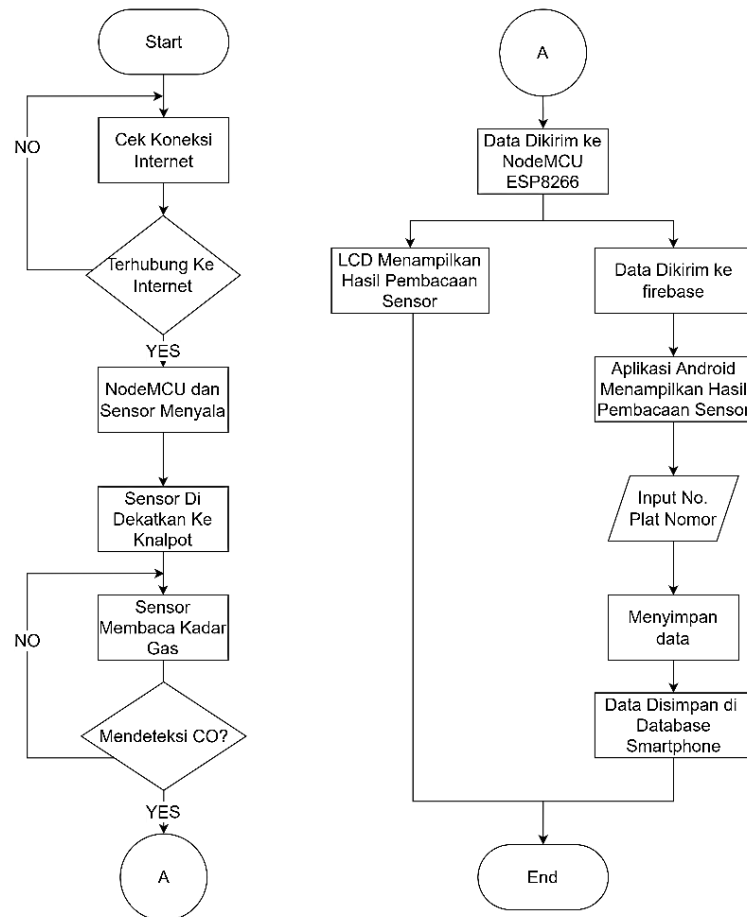
*Kodular* merupakan aplikasi berbasis web based yang dapat membantu para pengembang dalam membangun aplikasi berbasis android. Dengan menggunakan konsep 'drag and drop', *Kodular* menjadi aplikasi yang sangat populer digunakan oleh pengembang dalam membangun aplikasi berbasis android [21].

**2.8. Arduino IDE**

Arduino IDE adalah software untuk menulis kode dan mengunggah kode ke papan microCOntroller seperti Arudino Uno, NodeMCU, Sparkfun dll.

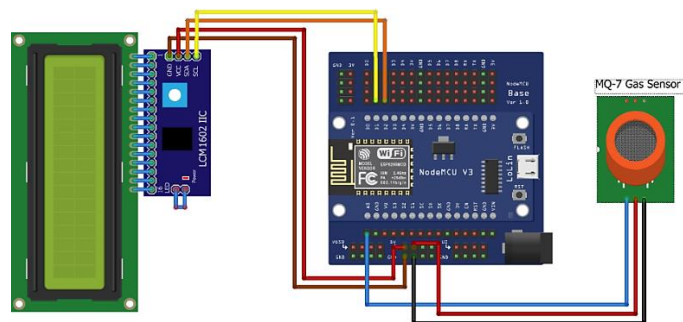
**3. PERANCANGAN DAN METODE**

Flowchart digunakan untuk memudahkan user menggambarkan jalannya sebuah sistem yang akan dibuat, sehingga akan membantu dalam pembacaan gambaran hasil jadi dari alat yang akan dibuat. Flowchart sistem ditunjukkan pada gambar 5.



**Gambar 5. Flowchart Sistem**

Berdasarkan pada *Flowchart* Gambar 5 diatas, alat akan langsung bisa di gunakan jika sudah terhubung dengan internet . Dan sensor yang didekatkan ke knalpot kendaraan dapat langsung membaca gas karbon monoksida pada kendaraan tersebut. Hasil dari pembacaan sensor tesebut akan ditampilkan pada LCD pada alat dan aplikasi di Smartphone. Di aplikasi tersebut dapat meng-input plat nomor kendaraan yang ujikan dan menyimpan data tersebut melalui aplikasi. Hasil data yang disimpan dapat di lihat di dalam menu aplikasi.



**Gambar 6. Skema Rangkaian**

Untuk memperjelas penggunaan pin pada Gambar 6, tabel 1 merupakan penggunaan pin dari setiap komponen:

**Tabel 1.** Penggunaan *Pin* Untuk *MQ-7*

Pin <i>NodeMCU</i>	Pin <i>MQ-7</i>
3V	VCC
A0	Analog Input
GND	GND

Tabel 1 menunjukkan hubungan antara pin pada NodeMCU dan pin pada sensor gas MQ-7, yang merupakan sensor untuk mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO). Setiap pin memiliki fungsi spesifik dalam memastikan sensor beroperasi dengan baik dan data dapat dikirimkan ke NodeMCU.

1. Pin 3V (NodeMCU) ke VCC (MQ-7). Pin ini digunakan untuk memberikan tegangan 3.3V ke sensor MQ-7. Tegangan ini dibutuhkan untuk mengaktifkan sensor sehingga dapat melakukan pengukuran konsentrasi gas di sekitarnya.
2. Pin A0 (NodeMCU) ke Analog Input (MQ-7). Pin ini bertugas menghubungkan sinyal keluaran analog dari sensor MQ-7 ke NodeMCU. MQ-7 menghasilkan sinyal analog yang bervariasi tergantung pada konsentrasi gas CO yang terdeteksi. NodeMCU menggunakan pin ini untuk membaca dan menginterpretasi sinyal tersebut sebagai nilai konsentrasi gas.
3. Pin GND (NodeMCU) ke GND (MQ-7). Ground (GND) digunakan untuk menghubungkan ground sensor dengan ground NodeMCU, yang diperlukan untuk melengkapi rangkaian listrik dan memastikan arus listrik dapat mengalir dengan benar.

Secara keseluruhan, tabel ini menjelaskan cara menghubungkan sensor MQ-7 dengan NodeMCU secara fisik, serta bagaimana masing-masing pin berfungsi untuk mendeteksi dan mengirimkan data konsentrasi gas karbon monoksida ke mikrokontroler untuk diolah lebih lanjut. Penggunaan *Pin* Untuk *LCD I2C 16x2* ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Penggunaan *Pin* Untuk *LCD I2C 16x2*

Pin <i>NodeMCU</i>	Pin <i>I2C</i>
D1	SLC
D2	SDA
VIN	VCC
GND	GND

Penelitian ini merancang sebuah alat untuk sistem monitoring suhu dan karbon monoksida (CO) yang bertujuan mengukur tingkat polusi udara dengan memanfaatkan teknologi berbasis Internet of Things (IoT). Rangkaian perangkat ini terdiri dari mikrokontroler NodeMCU yang berperan sebagai pusat penerima data dari sensor-sensor yang digunakan. Data yang diperoleh dari sensor akan ditampilkan pada layar LCD 16x2 serta dikirimkan ke database hosting untuk menyajikan informasi mengenai kualitas udara secara real-time. Sensor MQ-7, yang terletak di bagian kanan atas perangkat, digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO). Data hasil pengukuran oleh sensor ini kemudian dikirimkan ke NodeMCU untuk diproses lebih lanjut. Di sisi kiri perangkat, terdapat layar LCD 16x2 yang menampilkan informasi yang dikumpulkan oleh sensor secara langsung. Data tersebut dikirimkan oleh NodeMCU setelah terlebih dahulu disimpan di dalam sistem.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT yang relevan dengan penelitian ini. Misalnya, penelitian oleh Rosa dan rekan-rekannya pada tahun 2020 yang mengembangkan sistem deteksi polusi udara menggunakan sensor gas MQ-7 untuk memantau kadar CO di lingkungan perkotaan [22]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan pembacaan yang akurat dan real-time melalui aplikasi berbasis web. Selanjutnya, penelitian oleh Puspaningrum dan rekan-rekannya pada tahun 2020 meneliti sistem IoT untuk memantau suhu dan gas berbahaya di dalam ruangan. Mereka menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor MQ-135, serta menampilkan hasilnya melalui aplikasi mobile. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan efektivitas pengawasan lingkungan secara otomatis [23]. Selain itu, penelitian oleh Hasanuddin dan Herdianto pada tahun 2023 juga mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau kualitas udara dalam ruangan, yang menghasilkan peningkatan kesadaran pengguna terhadap kualitas udara yang mereka hirup [24].

Dengan mengacu pada penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini diharapkan dapat melengkapi studi-studi sebelumnya dengan menyediakan sistem yang terintegrasi untuk memantau suhu dan gas karbon monoksida (CO) secara real-time menggunakan perangkat berbasis IoT, serta menyajikan data yang dapat diakses oleh pengguna melalui platform online.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Implementasi Alat Monitoring

Pada rangkaian perangkat dibawah terdiri dari mikrokontroler *NodeMCU* yang berada di tengah bawah berfungsi sebagai penerima data yang didapat oleh sensor yang kemudian data tersebut akan dikirimkan ke layar LCD 16 X 2 dan Database *Firebase* untuk menampilkan data informasi tentang keadaan kualitas udara. Lalu ada perangkat *MQ-07* yang berada di bagian sisi kiri yang berfungsi mendeteksi gas karbon monoksida (*CO*), dan kemudian data yang diperoleh akan dikirimkan ke perangkat *NodeMCU*. Pada sisi pada bagian atas terdapat perangkat LCD 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan langsung data informasi yang dikumpulkan oleh perangkat Sensor yang disimpan lalu kemudian dikirm oleh *NodeMCU*.



Gambar 7. Implementasi Alat Monitoring

##### 4.2. Implementasi Database

Implementasi database menggunakan *Firebase* memberikan solusi efisien dan skalabel untuk pengelolaan data aplikasi. Langkah awalnya adalah membuat proyek *Firebase* dan mengonfigurasi akses database. *Firebase* menyediakan API yang kuat untuk menyinkronkan data antara server dan klien, sehingga perubahan data segera terlihat tanpa perlu me-refresh halaman. Keamanan *Firebase* memastikan kontrol akses data dengan mudah, melindungi informasi sensitif dari akses tidak sah. Dengan *Firebase*, implementasi database menjadi lebih cepat dan sederhana. Tabel Rancangan Struktur Database ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Rancangan Struktur Database

Field Name	Data Type
No	Int
Merk Kendaraan	Varchar
Tahun Pembuatan	Int
Tipe Mesin	Varchar
BBM Jenis	Varchar
Transmisi	Varchar
Plat Nomor	Varchar
Gas CO2	Decimal

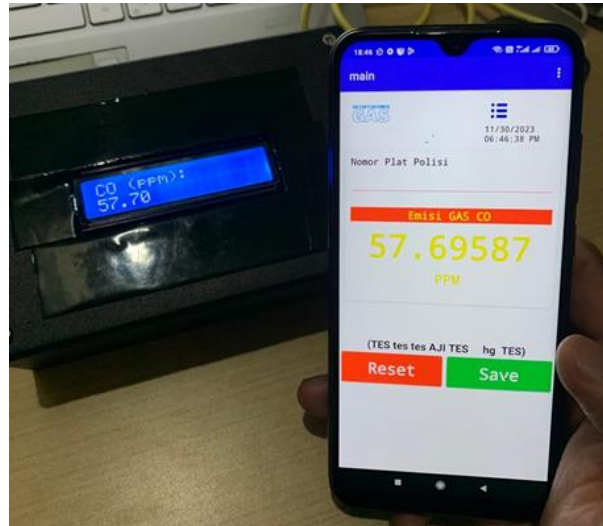
Tabel di atas merupakan rancangan struktur database untuk menyimpan informasi terkait kendaraan bermotor. Setiap entri dalam tabel ini memiliki beberapa kolom yang menggambarkan atribut penting dari kendaraan, dimulai dengan No sebagai pengenalan unik yang menggunakan hingga atribut Gas CO2. Tabel ini



dirancang untuk memberikan struktur yang jelas dan terorganisir, memudahkan pengelolaan dan analisis data kendaraan.

#### 4.3. Implementasi Program

Program alat uji sensor gas CO menggunakan Kodular untuk antarmuka Android memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memantau kadar CO secara real-time. Dengan tampilan yang intuitif, program menampilkan pembacaan sensor, memberikan notifikasi bahaya jika diperlukan, dan menyediakan kontrol untuk menginisiasi pengukuran ulang. Implementasi program dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Implementasi Program

#### 4.4. Pengujian Komponen Alat & Sistem

Proses pengujian sistem dilakukan dengan menyatukan komponen-komponen yang terdapat pada perangkat, dan hasil data akan dikirimkan ke aplikasi Android untuk diakses melalui perangkat pintar. Uji COba ini dilakukan dengan tujuan menilai kinerja optimal dari alat pemantauan dan aplikasinya. Hal ini dilakukan guna memastikan bahwa baik perangkat maupun aplikasi dapat beroperasi secara efisien. Pengujian Komponen Alat dan Sistem ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Komponen Alat dan Sistem

Kasus Uji	Data Pengujian	Hasil Pengujian
NodeM-CU dan Sensor	NodeM-CU dan Sensor	Berhasil
	Menampilkan Halaman Menu Login	Berhasil
Front end alat monitoring polusi udara	Menampilkan Kolom Input Data	Berhasil
	Menampilkan tombol Reset dan Save	Berhasil
	Menampilkan Logo	Berhasil
	Menampilkan Menu Data	Berhasil
Back end alat monitoring polusi udara	Mengambil Data	Berhasil
	Menampilkan hasil Data	Berhasil
	Menyimpan dan Menghapus Data	Berhasil

#### 4.5. Pengujian Sensor MQ-07

Berikut adalah proses pengujian Sensor MQ-07. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sensor MQ-07, melibatkan serangkaian uji COba menggunakan berbagai jenis kendaraan di lingkungan Universitas Semarang. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan apakah sensor MQ-07 beroperasi secara optimal dan dapat berfungsi dengan baik dalam mengidentifikasi variasi kualitas udara yang disebabkan oleh berbagai kendaraan di area tersebut. Pengujian Sensor MQ-07 ditunjukkan pada tabel 5.

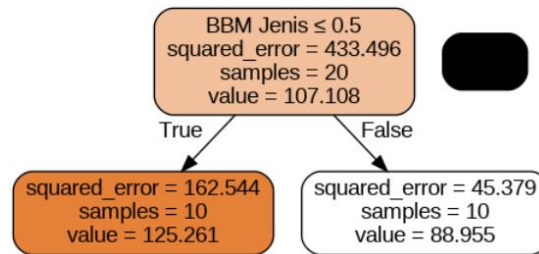
Tabel 5. Pengujian Sensor MQ-07

No	Merk Kendaraan	Tahun Pembuatan	Tipe Mesin	BBM Jenis	Transmisi	Plat Nomor	Gas CO2
1	Honda Vario 150	2018	Injeksi	Pertalite	Matic	H 2131 IN	116,2558
2	Honda Vario 150	2018	Injeksi	Pertalite	Matic	H 3862 AC	135,3472
3	Honda Vario 150	2018	Injeksi	Pertamax	Matic	K 2591 BGC	98,80183
4	Honda Vario 150	2018	Injeksi	Pertalite	Matic	H 2414 WG	135,3472





Terlihat pada gambar 10 bahwa penggunaan jenis bahan bakar Pertamina cenderung menghasilkan nilai Gas CO yang lebih rendah dibandingkan dengan Peralite. Grafik garis lurus dari kiri ke kanan memperlihatkan sejauh mana perubahan emisi Gas CO terjadi pada setiap jenis BBM. Meskipun terdapat variasi dalam pengukuran, grafik memudahkan untuk melihat tren umum dan perbandingan antar jenis bahan bakar. Terlebih lagi, visualisasi ini memberikan gambaran yang jelas tentang dampak jenis BBM terhadap lingkungan pada kendaraan Honda Vario 150 tahun 2018. Secara khusus, terlihat bahwa penggunaan Pertamina pada beberapa pengukuran memiliki tingkat emisi yang lebih rendah sebesar 10-20% dibandingkan dengan Peralite.



**Gambar 11.** Hasil Decision Tree

Kode tersebut mengimplementasikan model Decision Tree Regression untuk memprediksi emisi CO kendaraan berdasarkan beberapa fitur seperti jenis BBM, transmisi, dan tahun pembuatan. Setelah mempersiapkan data dan melakukan label encoding pada variabel kategorikal, dataset difilter untuk hanya mempertimbangkan kendaraan dengan jenis bahan bakar 'Pertalite' dan 'Pertamax'. Selanjutnya, data dibagi menjadi set pelatihan dan pengujian, dan model Decision Tree dilatih menggunakan keseluruhan dataset yang sudah difilter. Pohon keputusan yang dihasilkan divisualisasikan dan disajikan dalam bentuk gambar untuk memahami struktur keputusan. Pengecekan ukuran data setelah penyaringan dilakukan untuk memastikan bahwa dataset memiliki ukuran yang cukup untuk melatih model. Keseluruhan, kode ini memberikan gambaran tentang penggunaan Decision Tree Regression dalam konteks prediksi emisi CO kendaraan berdasarkan beberapa atribut tertentu.

Saat  $BBM\ Jenis < 0.5$ . Model memeriksa apakah jenis bahan bakar (BBM Jenis) kurang dari 0.5, dan kondisi ini terpenuhi sebanyak 100%. Jika ya (%100), maka model memprediksi emisi CO dengan squared error sebesar 433.496. Total 20 sampel kendaraan memenuhi kondisi ini, mencakup seluruh dataset. Nilai prediksi (value) untuk kelompok ini adalah 107.108.

Kondisi  $BBM\ Jenis < 0.5$  Tidak Terpenuhi (FALSE). Kondisi sebelumnya tidak terpenuhi (%0), dan model memeriksa kondisi lain untuk menentukan jalur yang diambil. Jika kondisi baru terpenuhi (%100), model memprediksi emisi CO dengan squared error sebesar 162.544. Total 10 sampel kendaraan memenuhi kondisi ini, mencakup sebagian dari dataset yang tidak memenuhi kondisi pertama. Nilai prediksi (value) untuk kelompok ini adalah 125.261.

Kondisi  $BBM\ Jenis < 0.5$  TRUE. Kedua kondisi sebelumnya tidak terpenuhi (%0), dan model memprediksi emisi CO dengan squared error sebesar 45.379. Total 10 sampel kendaraan memenuhi kondisi ini, juga mencakup sebagian dari dataset yang tidak memenuhi kondisi pertama. Nilai prediksi (value) untuk kelompok ini adalah 88.955.

Berdasarkan analisis, kami dapat menyimpulkan bahwa jenis bahan bakar (BBM Jenis) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap prediksi emisi CO pada kendaraan. Ditemukan bahwa kendaraan yang menggunakan 'Pertalite' memiliki squared error yang lebih tinggi sebesar 433.496, menunjukkan bahwa model Decision Tree mengalami kesulitan dalam memprediksi emisi CO secara akurat untuk jenis BBM ini. Sebaliknya, untuk kendaraan dengan jenis bahan bakar 'Pertamax', squared error lebih rendah sebesar 162.544, menunjukkan tingkat akurasi yang lebih baik dalam prediksi emisi CO. Dengan menganalisis perbandingan persentase, dapat dikatakan bahwa kendaraan dengan 'Pertamax' memiliki hasil prediksi yang lebih baik sebesar 100%, sementara kendaraan dengan 'Pertalite' hanya mencapai 50% dari total dataset.

Analisis ini memberikan wawasan penting bagi pengambilan keputusan terkait efisiensi dan dampak lingkungan kendaraan. Dengan mengetahui bahwa 'Pertamax' memberikan squared error lebih rendah, dapat dianggap bahwa jenis bahan bakar ini lebih baik dalam mengurangi emisi CO dibandingkan dengan 'Pertalite'.

## 5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji alat ukur emisi CO berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor MQ-7 di Kota Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencemaran udara, yang disebabkan oleh pertumbuhan pesat kendaraan bermotor dan industri, merupakan masalah serius yang berdampak pada kesehatan manusia, kerusakan lingkungan, perubahan iklim, dan kerugian ekonomi. Kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar 'Pertalite', berkontribusi signifikan terhadap penurunan kualitas udara, sedangkan bahan bakar 'Pertamax' menunjukkan emisi CO yang lebih rendah dengan prediksi yang lebih

akurat. Model Decision Tree Regression yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa 'Pertamax' memiliki squared error yang lebih kecil dibandingkan 'Pertalite', sehingga lebih efektif dalam memprediksi emisi CO. Oleh karena itu, pemilihan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, seperti 'Pertamax', menjadi langkah yang penting untuk mendukung keberlanjutan, efisiensi, dan kinerja kendaraan yang lebih baik.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa kelemahan, seperti keterbatasan jumlah sampel dan variasi kondisi lingkungan yang tidak sepenuhnya terkontrol. Saran untuk penelitian selanjutnya mencakup peningkatan jumlah sampel dari berbagai lokasi dan kondisi untuk memperoleh data yang lebih representatif. Selain itu, penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi pengaruh faktor lain, seperti usia kendaraan dan kondisi jalan, terhadap emisi CO. Dengan demikian, alat monitoring yang dikembangkan dalam penelitian ini, yang memanfaatkan sensor MQ-7, NodeMCU ESP8266, dan Firebase, tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi polusi udara tetapi juga dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam meningkatkan kualitas udara di lingkungan Universitas Semarang dan sekitarnya.

## REFERENSI

- [1] P. T. Rosha, M. N. Fitriyana, and S. F. Ulfa, "Pemanfaatan sansevieria tanaman hias penyerap polutan sebagai upaya mengurangi pencemaran udara di kota Semarang," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [2] Z. G. T. Siregar *et al.*, "POTENSI EMISI CO<sub>2</sub> DARI KENDARAAN BERMOTOR DI KAWASAN UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG," *KURVATEK*, vol. 8, no. 1, pp. 55–62, 2023.
- [3] I. W. A. Wibawa, I. G. B. W. Kusuma, and I. M. Widiyarta, "Perancangan alat uji detektor emisi gas buang yang dilengkapi dengan interface komunikasi USB," *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, vol. 15, no. 2, p. 69, 2017.
- [4] M. Fathiyah, K. Hasanah, and A. F. Hidayatullah, "Pemanfaatan sansevieria sp dalam menyerap polusi gas kendaraan bermotor di kampus 2 UIN Walisongo Semarang," *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, vol. 17, no. 2, pp. 97–100, 2020.
- [5] P. Aldhareva and R. Risfendra, "Alat Uji Emisi Portabel Kendaraan Bermotor," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, pp. 262–270, 2020.
- [6] E. Indriastiningsih, "Jurnal Nasional Analisis Dampak Pencemaran Udara Delta Duniatextile Terhadap Kondisi Masyarakat," *Jiki*, vol. 14, no. 1, pp. 20–29, 2021.
- [7] F. A. Elhaq, S. Supriyadi, and A. Burhanuddin, "RANCANG BANGUN ALAT UJI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERBASIS ARDUINO AT MEGA 2560," in *Proceeding Science and Engineering National Seminar*, 2020, pp. 481–489.
- [8] G. D. S. Putra and K. Khambali, "Pengaruh Modifikasi Permukaan Piston terhadap Emisi Gas Buang Motor Bakar Kapasitas 100 cc," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 3, pp. 72–81, 2024.
- [9] N. SASMITA, "SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA PADA GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DAN KARBON DIOKSIDA," 2023.
- [10] S. R. Sulistiyanti and U. Murdika, "SISTEM PEMANTAU KANDUNGAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DAN KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) MENGGUNAKAN SENSOR MQ-7 DAN MQ-135 TERINTEGRASI DENGAN TELEGRAM," *Jurnal informatika dan Teknik elektro terapan (JITET)*, 2023.
- [11] M. A. Satryawan and E. Susanti, "PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KUALITAS UDARA DENGAN IoT (Internet of Things) MENGGUNAKAN WEMOS ESP32 D1 R32," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 2, pp. 410–419, 2023.
- [12] M. J. S. Mulia, A. E. Afiuddin, and R. Y. Adhitya, "Rancang Bangun Pemantau Parameter Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Sensor Berbasis Android," in *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 2019, pp. 155–159.
- [13] M. Lestari, U. Nurbaiti, and F. Fianti, "Efektivitas Penggunaan Sensor Mq-7 Terintegrasi Aplikasi Blynk untuk Mendeteksi Keberadaan Gas Co di Udara," *EnviroScientiae*, vol. 17, no. 1, pp. 66–75.
- [14] I. Saputra, H. A. Kusuma, and T. Suhendra, "Rancang Bangun Perangkat Akuisisi Data Gas Emisi Karbon Monoksida Pada Kendaraan Sepeda Motor," *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [15] A. D. Prasetyo and E. Yuniati, "Perancangan alat penurun emisi gas karbonmonoksida menggunakan material tembaga sebagai katalisator pada motor honda beat," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 372–385, 2020.
- [16] R. M. A. Sunarhadi, "PENGEMBANGAN DASHBOARD SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN EENOS KONDISI SUHU DAN UDARA DAN KELEMBABAN DI KOTA SURAKARTA," *Ekosains*, vol. 15, no. 1.
- [17] A. Rasyid, "Pengertian Sensor MQ-07," *Elektro*, vol. 5, p. 12, 2020.

- 
- [18] B. D. M. Yulianto, A. D. A. N. Utomo, and A. Wijayanto, "Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Polusi Karbon Monoksida (Co) di Udara Berbasis Internet Of Things (Iot)," *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, vol. 1, no. 4, pp. 194–205, 2022.
- [19] M. T. Al Khaledi, N. Nasri, and H. Hanafi, "RANCANG BANGUN SISTEM RUMAH PINTAR MENGGUNAKAN PLATFORM GOOGLE FIREBASE BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS)," *Jurnal TEKTR0*, vol. 6, no. 2, pp. 194–202, 2022.
- [20] L. Moroney and L. Moroney, "The firebase realtime database," *The Definitive Guide to Firebase: Build Android Apps on Google's Mobile Platform*, pp. 51–71, 2017.
- [21] T. A. Rismayanti, N. Anriani, and S. Sukirwan, "Pengembangan e-modul berbantu kodular pada smartphone untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP," *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 6, no. 1, pp. 859–873, 2022.
- [22] A. A. Rosa, B. A. Simon, and K. S. Lieanto, "Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135," *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [23] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [24] M. Hasanuddin and H. Herdianto, "Sistem Monitoring dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis Internet Of Things (IOT)," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 4, no. 4, pp. 976–984, 2023.