

# **RANCANG BANGUN ALAT UKUR EMISI GAS KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

**Moch Hafizh Maqdis Wicaksono; Agus Supardi**  
**Teknik Elektro, Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

## **Abstrak**

Gas buang sisa pembakaran bahan bakar minyak pada motor mengandung bahan - bahan pencemar seperti CO, HC, CO<sub>2</sub> dan partikel gas lainnya. Pengukuran kadar emisi pada kendaraan bermotor selain dengan menggunakan visual dengan melihat warna dan bau yang keluar dari knalpot kendaraan juga harus diukur dengan menggunakan alat ukur yang disebut automotive emission analyzer yang biasanya dijumpai di instansi atau bengkel resmi yang bertugas untuk menguji kadar emisi pada kendaraan bermotor. Biaya yang mahal untuk menguji emisi kendaraan dan keterbatasan alat ukur yang ada memerlukan alat berbasis mikrokontroler untuk mengukur emisi gas buang CO, HC, dan CO<sub>2</sub>. Alat ini dapat mendeteksi dan menampilkan hasil gas buang kendaraan berupa CO, HC, dan CO<sub>2</sub> berdasarkan data dari sensor yang digunakan. Alat ini menggunakan sensor gas MQ-7 dan MQ-135 sebagai komponen utama untuk mendeteksi gas CO, HC dan CO<sub>2</sub> pada gas buang kendaraan. ESP32 sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dari sensor dan menampilkan konsentrasi pada layar LCD 20x4 dan aplikasi Blynk. Untuk memberikan informasi gas yang didapat terdapat notifikasi dari aplikasi Blynk nantinya akan memberikan notifikasi selama satu menit. Untuk memastikan akurasi pengukuran gas CO, HC, dan CO<sub>2</sub> secara optimal, diperlukan implementasi teknik perbandingan sensor dengan alat pada industri atau instansi. Pada kalibrasi tersebut serta pengujian di lapangan dalam pembacaan sensor MQ-7 dan MQ135 memiliki presentasi error tidak lebih dari 5 %. Selain ini alat tersebut dilengkapi oleh Buzzer dan lampu LED. Buzzer dan lampu LED bekerja ketika konsentrasi gas tersebut melebihi dari 4,5 % untuk CO, 1400 ppm untuk HC dan 20% untuk CO<sub>2</sub>. Dalam sistem tersebut memberikan kondisi tidak baik pada emisi kendaraan bermotor yang terindikasi gas CO, HC, CO<sub>2</sub>. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan mampu mendeteksi gas CO, HC, CO<sub>2</sub> secara efektif. Pengembangan alat tersebut diharapkan dapat diterapkan pada perindustrian otomotif, dan lingkungan untuk kesehatan manusia.

**Kata Kunci:** Alat ukur, Emisi, Mikrokontroler, ESP32

## **Abstract**

Exhaust gas from the combustion of fuel oil in motors contains pollutants such as CO, HC, CO<sub>2</sub> and other gas particles. Measuring emission levels in motor vehicles in addition to using visuals by looking at the color and smell coming out of the vehicle exhaust must also be measured using a measuring instrument called an automotive emission analyzer which is usually found in agencies or official workshops that are tasked with testing emission levels in motor vehicles. The high cost of testing vehicle emissions and the limitations of existing measuring instruments require a microcontroller-based tool to measure CO, HC, and CO<sub>2</sub> exhaust emissions. This tool can detect and display vehicle exhaust gas results in the form of CO, HC, and CO<sub>2</sub> based on data from the sensors used. This tool uses MQ-7 and MQ-135 gas sensors as the main components to detect CO, HC and CO<sub>2</sub> gases in vehicle exhaust gas. ESP32 as a microcontroller to process data from sensors and display concentrations on a 20x4 LCD screen and the Blynk application. To provide information on the gas obtained, there is a notification from the Blynk application which will later provide a notification for one

minute. To ensure the accuracy of CO, HC, and CO<sub>2</sub> gas measurements optimally, it is necessary to implement a sensor comparison technique with tools in industry or agencies. In the calibration and field testing in the reading of the MQ-7 and MQ135 sensors, the error presentation is not more than 5%. In addition, the tool is equipped with a Buzzer and LED lights. The Buzzer and LED lights work when the gas concentration exceeds 4.5% for CO, 1400 ppm for HC and 20% for CO<sub>2</sub>. In this system, it provides a bad condition for motor vehicle emissions indicated by CO, HC, CO<sub>2</sub> gases. The test results show that the developed tool is able to detect CO, HC, CO<sub>2</sub> gases effectively. The development of this tool is expected to be applied to the automotive industry, and the environment for human health.

**Keywords:** Measuring instrument, Emission, Microcontroller, ESP32

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan kendaraan bermotor adalah suatu kemudahan yang besar bagi setiap orang, namun masyarakat juga harus membayar mahal untuk menggunakannya terutama di kota-kota besar yang banyak penduduknya, dimana jumlah kendaraan lebih banyak dibandingkan kota-kota kecil. Kendaraan bermotor adalah sumber pencemaran udara pada kota kota dengan permasalahan lingkungan. Saat ini juga sebagian besar polutan dilepaskan ke atmosfer melalui pembakaran bahan bakar fosil bukan hanya pada kendaraan bermotor saja tetapi pada pembangkit listrik dan industri seperti pabrik pabrik di kota kota modern (Barwari, 2021). Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi canggih, polusi udara telah meningkat dengan cepat, dan bumi tidak mampu lagi membersihkan segala polusi udara yang dihasilkan (Aydi, 2017). Kasus kematian akibat gas buang pada kendaraan yang tidak sempurna semakin hari semakin meningkat, salah satu penyebabnya adalah gas yang masuk ke dalam kabin mobil sehingga meracuni seseorang didalamnya ataupun gas buang kendaraan bermotor membuat sesak nafas jika berlebihan dalam menghirupnya. Oleh karena itu dibuat penelitian untuk meminimalkan gas berbahaya yang terhirup di atas ambang batas normal, seperti pendeteksi CO, HC menggunakan sensor MQ-7 dan CO<sub>2</sub> menggunakan sensor MQ-135 (Nari et al., 2021).

Kendaraan sering kali menggunakan bensin sebagai bahan bakar. Bensin adalah zat yang mudah menguap yang menghasilkan gas berbahaya bagi lingkungan jika tidak diolah. Gas - gas ini disebut sebagai "emisi penguapan" dan dapat keluar dari sistem bahan bakar melalui lubang-lubang kecil di seluruh sistem. Oleh karena itu, kendaraan harus menyertakan sistem untuk mencegah pelepasan uap bahan bakar yang tidak diolah atau tidak terbakar ke atmosfer (Hills et al., 2016). Keadaan mesin sepeda motor juga menjadi salah satu penyebab tinggi nya emisi karena digunakan secara terus-menerus tanpa jeda, terutama jika jarang diservis untuk perawatan bulanan. Salah satu contoh yaitu jarak jauh dengan sepeda motor, sering menyebabkan overheat pada mesin karena penggunaan yang terus-menerus, yang dapat menyebabkan emisi berlebihan dan kerusakan pada mesin (Prabowo et al., 2019).

Dalam upaya mengatasi emisi gas kendaraan, pengujian data emisi sangatlah penting. Data ini dikumpulkan untuk memastikan teknologi kendaraan berkembang seimbang dengan pengurangan emisi. Data juga dapat

menampilkan kecurangan pabrikan dalam uji emisi, sehingga hasilnya bisa mendorong standar emisi kendaraan yang lebih rendah di masa depan (Ravi et al., 2023). Salah satu standar emisi yang digunakan di seluruh negara dunia untuk mengatur emisi kendaraan bermotor adalah standar emisi Eropa (Valverde et al., 2019). Standar yang digunakan pada Indonesia mengacu pada Kementerian Perhubungan dengan batas emisi CO 4,5 %, HC 1200 *Part Per Million* (PPM) dan CO<sub>2</sub> 12 – 18 %, selain tiga gas tersebut adapun gas lainnya yang diukur pada emisi kendaraan seperti NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>. Pada standar emisi ini, pengujian emisi semakin ketat dalam hal batasan emisi untuk membatasi polutan dari kendaraan.

Teknologi sensor MQ adalah sensor yang bisa membaca nilai gas buang pada kendaraan seperti CO, HC dan CO<sub>2</sub> dimana sensor ini memantau konsentrasi udara utama pada gas polutan dengan sistem pemantauan kualitas udara yang berbiaya rendah dan sudah bisa terkoneksi dengan modul *WiFi*. Nilai gas dari sensor MQ ini juga bisa dikirimkan melalui *Internet of Things* dengan ESP32 (Arishma et al., 2019). Dengan menunjukkan hasil nilai gas CO, HC, dan CO<sub>2</sub> di *dashboard* tampilan aplikasi *Blynk* pada laptop ataupun *smartphone* dengan menggunakan ESP32, yang juga digunakan pada piranti sebagai modul *WiFi* untuk menyambungkan antara komponen dengan komponen lainnya secara *Internet of Things* (IoT) (Mahetaliya et al., 2021).

Berdasarkan penelitian mengenai permasalahan di atas, peneliti merancang alat ukur emisi gas berbasis *Internet of Things* (IoT). Alat ini dirancang untuk memberikan kemudahan dalam mengukur gas yang keluar dari kendaraan bermotor. Susunan dari alat ini terdiri dari sensor gas MQ-7 dan MQ-135 sebagai komponen sensor untuk membaca nilai gas CO, HC dan CO<sub>2</sub> yang sudah diprogram dengan aplikasi Arduino IDE. Sensor gas MQ-7 dan MQ-135 tersebut terhubung dengan mikrokontroler ESP32 yang merupakan sebuah *board* mikrokontroler untuk digunakan sebagai pengolah data atau program, serta modul *WiFi* untuk menampilkan informasi. Sistem ini menggunakan aplikasi *Blynk* yang menampilkan data secara *realtime*, dapat diakses melalui laptop atau *smartphone*. Dengan demikian, gas dapat diukur langsung, dan aplikasi *Blynk* mengirim notifikasi ke *Buzzer* dan *LED* jika nilai gas CO, HC, dan CO<sub>2</sub> melebihi batas yang ditentukan. Peneliti berharap dengan adanya perancangan alat ini bisa dapat mempermudah pengecekan gas pada kendaraan bermotor dengan alat yang lebih sederhana dan juga bisa melihat dengan *smartphone* untuk hasil pengecekan secara langsung pada kendaraan bermotor.

## 2. METODE

Tahap penelitian pertama ini ialah studi literatur, yang merupakan pencarian data dan bahan tentang perencanaan alat ukur emisi gas kendaraan bermotor berbasis *Internet of Things* (IoT). Tahap penelitian kedua ialah pembelian dan perancangan alat yaitu dengan melakukan pembelian alat dan bahan yang akan digunakan serta proses perancangan komponen alat yang sesuai dengan kebutuhan. Tahap ketiga dilakukan perangkaian komponen yang telah dirancang sebelumnya dengan menghubungkan sensor gas MQ-7 dan

MQ-135 agar dapat terkoneksi dengan internet sehingga memungkinkan pemantauan melalui *smartphone*. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian alat dan pengumpulan data, termasuk pengukuran nilai gas CO, HC dan CO<sub>2</sub> pada kendaraan bermotor. Tahap penelitian terakhir adalah dilakukan pembuatan laporan dan kesimpulan dari hasil penelitian serta pengamatan yang dilakukan di lokasi pengujian.

### 2.1. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

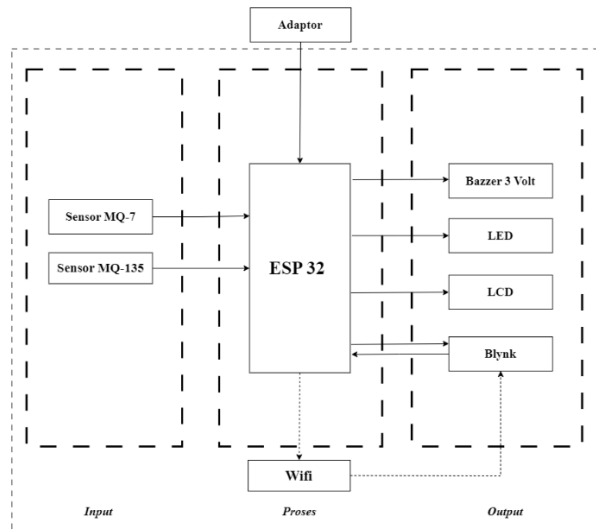
Gambar 1 menunjukkan langkah awal penelitian melakukan studi literatur, diikuti dengan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan, dilanjutkan dengan merancang alat ukur gas kendaraan bermotor dan diikuti dengan pengujian alat ini. Jika terjadi gangguan selama pengujian, maka perbaikan alat akan dilakukan terlebih dahulu. Jika berhasil, langkah selanjutnya adalah menulis analisis dan pembuatan laporan berdasarkan hasil pengujian.

### 2.2. Persiapan Alat dan Bahan

Rancang bangun alat ukur emisi gas kendaraan bermotor berbasis *Internet of Things* (IoT) ini memerlukan beberapa persiapan alat dan bahan untuk membuat alat ini. Pada sistem ukur ini nanti akan dapat dipantau melalui *smartphone* dengan menggunakan aplikasi *Blynk*. Sistem ini dirancang agar dapat mengukur gas yang keluar pada knalpot motor hasil dari pembakaran gas yang dimana nanti akan mengaktifkan lampu jika dia dalam keadaan gas dalam batas aman, waspada dan berbahaya dan juga *Buzzer*

jika gas dalam bahaya dan akan muncul notifikasi pada *Blynk*. Adapun komponen yang diperlukan pada alat ini adalah: ESP 32, sensor gas MQ-7 dan MQ-135, *LED*, *Buzzer*, kabel *jumper*, dan LCD.

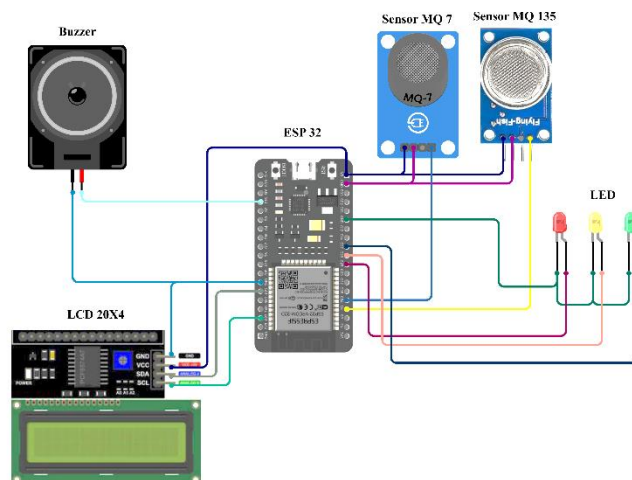
### 2.3. Perancangan Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Blok diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 2 sistem *monitoring* ini dibagi menjadi tiga bagian yang pertama yaitu *input* terdapat sensor MQ-7, sensor MQ-135 yang nanti sebagai sensor gas CO, HC dan CO<sub>2</sub>. Bagian kedua yaitu *process* terdapat adaptor, ESP32, dan *WiFi* yang terkoneksi secara nirkabel yang nantinya memproses pada input. Bagian ketiga ada *output* terdapat *Buzzer*, *LED*, *LCD*, *Blynk* sebagai keluaran pada bagian *process*.

### 2.4. Perancangan *Hardware*



Gambar 3. Rancangan *hardware*

Pada Gambar 3 ini perancangan alat ukur emisi gas kendaraan bermotor ini terdiri dari dua buah masukan yaitu berupa sensor MQ-7 untuk mengetahui gas hidrokarbon dan karbon monoksida, sensor MQ-135 untuk mengetahui gas karbon dioksida, sementara *Buzzer* dan *LED* sebagai keluaran untuk memberitahu

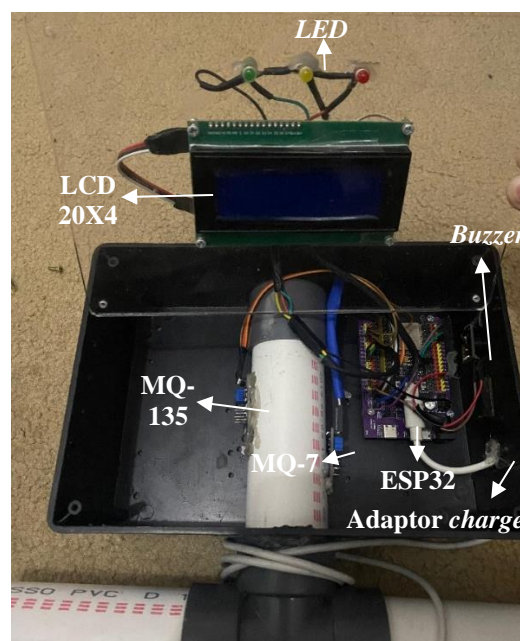
jika gas melewati ambang batas. Perangkat ini terdiri dari 1 mikrokontroler, yaitu ESP32 yang dimana sebagai pengolahan data dari sensor yang tersambung dan juga mengirimkan hasil data dari sensor yang nantinya terhubung ke internet. Alat ini memungkinkan pemantauan melalui aplikasi *Blynk* jika nilai gas hidrokarbon, karbon monoksida dan karbon dioksida melebihi batas yang ditentukan. Untuk mengatur nilai sensitivitas rendah atau tingginya gas yang diterima, terdapat *adjust* pada sensor MQ-7 dan MQ-135 yang terletak pada sensor MQ yang bisa diatur menggunakan obeng. Sementara *LED* berwarna hijau, kuning dan merah digunakan untuk mengetahui gas dalam keadaan aman, waspada, atau sudah melewati ambang batas. LCD 12C digunakan untuk menampilkan nilai pengukuran secara langsung.

### 2.5. Perancangan Aplikasi *Blynk*

Alat ini nanti akan dapat mengirimkan notifikasi ke aplikasi *Blynk* sehingga sebelum alat ini digunakan perlu membuat desain untuk menerima data gas yang diukur. Untuk mendesain *Blynk* maka harus mempunyai aplikasi dari *smartphone* dan memasukkan kode yang ada pada *Blynk* untuk disambungkan kepada ESP32. Kode tersebut nantinya kita masukan pada program Arduino IDE untuk bisa menjalankan ESP32 dengan menggunakan SSID dan *password* yang kita sambungkan pada *smartphone* dan bisa kita lihat data yang ditangkap dari sensor yang tersambung pada ESP32.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Desain piranti



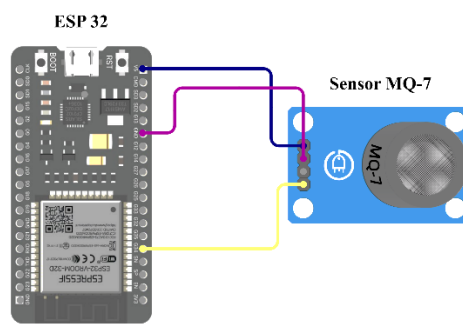
Gambar 4. Tampilan *hardware* alat ukur gas kendaraan bermotor

Gambar 4 ini adalah Realisasi alat penelitian yang telah dilakukan menggunakan ESP32 yang terletak di box hitam ukuran 22 cm x 15 cm. ESP32 ini nantinya akan tersambung dengan adaptor *charger* untuk mendapatkan sumber tegangan agar bisa menjalankan sensor yang tersambung pada ESP32. Sensor yang

tersambung pada ESP32 ini antara lain ada 2 sensor gas yaitu MQ-7 untuk menangkap gas karbon monoksida dan hidrokarbon pada gas buang knalpot motor sedangkan MQ-135 untuk menangkap gas karbon dioksida yang nantinya nilai gas akan dimunculkan pada LCD 20x4 sesuai dengan penangkapan gas MQ. Jika nilai gas melebihi ambang batas yang ditentukan *Buzzer* akan otomatis menyala dan LCD 20X4 akan memberikan peringatan pada layarnya.

### 3.2 Pengujian Sensor MQ-7

Pengujian sensor dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran sensor gas karbon monoksida dan hidrokarbon agar dapat mengetahui seberapa akurat sensor yang digunakan dengan alat pengukur gas yang biasa digunakan. Pengukuran ini menggunakan alat pengujian yang digunakan oleh Kementerian Perhubungan untuk mengecek emisi gas kendaraan bermotor.



Gambar 5. Rangkaian pengujian sensor MQ-7

Berdasarkan Gambar 5 rangkaian ini menghubungkan sensor MQ-7 dengan ESP32 dan terhubung ke LCD sebagai keluaran hasil pengukuran. Hasil pengukuran tersebut didapat dari sensor MQ-7 yang akan menangkap nilai dari gas karbon monoksida dan hidrokarbon pada gas buang kendaraan bermotor. Sensor MQ-7 ini bekerja dengan mendeteksi konsentrasi gas-gas tersebut di udara, yang kemudian dikirimkan ke ESP32 untuk diproses dan ditampilkan pada layar LCD. Dengan demikian, pengguna dapat memantau secara *realtime* kadar gas karbon monoksida, dan hidrokarbon.



Gambar 6. Alat pengujian emisi Kementerian Perhubungan

Gambar 6 menunjukkan alat yang digunakan untuk pengecekan emisi gas kendaraan bermotor yang digunakan Kementerian Perhubungan yang nantinya menjadi alat pengkalibrasian pada gas karbon monoksida dan hidrokarbon. Penggunaannya dengan memasukkan selang sensor ke knalpot motor lalu menunggu alat membaca kadar gas yang nanti dapat memastikan akurasi pengukuran gas CO dan HC dari alat yang diuji.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor karbon monoksida

Jenis motor	Tahun pembuatan	Hasil uji alat standar ( % )	Hasil pengujian sensor ( % )	<i>error</i> ( % )
Shogun 110	2000	4,34	4,37	0,69
Vega R	2005	4,28	4,30	0,46
Vega R	2006	4,15	4,18	0,72
Vario 110 Fi	2014	2,56	2,58	0,78
Nmax 155	2019	2,25	2,23	0,89
ADV 150	2021	2,37	2,38	0,42
Rata-rata <i>error</i> keseluruhan				0,66

Tabel 2. Hasil pengujian sensor hidrokarbon

Jenis motor	Tahun pembuatan	Hasil uji alat standar (ppm)	Hasil pengujian sensor (ppm)	<i>error</i> ( % )
Shogun 110	2000	217	218	0,46
Vega R	2005	211	213	0,93
Vega R	2006	200	202	1,00
Vario 110 Fi	2014	189	190	0,52
Nmax 155	2019	175	177	1,14
ADV 150	2021	197	199	1,02
Rata-rata <i>error</i> keseluruhan				0,84

$$\text{Persentase } error = \frac{\text{Hasil pengujian sensor} - \text{Sampel Uji}}{\text{Sampel uji}} \times 100 \quad (1)$$

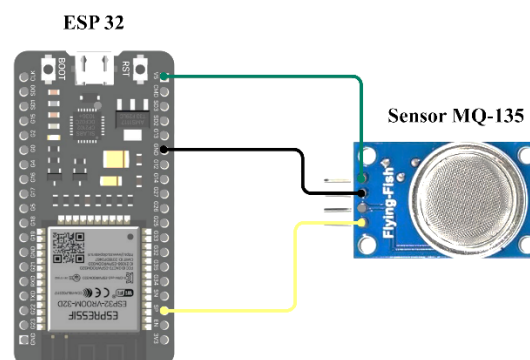
Berdasarkan tabel 1 dan 2, data pengujian sensor karbon monoksida menunjukkan hasil dengan persentase rata-rata *error* sebesar 0,66 %, sementara pengujian sensor hidrokarbon menunjukkan persentase rata-rata *error* sebesar 0,84 % dari 6 pengujian yang telah dilakukan. Untuk hasil keduanya, pada sensor dan alat uji ini tetap ada *delay* yang mempengaruhi hasil *error* pada tabel di atas. Dari hasil nilai tabel 1 dan 2 dapat



dikategori masih di bawah ambang batas atau normal dengan nilai CO maksimal adalah 4,5% dan nilai hidrokarbon maksimal adalah 1200 Part Per Miliion (ppm), sesuai dengan standar Kementerian Perhubungan.

### 3.3 Pengujian Sensor MQ-135

Pengujian sensor dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran sensor gas CO<sub>2</sub> agar dapat mengetahui seberapa akurat sensor yang digunakan dengan alat pengukur gas yang biasa digunakan. Pengukuran ini menggunakan alat pengujian yang digunakan oleh Kementerian Perhubungan untuk mengecek emisi gas kendaraan bermotor.



Gambar 7. Rangkaian pengujian sensor MQ-135

Berdasarkan Gambar 7 rangkaian ini menghubungkan sensor MQ-135 dengan ESP32 dan terhubung ke LCD sebagai keluaran hasil pengukuran. Hasil pengukuran tersebut didapat dari sensor MQ-135 yang akan menangkap nilai dari gas karbon dioksida pada gas buang kendaraan bermotor. Sensor MQ-135 ini bekerja dengan mendeteksi konsentrasi gas tersebut di udara, yang kemudian dikirimkan ke ESP32 untuk diproses dan ditampilkan pada layar LCD. Dengan demikian, pengguna dapat memantau secara *realtime* kadar gas karbon dioksida. Alat yang digunakan untuk pengecekan emisi gas kendaraan bermotor yang digunakan Kementerian Perhubungan, yang nantinya menjadi alat pengkalibrasian pada gas karbon dioksida seperti pada gambar 6. Penggunaannya dengan memasukan selang sensor kepada knalpot motor, lalu menunggu alat membaca kadar gas yang nanti dapat memastikan akurasi pengukuran gas CO<sub>2</sub> yang keluar dari knalpot motor.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor CO<sub>2</sub>

Jenis motor	Tahun pembuatan	Hasil uji alat standar ( % )	Hasil pengujian sensor ( % )	<i>error</i> ( % )
Shogun 110	2000	19,5	19,8	1,54
Vega R	2005	18,9	19,1	1,06
Vega R	2006	18,2	18,5	1,64

Vario 110 Fi	2014	17,8	18,1	1,68
Nmax 155	2019	16,7	16,9	1,19
ADV 150	2021	17,5	17,6	0,57
rata-rata <i>error</i> keseluruhan				1,02

Berdasarkan tabel 3 data pengujian sensor karbon dioksida didapatkan hasil pengujian dengan persentase rata-rata *error* 1,02 % dari 6 pengujian yang telah dilakukan. Untuk hasil pengujian dan hasil pada sensor yang digunakan tetap ada *delay* pada percobaannya yang dimana nantinya mempengaruhi hasil *error* pada tabel diatas pada pengujian kendaraan bermotor. Dari hasil nilai tabel 3 dapat dikategori masih dibawah ambang batas atau normal dengan nilai CO<sub>2</sub> maksimal adalah 20%.

### 3.3. Sistem Pengukuran *Internet of Things* (IoT)

Sistem pengukuran dirancang menggunakan *software* Arduino IDE yang berfungsi untuk membuat program dan juga memasukkan program ke dalam mikrokontroller. Mikrokontroller yang digunakan adalah ESP32 yang dimana berfungsi sebagai otak program dan menyambungkan pada internet dengan mudah kepada aplikasi *Blynk* di *smartphone* atau laptop. Agar sistem pengukuran dapat dipantau melalui *smartphone* maka diperlukan *library Blynk*. Selain itu, juga memerlukan SSID dan *Password* dari jaringan *WiFi* yang digunakan agar dapat terhubung ke internet serta *Blynk* yang akan digunakan. Setiap sensor diprogram melalui aplikasi Arduino IDE dan setiap sensor memiliki rumus untuk pengkalibrasian sehingga sensor dapat bekerja dengan baik dan didapatkan hasil pengukuran yang akurat atau kredibel.

```

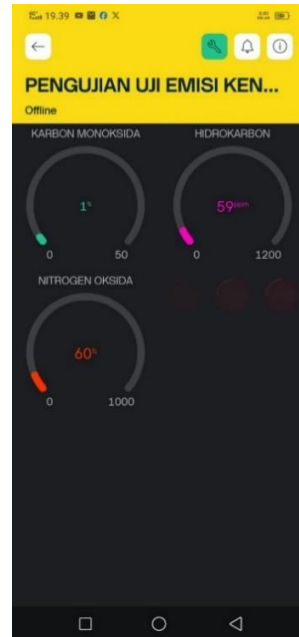
1  #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLNE08s51u"
2  #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "PENGUJIAN EMISI GAS KENDARAAN BERMOTOR"
3  #define BLYNK_AUTH_TOKEN "s0npLQzDEci3y8WOTk5UX4mUg15w75F"
4
5  #include <WiFi.h>
6  #include <Wire.h>
7  #include <BlynkSimpleEsp32.h>
8  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
9
10 #define I2C_ADDR 0x27 // I2C address for the LCD
11 #define LCD_COLUMNS 20
12 #define LCD_ROWS 4
13
14 // Create LCD object
15 LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR, LCD_COLUMNS, LCD_ROWS);
16
17 int coSensorPin = 36; // Pin for CO sensor (e.g., MQ-7)
18 int hydrocarbonSensorPin = 34; // Pin for hydrocarbon gas sensor (e.g., MQ-4)
19
20 int buzzerPin = 15; // Pin for the buzzer
21
22 // Pins for the RGB LED
23 int redLEDPin = 25;
24 int yellowLEDPin = 26;
25 int greenLEDPin = 27;
26
27 char ssid[] = "vivo 1819";
28 char pass[] = "hafizh1505";
29
30 // Thresholds for each gas
31 float coRedThreshold = 1.5; // Threshold for CO danger in percentage
32 int hCRedThreshold = 200; // Threshold for Hydrocarbon danger in ppm
33 float coYellowThreshold = 1.2; // Threshold for CO warning in percentage
34 int hCYellowThreshold = 150; // Threshold for Hydrocarbon warning in ppm
35 float coGreenThreshold = 1.0; // Threshold for CO safe in percentage
36 int hCGreenThreshold = 100; // Threshold for Hydrocarbon safe in ppm
37
38 // Maximum raw value for CO sensor in normal operating conditions
39 int coMaxValue = 60000; // Adjust this value based on sensor's characteristics
40
41 // Delay between sensor readings
42 int sensorDelay = 250; // Milliseconds
43
44 void setup() {
45   Serial.begin(115200);
46   lcd.init();
47   lcd.backlight();
48   Wire.begin();
49
50   pinMode(coSensorPin, INPUT);
51   pinMode(hydrocarbonSensorPin, INPUT);
52
53   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
54   digitalWrite(buzzerPin, LOW);

```

Gambar 8. *Script* program alat ukur emisi kendaraan bermotor

Berdasarkan gambar 8 terdapat dua buah koding yang digunakan untuk memprogram Arduino IDE dan ESP32 yang saling terkoneksi melalui komunikasi serial sehingga dapat mengirim dan menerima data antar mikrokontroler. Data tersebut nantinya bisa dilihat dari aplikasi *smartphone* yang sebelumnya sudah di

masukkan ke dalam program. Pada koding juga dimasukkan program *LED* dan *Buzzer* yang mana jika pada program sensor MQ melebihi ambang batas maka *LED* dan *Buzzer* akan menyala sesuai dengan ketentuan nilai pada program.



Gambar 9. *Dashboard* pengukuran emisi gas aplikasi *Blynk*

Berdasarkan Gambar 9, pengguna dapat mengukur nilai gas karbon monoksida, hidrokarbon, dan karbon dioksida pada kendaraan. Tampilan *Blynk* akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi dan email jika salah satu gas tinggi, Pada pembacaan sensor juga dapat mengalami delay karena koneksi *WiFi* yang tersambung pada ESP32

### 3.4. Pengujian pada motor

Pengujian motor ini dilakukan untuk mengetahui hasil gas yang keluar saat motor menyala. Pada posisi motor menyala, pipa ujung dimasukkan ke knalpot. Selanjutnya, sensor MQ akan membaca nilai gas yang keluar dari motor, seperti karbon monoksida, hidrokarbon, dan karbon dioksida



Gambar 10. Pengujian alat ukur pada motor

Gambar 10 menunjukkan bahwa alat ukur pada kendaraan bermotor dapat melakukan pengukuran gas dengan baik. Hasil pengukuran gas ini dapat dilihat pada LCD dimana mendapatkan nilai gas CO 3,96 %, nilai HC 164 ppm, dan nilai gas CO<sub>2</sub> 43,4 %. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa alat ukur gas ini dapat mengukur gas keluaran pada motor secara langsung namun tetap ada *delay* dari sensor tersebut.

#### 4. PENUTUP

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan alat ukur emisi gas kendaraan bermotor yang efektif. Alat ini mampu mendeteksi gas CO, HC, dan CO<sub>2</sub> pada kendaraan bermotor dengan menggunakan mikrokontroler ESP32. Alat ukur emisi gas CO, HC dan CO<sub>2</sub> tersebut akan selalu memberikan data secara *realtime* dan mengirimkan notifikasi secara terus-menerus sesuai pembacaan sensor MQ-7 dan MQ-135. Analisis data yang dilakukan menunjukkan bahwa alat ukur gas CO, HC, dan CO<sub>2</sub> dapat mengukur gas dengan akurasi yang cukup baik dengan sistem pengkalibrasian pada alat Kementerian Perhubungan dengan angka *error* pada gas CO 0,66 %, gas HC 0,84 % dan CO<sub>2</sub> 1,02 %, respon cepat dan memudahkan pengguna untuk mengukur gas kendaraan dengan aplikasi *handphone*, serta memberikan tanda bahaya seperti *buzzer* dan lampu *LED* jika keluaran gas motor tinggi. Pada alat ini kedepannya bisa diberikan tambahan seperti print hasil keluaran agar bisa memberikan bukti hasil dari pengukuran gas yang keluar pada motor tersebut.

#### PERSANTUNAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah publikasi ini. Terima kasih juga kepada Ayah, Ibu, dan Adik yang telah mendidik dan mendukung sepenuh hati serta mendoakan penulis hingga saat ini, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan

dengan lancar. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Heru Supriyono, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, dan Bapak Agus Supardi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Tak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada Hasyim As'ari, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dalam menjalankan perkuliahan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada teman-teman yang telah memberikan dukungan dan bantuan sepanjang perkuliahan di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih telah membantu penulis selama perkuliahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arishma, S. K. K., Eddy, K. L. O. R., Umar, T. J. E. K., & Redrick, T. D. A. N. Y. F. (2019). *International Journal of scientific Engineering and Technology Research An IoT Based Air Pollution Monitoring System using ARM7 Controller*. ISSN 2319-8885 Volume.08, 660–663.
- Aydin, H., & Ilkiliç, C. (2017). *Journal of Engineering and Technology* 1 (2017) 8-15 Air Pollution Pollutant Emissions and Harmfull Effects. *J. Eng. Technol. Manage*, 28(2), 33–48.
- Barwari, R. R. I. (2021). Study of Air Pollutions Caused by Exhaust Gases Emitted from Gasoline Vehicles in Erbil City. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1105(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1105/1/012053>
- Hills, F., Bolt, L. S., Hudson, N., Bhargava, S., & Hills, F. (2016). ( 12 ) *United States Patent*. 2(12).
- Mahetaliya, S., Makwana, D., Pujara, A., & Hanumante, P. S. (2021). *IoT based Air Quality Index Monitoring using ESP32*. 5186–5191. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* Volume: 08 Issue: 04 |
- Nari, M. I., Laksono, J. A., Hidayat, B. U., & Udin, A. R. A. (2021). The Portable Carbon Monoxide (CO) and Hydrocarbons (HC) Gas Detection System in The Car Cabin Uses The MQ-9 and TGS 2610 Sensors. *Indonesian Journal of Engineering Research*, 2(1), 12–17. <https://doi.org/10.11594/ijer.02.01.03>
- Prabowo, B. A., Gautama, A., & Abdorahman, M. (2019). Design of Classification System to Prevent Damage for Motorcycle Engines by Utilizing DHT11 and MQ-7 Data Sensors. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 9399–9413.
- Ravi, S. S., Osipov, S., & Turner, J. W. G. (2023). Impact of Modern Vehicular Technologies and Emission Regulations on Improving Global Air Quality. *Atmosphere*, 14(7), 1–20. <https://doi.org/10.3390/atmos14071164>
- Valverde, V., Mora, B. A., Clairotte, M., Pavlovic, J., Suarez-Bertoa, R., Giechaskiel, B., Astor, C., & Fontaras, G. (2019). Emission factors derived from 13 Euro 6b light-duty vehicles based on laboratory and on-road measurements. *Atmosphere*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/atmos10050243>