

PEMBUATAN DAN ANALISIS PEMBACAAN SENSOR KARBON DIOKSIDA PADA GAS ANALYZER TERHADAP VARIASI BAHAN BAKAR BERBASIS APLIKASI ANDROID

Mira Esculenta Martawati¹, Hanny Hardiyana²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

¹milla20@gmail.com

Abstrak

Semakin meningkatnya aktivitas manusia, kebutuhan akan kendaraan bermotor semakin bertambah. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan, maka akan berdampak buruk bagi lingkungan karena emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan. Terdapat gas – gas yang berbahaya seperti CO, HC, CO₂, Pb, dan lain – lain semakin menguatkannya alat pendeteksi kadar emisi gas buang. Pengadaan alat uji emisi ini sangat mahal dan biaya perawatan yang juga mahal. Maka dari itu dibutuhkan alat uji emisi gas buang yang dapat mengatasi masalah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini untuk menguji pengaruh jenis bahan bakar, dan variasi putaran mesin terhadap hasil emisi gas buang karbon dioksida. Untuk memperoleh data dilakukan pengujian emisi gas buang kendaraan menggunakan alat standar, dengan memvariasikan bahan bakar dari jenis pertalite, pertamax, pertamax plus dan putaran mesin dari idle sampai 5000 RPM.

Metode penelitian yang digunakan untuk mengolah data menggunakan *Two Way ANOVA* untuk mengambil keputusan analisa data. *Two Way Anova* adalah salah satu uji komparatif yang digunakan untuk menguji perbedaan rata – rata data lebih dari dua kelompok. Dengan syarat harus memiliki dua variabel *independent*, dan variabel terikat. Dalam penelitian ini digunakan aplikasi Ms. Excel untuk menganalisis data.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan H₀ ditolak dan H₁ diterima, maka ada pengaruh variasi bahan bakar dan putaran mesin terhadap pembacaan sensor gas karbon dioksida pada alat standar. Dan keakuratan sensor gas karbon dioksida adalah mampu membaca kadar gas karbon dioksida sekitar 350 – 10000 ppm atau 0,035 % - 1 %. Jadi sensor tidak bisa membaca kadar karbon dioksida lebih dari 10.000 ppm

Kata-kata kunci : *portable gas analyzer, exhaust gas analyzer*, karbon dioksida, emisi gas buang, bahan bakar.

Abstract

When human activity increases, the need for vehicles is also increasing. The increasing number of vehicles, will be bad for the environment because due to exhaust emissions produced by vehicles. There are dangerous gases such as CO, HC, CO₂, Pb and others strengthening the need for exhaust gas emission detector. The procurement of these emission test kits and the maintenance cost is very expensive. Therefore, it is required exhaust gas analyzer that can overcome the problem.

The purpose of the study is to examine the effect of variation type of fuel, and the engine rotation on carbon dioxide emissions. To obtain the data, the vehicle emissions test is done by standart tool, by vary the fuel of type, use pertalite, pertamax and pertamax plus and engine rpm from idle until 5000 rpm.

The method in this study use Two Way ANOVA to take decision of data analysis. Two Way Anova is one comparative test used to test the mean difference in data over two groups. It is required to have two independent variables and the dependent variable. The study use Ms. Excel to analyze data.

The result of this study are H₀ is rejected and H₁ accepted, so there are influence of fuel variation and engine rpm to the reading of carbon dioxide sensor on standart tool. And the accuracy of the sensor is capable to sense gas levels around 350 until 10000 ppm or 0,035% until 1%. The gas sensor is not capable to read carbon dioxide level more than 10.000 ppm.

Keywords: *portable gas analyzer, carbon dioxide, exhaust gas emission, fuel.*

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya aktivitas manusia, kebutuhan akan kendaraan bermotor menjadi semakin meningkat. Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor jenis mobil penumpang di Indonesia pada tahun 2013 sudah mencapai pada angka 11.484.514. Angka ini akan semakin bertambah setiap tahun. Semakin bertambahnya jumlah unit kendaraan tiap tahun, maka akan berdampak buruk bagi lingkungan. Seperti kebisingan, kemacetan hingga pencemaran udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang yang dihasilkan dari pembakaran dalam mesin kendaraan. Emisi gas buang adalah salah satu faktor utama

penyebab polusi udara terutama pada kota – kota besar yang jumlah kendaraan bermotor sangat banyak.

Gas buang kendaraan terdiri dari beberapa gas yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan hidup, gas tersebut adalah CO, HC, CO₂, No, Pb, Sox, dan lain – lain. Terdapatnya gas - gas berbahaya ini, semakin menguatkan kebutuhan alat untuk mendeteksi dan mengukur gas buang kendaraan agar bisa mengurangi dampak polusi atau pencemaran lingkungan. Akan tetapi pengadaan alat uji emisi gas buang sangat mahal, besar, dan harus diadakan dari luar negeri. Dalam satu unit alat uji emisi gas buang bisa mencapai harga puluhan juta rupiah. Ini mengakibatkan hanya bengkel kelas atas saja yang memiliki alat ini dan untuk biaya pengujian emisi kendaraan juga mahal. Sedangkan tidak semua pemilik kendaraan di Indonesia dari masyarakat kalangan atas. Dan juga alasan lain untuk menguatkan pengadaan alat uji emisi adalah pada hasil pembacaan sistem OBD (*On Board Diagnostic*) kendaraan, hanya mampu menampilkan kondisi atau nilai pembacaan sensor lamda, untuk pembacaan sensor gas lain seperti CO₂, HC, CO belum bisa ditampilkan pada hasil pembacaan OBD. Alat uji emisi gas buang atau *Exhaust Gas Analyzer* mampu mengukur kadar emisi gas buang kendaraan berupa CO, HC, CO₂, O₂, Nox, dan lamda.

Pembuatan *Exhaust Gas Analyzer* merupakan bentuk penyempurnaan dari alat yang sudah ada di pasaran. Alat ini lebih murah, kecil, ringan, dan portabel. Untuk *output* hasil pembacaan yang pada awalnya berupa kertas hasil cetakan pada alat penganalisis gas buang, penulis akan menggunakan aplikasi pada *smartphone*. Ini akan menghemat kertas, dan mempermudah pengguna membaca hasil pengukuran emisi gas buang kendaraannya.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Gas Analyzer

Gas analyzer adalah alat yang digunakan untuk menganalisis, mengukur kadar atau konsentrasi gas tertentu apakah kadar dari gas tersebut masih dalam ambang batas yang diperbolehkan atau melebihi batas yang dapat membahayakan lingkungan dan makhluk hidup

Pada bidang otomotif, *gas analyzer* digunakan untuk mengukur kadar atau konsentrasi emisi gas buang dan digunakan sebagai indikator apakah kadar atau konsentrasi emisi gas buang sebuah kendaraan masih layak atau tidak. Karena emisi gas buang yang berada di atas batas aman yang diperbolehkan akan membahayakan lingkungan sekitar dan manusia. Secara umum, gas – gas yang dapat diukur oleh gas analyzer adalah HC (hidrokarbon), CO (karbon monoksida), karbon dioksida(CO_2), dan oksigen (O_2).



GAMBAR 1. *GAS ANALYZER* BAHAN BAKAR BENSIN (QROTECH SERVICE MANUAL, 2015).

2.2 Emisi Gas Buang

Secara umum, emisi dapat diartikan sebagai pancaran, misalnya :pancaran sinar, elektron atau ion. Berdasarkan peristiwanya, dapat terjadi akibat terganggunya suatu sistem yang melampaui suatu batas energi sehingga terjadi suatu emisi.

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran di kendaraan.biasanya terjadi karena adanya pembakaran tidak sempurna dari pembakaran di dalam mesin. Sisa hasil pembakaran berupa air (H_2O), gas CO atau disebut juga karbon monoksida yang beracun, CO_2 atau disebut juga karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO_x atau Nitrogen Monoksida yaitu senyawa nitrogen oksida, Senyawa timah hitam (Pb) dan HC berupa senyawa Hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas. Pada negara – negara yang memiliki standart emisi gas buang yang ketat, ada 5 unsur dalam

gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂, O₂, dan NO_x. Sedangkan pada negara – negara yang memiliki standart yang tidak terlalu ketat hanya ada 4 unsur yang diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂ dan O₂. Dalam mendukung mengurangi *global warming* dan pelestarian lingkungan hidup, negara di seluruh dunia mulai menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran udara terbesar di dunia, oleh karena itu gas buang kendaraan harus dibuat “sebersih” mungkin agar tidak terus menerus mencemari udara. Bisa diartikan bahwa emisi gas buang merupakan polutan yang mencemari udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang yang dimaksud adalah gas hasil proses pembakaran mesin yang tidak sempurna yang dikeluarkan ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan.

2.3. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Gas ini muncul akibat pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna ataupun campuran bahan bakar yang terlalu kaya (udara kurang). CO yang dikeluarkan dari hasil sisa pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap untuk mengurangi CO. Perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi jika dibuat demikian akan menimbulkan efek samping, yaitu NO_x akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya jika terhirup manusia, akan mengakibatkan pusing, gangguan berpikir, penurunan reflek dan gangguan jantung.

2.4. Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida merupakan senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan atom karbon. Gas CO₂ merupakan hasil proses pembakaran sempurna dari bensin atau HC (hidrokarbon) dengan O₂. Konsentrasi CO₂ semakin tinggi maka akan semakin baik, hal ini menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Saat AFR berada di angka idel yaitu 14:1, emisi CO₂ sekitar 12 % sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi

CO₂ akan turun secara drastis. Apabila emisi CO₂ berada dibawah 12% maka harus melihat hasil pembacaan emisi lainnya untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar terlalu kaya atau kurus.

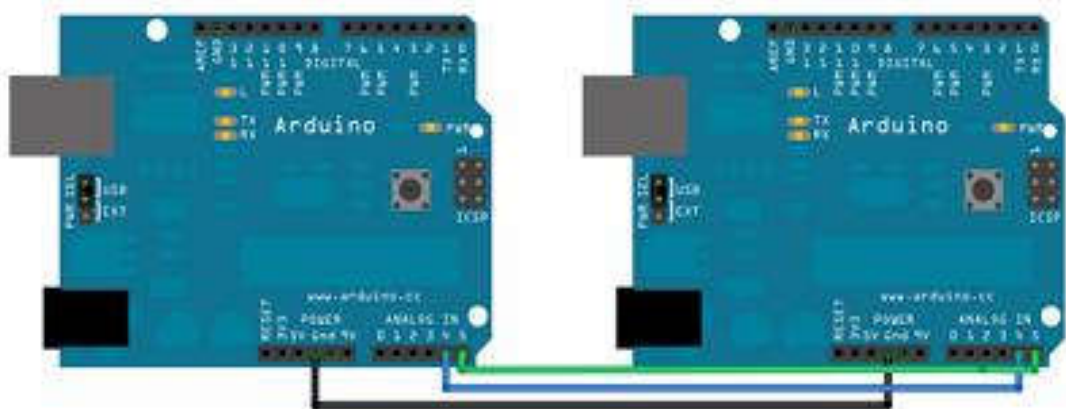
2.5 Bensin

Bensin adalah salah satu bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor roda dua, tiga dan empat. Bensin secara sederhana tersusun dari hidrokarbon (HC) rantai lurus, mulai dari C7 (heptana) sampai dengan C11. Dengan kata lain, bensin terbuat dari molekul yang hanya terdiri dari hidrogen karbon yang terikat satu sama lain sehingga membentuk rantai. Jika bensin dibakar pada kondisi ideal dengan kadar oksigen tinggi, maka akan dihasilkan CO₂, H₂O, dan energi panas. Karena merupakan campuran berbagai jenis bahan atau senyawa, daya bahan bakar bensin juga berbeda – beda tergantung pada jumlah banyak sedikitnya campuran. Ukuran campuran bisa dilihat dari nilai oktan bensin.

Bilangan oktan (*octane number*) merupakan ukuran dari kemampuan bahan bakar untuk mengatasi ketukan sewaktu terbakar dalam bensin. Nilai bilangan 0 ditetapkan untuk n-heptana yang mudah terbakar, dan nilai 100 untuk isooktana yang tidak mudah terbakar. Suatu campuran 30 n-heptana dan 70 isooktana akan mempunyai bilangan oktan: $(30/100 \times 0) + (70/100 \times 10) = 70$

2.6 Komunikasi I2C

Komunikasi I2C (Inter Integrated Circuit) adalah standart komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang di desain untuk mengirim data maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari 2 saluran, SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) yang membawa informasi data I2C dengan pengontrolnya. Sebuah piranti yang dihubungkan dengan I2C bus (SDA & SCL) dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master berfungsi memulai transfer data pada I2C bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan sinyal Stop, dan *membangkitkan sinyal clock. Slave sebagai penerima alamat dari master.*

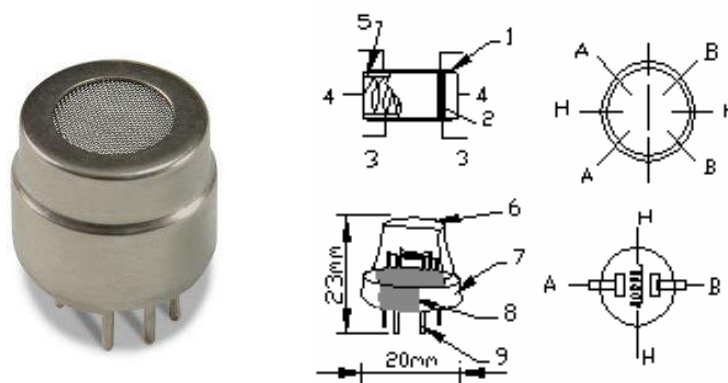


GAMBAR 2. SERIAL KOMUNIKASI I2C (MASTER DAN SLAVE)

Untuk menghubungkan dua board Arduino Uno dilakukan dengan cara seperti di gambar, yaitu menghubungkan pin A4 (SCL) *master* dengan pin A4 *slave*, pin A5 (SDA) *master* dengan pin A5 *slave*, serta dengan menghubungkan kedua *ground* .

2.7 Sensor Karbon Dioksida

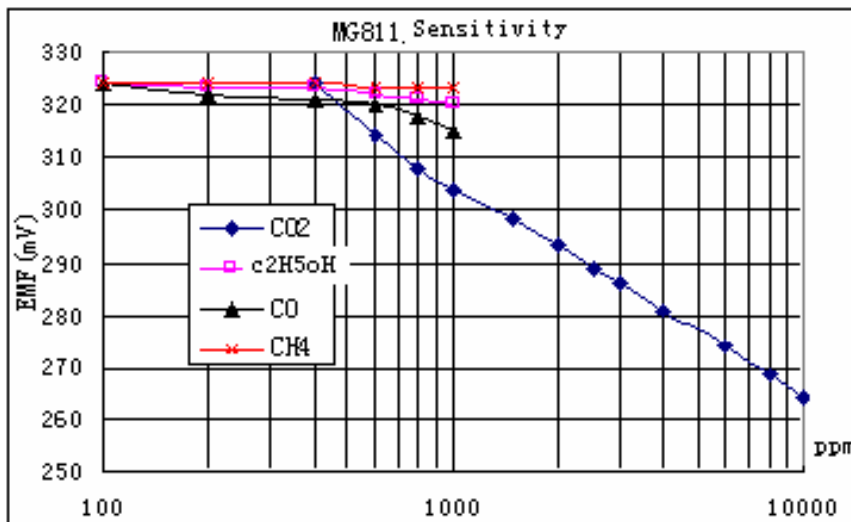
Sensor MG 811 merupakan salah satu jenis sensor yang mendeteksi kadar atau konsentrasi karbon dioksida. Sensor ini memiliki fitur analog digital output, memiliki kepekaan tinggi, dan mudah dalam penggunaannya. sensor ini juga digunakan dalam bidang industri dan cocok untuk mendeteksi gas karbon dioksida.



GAMBAR 3. STRUKTUR SENSOR MG-811 (DATASHEET SENSOR MG-811)

Pada gambar diatas, bisa dilihat bahwa sensor ini memiliki 6 kaki – kaki pin dengan elemen pemanas H, elektroda A dan elektroda B, yang masing – masing elemen terdiri dari 2 kaki pin .

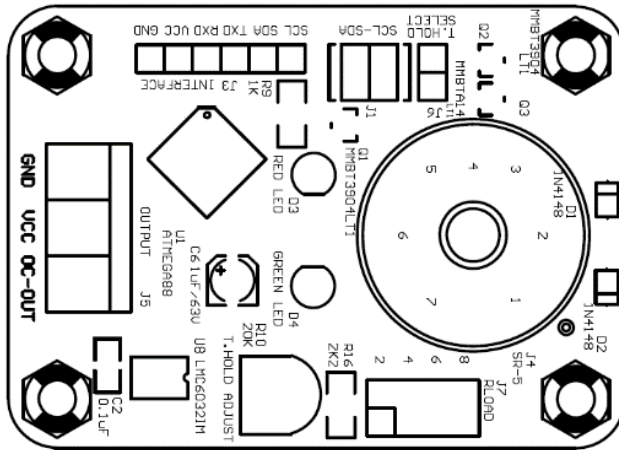
Pada bagian nomer 1, merupakan lapisan yang peka terhadap gas dengan material sel elektrolit padat. Pada bagian nomer 2, merupakan bagian elektroda yang bermaterial emas (Au). Pada bagian nomer 3, merupakan elektroda dengan material campuran platina dan timah. Pada bagian nomer 4, merupakan lilitan pemanas dengan material campuran Ni-Cr. Pada bagian nomer lima merupakan pipa yang terbuat dari keramik. Pada bagian nomer enam merupakan pengaman terhadap ledakan yang terbuat dari *stainless steel*. Pada bagian ke tujuh merupakan penjepit berbentuk cincin terbuat dari tembaga. Pada bagian nomer delapan merupakan kaki dammar yang terbuat dari bakelit. Pada bagian nomer 9 merupakan pin atau kaki – kaki yang terbuat dari tembaga.



GAMBAR 4. SENSITIVITAS SENSOR MG-811
(DATASHEET SENSOR MG-811)

2.8 Modul DT – SENSE Gas Sensor

Modul DT – SENSE Gas sensor adalah sebuah modul sensor cerdas yang mampu memonitor perubahan konsentrasi gas LPG, propana, CO, CO₂, metana, alkohol, atau kualitas udara (tergantung pada sensor yang digunakan). Modul ini kompatibel dengan berbagai jenis sensor gas seperti MQ-3 (alkohol), MQ-4 (metana), MQ-6 (LPG), MQ-7 (CO), MQ-135 (kualitas udara), dan MG-811 (karbon dioksida). Selain itu, modul ini dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.



GAMBAR 5. TATA LETAK SENSOR MG-811
(DATASHEET DT- SENSE GAS SENSOR)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Dalam sebuah penelitian adanya variabel penelitian sangat penting untuk pelaksanaan penelitian dan untuk pengambilan data penelitian. Variabel bebas (*Independent Variable*) adalah variabel yang akan mempengaruhi variabel lainnya. Variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Adapun penjelasan lebih jelasnya sebagai berikut.

1. Variabelbebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi jenis bahan bakar yang ditetapkan yaitu bahan bakar jenis pertalite, pertamax 92 danpertamax turbo serta RPM mesindari putaran stasioner,1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000,4500, dan 5000,

2. Variabelterikat

Variabelterikatdalampenelitianiniadalahhasilpembacaan sensor CO₂ pada alat standar.

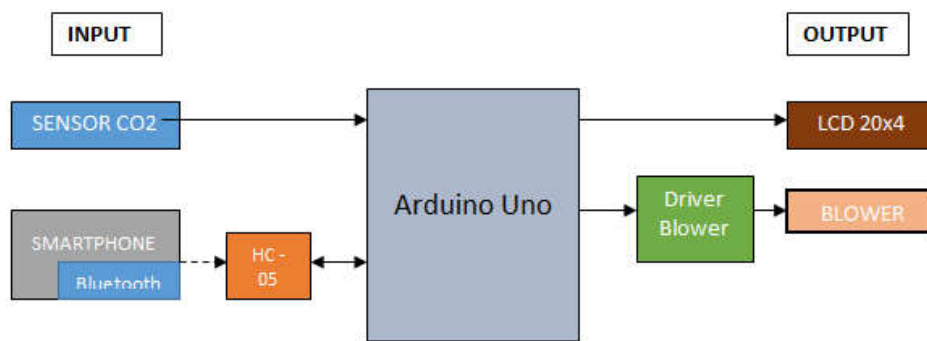
3.2 Hipotesis Penelitian

Hipotesis statistik yang diuji pada penelitian ini adalah:

- 1) H₀ : $\mu_1 = \mu_2$, atau tidak ada perubahan pembacaan sensor karbon dioksida yang telah dipengaruhi variasi jenis bahan bakar dan putaran mesin.

- 2) $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$, atau ada perubahan hasil pembacaan sensor karbon dioksida yang telah dipengaruhi variasi jenis bahan bakar dan putaran mesin.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 6. BLOK DIAGRAM

Prinsip kerja *Portable Gas Analyzer* ini adalah membaca hasil pembacaan dari sensor Karbon Dioksida menggunakan baterai 12 volt sebagai sumber tegangan. Saat catu daya dinyalakan, relay akan menyala untuk mengontrol blower. Arduino, LCD, sensor - sensor dan bluetooth akan menyala juga, serta arduino akan memerintahkan LCD menampilkan kata “welcome” melalui pin A4 dan A5, sebagai indikator bahwa alat menyala namun belum siap melakukan pembacaan. Setelah tombol *power* pada aplikasi ditekan, LCD akan menampilkan kata “Heating”, ini menunjukkan sensor – sensor sedang mengalami heating. Setelah proses heating selesai, maka akan muncul di LCD “Ready”, menunjukkan alat siap digunakan pembacaan.

Saat *probe* dimasukkan ke knalpot, sensor akan mengukur kadar emisi, lalu data pembacaan dikirim ke pin A0, dan dari arduino di kirim ke *bluetoothtransmitter* untuk di tampilkan ke aplikasi android. Ketika ingin mematikan alat, tekan tombol *power* pada aplikasi, maka arduino akan memerintahkan LCD menampilkan karakter huruf “Power off”, lalu blower, sensor-sensor, LCD, akan mati.

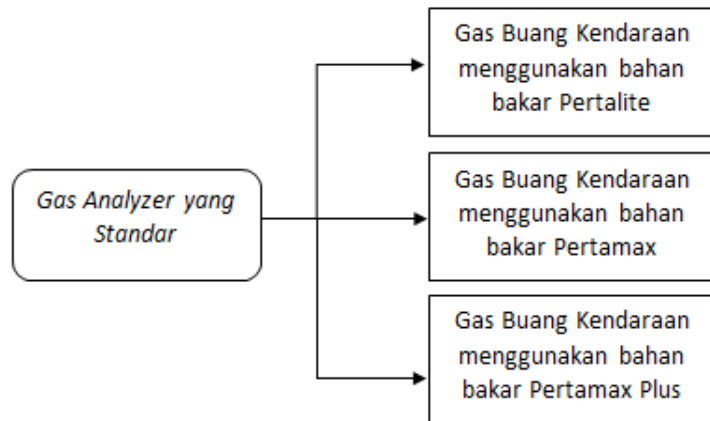
Dari data kalibrasi diperoleh rumus sebagai berikut :

$$y = 0,011x + 1,1897$$

x = data mentah (ADC)

4.1 Hasil dan Analisis Data

Setelah *Portable Gas Analyzer* selesai dikalibrasi, maka tahap selanjutnya dalam penelitian adalah melakukan proses pengambilan data, dari pembacaan kadar emisi gas buang karbon dioksida pada alat yang standar



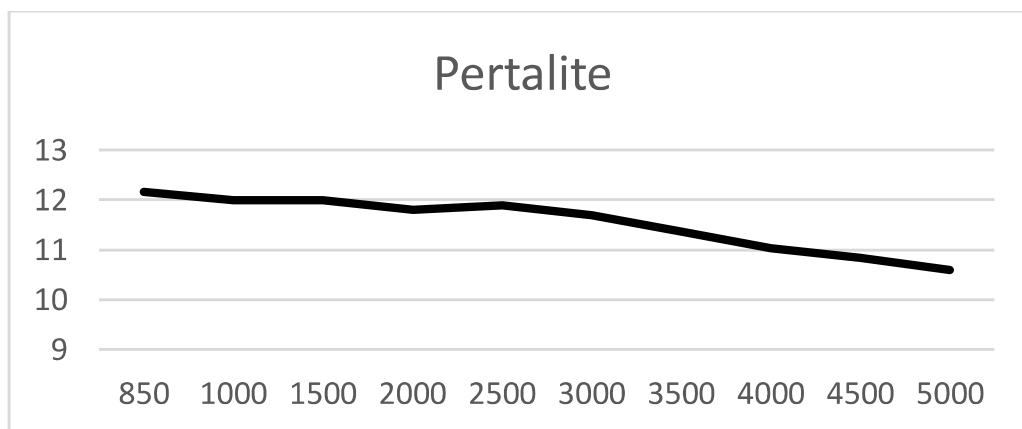
GAMBAR 7. BLOK DIAGRAM PENGUJIAN ALAT

Dalam melakukan pengujian alat, perlu adanya pengumpulan data untuk diolah dalam penelitian ini adalah kadar emisi gas buang karbondioksida dalam gas buang kendaraan. Pengumpulan data dilakukan pada mobil dengan variasi jenis bahan bakar yang berbeda menggunakan *Gas Analyzer* yang telah standart. Sensor gas karbon dioksida pada *portable gas analyzer* hanya memiliki range pembacaan dari nilai 350 ppm – 10000 ppm.

4.2 Pengumpulan Data Terhadap Variasi Jenis Bahan Bakar

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN GAS KARBONDIOKSIDA TERHADAP BAHAN BAKAR PERTALITE PADA GAS BUANG KENDARAAN

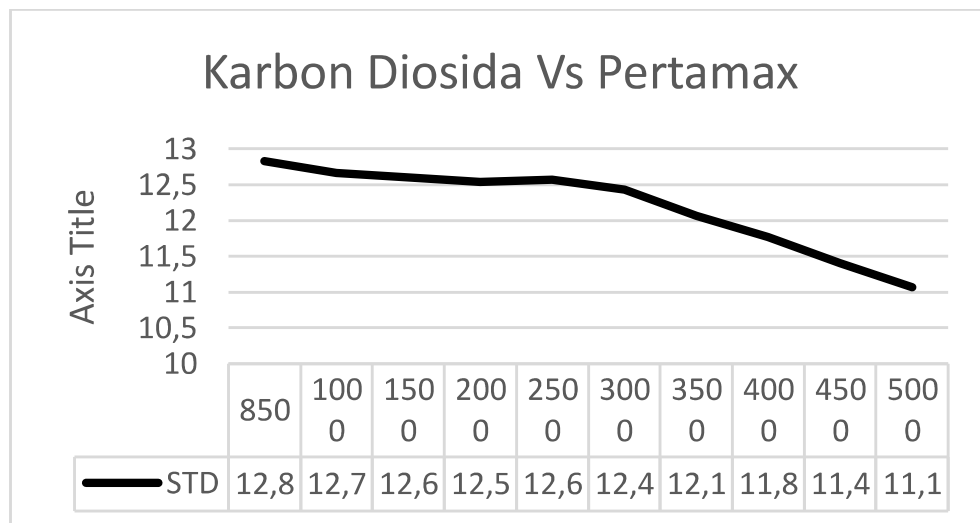
RPM	TECHNOTEST			Rata-Rata
	Karbon Dioksida (%)			
	1	2	3	
850	12,1	12,2	12,2	12,16667
1000	11,9	12	12,1	12
1500	12	11,9	12,1	12
2000	11,8	11,7	11,9	11,8
2500	11,9	11,8	12	11,9
3000	11,6	11,7	11,8	11,7
3500	11,3	11,4	11,4	11,36667
4000	11	11,1	11	11,03333
4500	10,8	10,9	10,8	10,83333
5000	10,7	10,6	10,5	10,6
	Jumlah			115,4



GAMBAR 8. GRAFIK PEMBACAAN KARBON DIOKSIDA PADA VARIASI BAHAN BAKAR PERTALITE

TABEL 2. HASIL PENGUKURAN GAS KARBONDIOKSIDA TERHADAP BAHAN BAKAR PERTAMAX PADA GAS BUANG KENDARAAN

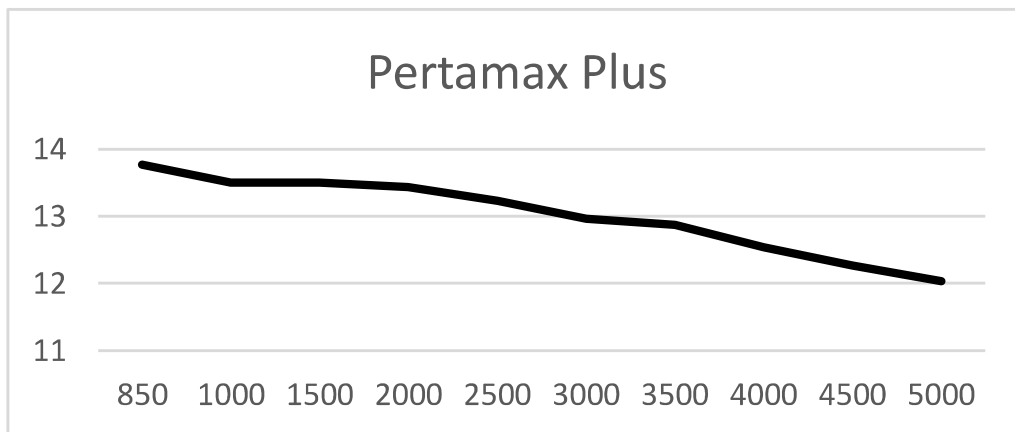
RPM	TECHNOTEST			Rata-Rata
	Karbon Dioksida (%)			
	1	2	3	
850	12,9	12,8	12,8	12,83333
1000	12,7	12,6	12,7	12,66667
1500	12,8	12,4	12,6	12,6
2000	12,6	12,5	12,5	12,53333
2500	12,4	12,6	12,7	12,56667
3000	12,4	12,4	12,5	12,43333
3500	12	12,1	12,1	12,06667
4000	11,7	11,8	11,8	11,76667
4500	11,3	11,4	11,5	11,4
5000	11,1	11,1	11	11,06667
	Jumlah			121,93333



GAMBAR 9. GRAFIK PEMBACAAN KARBON DIOKSIDA PADA VARIASI BAHAN BAKAR PERTAMAX

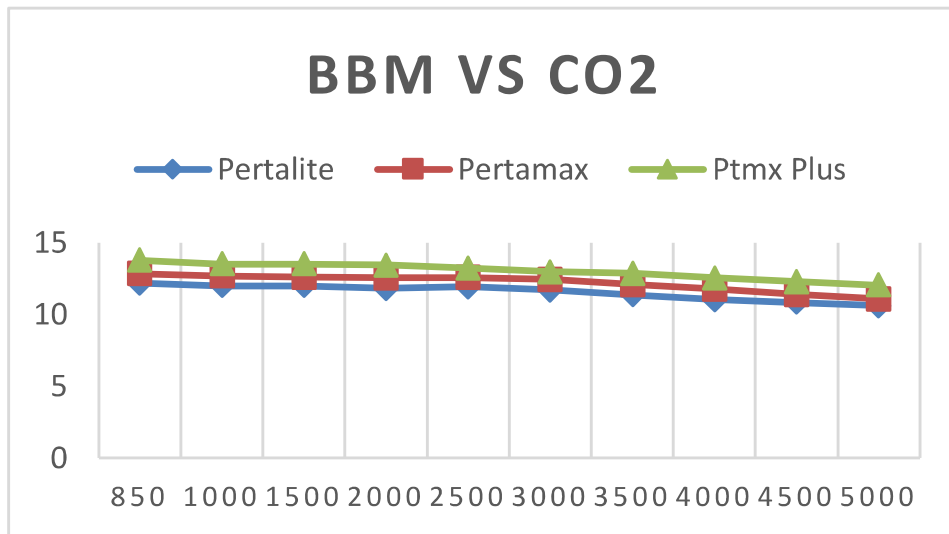
TABEL 3. HASIL PENGUKURAN GAS KARBONDIOKSIDA TERHADAP BAHAN BAKAR PERTAMAX PLUS PADA GAS BUANG KENDARAAN.

RPM	TECHNOTEST			Rata-Rata
	Karbon Dioksida (%)			
	1	2	3	
850	13,8	13,7	13,8	13,76667
1000	13,5	13,4	13,6	13,5
1500	13,6	13,5	13,4	13,5
2000	13,3	13,5	13,5	13,43333
2500	13,4	13,2	13,1	13,23333
3000	13,1	13	12,8	12,96667
3500	12,9	12,8	12,9	12,86667
4000	12,5	12,6	12,5	12,53333
4500	12,3	12,3	12,2	12,26667
5000	12,1	12	12	12,03333
Jumlah				130,1



GRAFIK 10. GRAFIK PEMBACAAN KARBON DIOKSIDA PADA VARIASI BAHAN BAKAR PERTAMAX PLUS

Berikut adalah grafik perbandingan dari kadar emisi karbon dioksida dengan variasi jenis bahan bakar pertalite, pertamax dan pertamax plus.



GAMBAR 11. GRAFIK PERBANDINGAN VARIASI JENIS BAHAN BAKAR DENGAN KARBON DIOKSIDA

4.3 Keakuratan Sensor Karbon Dioksida

Pada penelitian ini, keakuratan sensor yang dimiliki oleh sensor MG811 (karbon dioksida) adalah sama dengan yang ada di *datasheet*. Yaitu sekitar 350 – 10000 ppm atau bisa dikonversikan ke dalam nilai % dengan rumus sebagai berikut:

$$x_{(\%)} = x_{ppm}/10000$$

Maka *range* pembacaan sensor karbon dioksida pada *Portable Gas Analyzer* sebesar 0,035 % - 1%. Ini adalah keakuratan sensor karbon dioksida, yang sama dengan *range* pembacaan sensor pada *datasheet* sensor.

Jadi pemilihan sensor MG 811 kurang tepat dan harus memilih sensor yang memiliki *range* yang lebih tinggi agar bisa dibandingkan dengan alat standar dan mampu mengukur emisi gas buang kendaraan dengan lebih akurat.

4.4 Analisis Data

Setelah data telah didapat diolah menggunakan *Two Way Anova* untuk mengetahui terdapat pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap keakuratan pembacaan sensor Karbon dioksida. Hasil pengolahan data adalah sebagai berikut.

TABEL 4. ANALYSIS OF VARIANCE DARI PENGARUH VARIASI BAHAN BAKAR DAN PUTARAN MESIN TERHADAP EMISI GAS KARBON DIOKSIDA

Anova: Two-Factor Without Replication						
SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance		
850	3	38,76667	12,92222	0,645926		
1000	3	38,16667	12,72222	0,564815		
1500	3	38,1	12,7	0,57		
2000	3	37,76667	12,58889	0,669259		
2500	3	37,7	12,56667	0,444444		
3000	3	37,1	12,36667	0,404444		
3500	3	36,3	12,1	0,563333		
4000	3	35,33333	11,77778	0,562593		
4500	3	34,5	11,5	0,521111		
5000	3	33,7	11,23333	0,534444		
Technotes1	10	115,4	11,54	0,300938		
Tecnotest2	10	121,9333	12,19333	0,356494		
Tecnotest3	10	130,1	13,01	0,337543		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	8,843	9	0,982556	158,2247	2,87E-15	2,456281
Columns	10,84896	2	5,424481	873,5249	1,19E-18	3,554557
Error	0,111778	18	0,00621			
Total	19,80374	29				

Berdasarkan tabel ANOVA di atas dapat diketahui nilai *p-value* akan mempengaruhi analisis data terhadap variabel yang sudah ditentukan, untuk dapat mengetahui kesimpulan dari data tabel di atas, sebagai berikut penjelasannya

- a. Hipotesis:

- H_0 = Tidak ada pengaruh variasi bahan bakar dan putaran mesin terhadap emisi gas karbon dioksida
 - H_1 = Terdapat pengaruh variasi bahan bakar dan putaran mesin terhadap emisi gas karbon dioksida
- b. Pengambilan keputusan ($\alpha = 5\%$)
- Jikap *value* $> 0,05$; $F < F_{crit}$; H_0 diterima
 - Jikap *value* $< 0,05$; $F > F_{crit}$; H_0 ditolak

Hasil pengolahan data, *p value* adalah 1,193E-18 lebih kecil daripada 0,05 dan F hitung lebih besar daripada F tabel. Sehingga H_1 ditolak. Maka dapat disimpulkan variasi jenis bahan bakar dan putaran mesin sangat berpengaruh terhadap kadar emisi gas buang karbon dioksida.

Kesimpulan akhir :

Dari hasil pengolahan data dapat disimpulkan setiap perubahan variasi jenis bahan bakar, mulai dari pertalite ke pertamax, pertamax ke pertamax plus, hasil pembacaan sensor karbon dioksida semakin tinggi, dan semakin tinggi putaran mesin, hasil pembacaan sensor semakin menurun, hal ini menunjukkan bahwa sensor Karbon dioksida dapat bekerja pada variasi bahan bakar dan putaran mesin dan terdapat pengaruh dari variasi jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap pembacaan sensor karbon dioksida.

5. PENUTUP

Setelah melakukan pembuatan, pengujian dan analisis unjuk kerja alat, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Keakuratan pembacaan sensor Karbon dioksida adalah sama dengan yang ada pada *datasheet*. Yaitu sekitar 350 ppm sampai 10.000 ppm. Jadi sensor tidak bisa membaca kadar emisi gas buang lebih dari 10.000 ppm.
- 2) Setelah data telah dikumpulkan dan di analisis menggunakan metode *two way anova*, hasilnya adalah *p value* lebih kecil daripada 0.05. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa variasi bahan bakar berpengaruh pada pembacaan sensor karbon dioksida. Hasil emisi gas buang

paling baik adalah dari variasi bahan bakar pertamax plus karena nilai oktan yang tinggi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kosegeran, Victor V. *Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂) dan Hidro Karbon (HC) Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor*. 2013. Manado: E-Journal Universitas Sam Ratulangi.
- [2] QROTECH. *Automotive Emission Gas Analyzer Service Manual*. 2015. Korea.
- [3] Supriyanto, Aji. *Pengantar Teknologi Informasi*. Jakarta: Salemba Infotek, 2005
- [4] Shofar, Muhammad Izzudin. *Sistem Telemetri Pemantau Gas Karbon Dioksida (CO₂) Menggunakan Jaringan WIFI*. 2014. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5] Thomas, Sibu Mr. and Ms. Nishi Shahnaj Haider. 2013. *A Study on Basics of Gas Analyzer*. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering.
- [6] Anonim. 2013. *Arduino Uno*. Arduino. Milan. (<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>), diakses tanggal 20 Juni 2017