

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

Dalam bab ini akan dijelaskan hasil pengujian *Emission Gass Detector* (EGD). Pengujian meliputi uji perkomponen dalam alat uji emisi gas yaitu *board Arduino R3, Bluetooth HC-05*, sensor gas MG-811, TGS-2201, dan TGS-2602. Selanjutnya setelah memastikan masing-masing komponen dalam kondisi baik di lakukan pengujian pengiriman data ke PC dan pengujian *software*. Pengujian ini dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 10 juli 2017 dengan mengambil sampel 3 unit sepeda motor dengan spesifikasi yang sama dan namun bahan bakar yang berbeda. Adapun hasil pengujian adalah sebagai berikut :

##### 4.1.1. Pengujian Perangkat Keras

##### 4.1.1.1. Pengujian Arduino

*Arduino* yang digunakan dalam *Emission Gass Detector* (EGD) adalah *Arduino Uno R3* yang merupakan versi terbaru dari mikrokontroller ini. Penulis menggunakan ini karena bahasa pemrograman relatif mudah serta dilengkapi dengan modul sikap pakai (*shield*) seperti *GPS, Ethernet, SD card*, dll. Pengujian *arduino* dilakukan dengan cara mengukur tegangan ketika *board* nya dalam keadaan *on dan off*. Caranya dengan mengukur pada *Pin out (5V)* dan *Ground (gnd)* menggunakan multimeter. Adapun hasil dari pengujian tertera dalam Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Hasil Pengujian Arduino

NO	Kondisi	Tegangan
1	Off	0,01 mV
2	On	4,3 V

Hasil dari Tabel di atas menunjukkan bahwa ketika *arduino* tidak terhubung dengan kerangkat keras yaitu PC tegangan bernilai 0,01mV. Sedangkan

ketika dihubungkan dengan PC tegangan bernilai 4,3V. Ini menunjukkan bahwa Arduino berfungsi dengan baik dan dapat digunakan dalam penelitian ini.

Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan program *blinking* dengan menggunakan *coding* sederhana sebagai *sample*. Dalam pengujian ini penulis menggunakan *coding* dalam mengatur durasi nyala dari *LED* yang terpasang dalam *Board Arduino Uno R3*. Adapun hasilnya di tunjukkan dalam Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



```

Blink | Arduino 1.8.1
File Edit Sketch Tools Help

Blink $

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialise digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(100); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(100); // wait for a second
}

Done uploading
Sketch uses 926 bytes (2% of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 9 bytes (0% of dynamic memory, leaving 2039 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

```

**Gambar 4.1. Coding Untuk Sample Pengujian Program Blinking Dalam Mengatur Durasi Nyala LED**

Gambar 4.1. berisi *coding* pemrograman untuk mengatur durasi nyala LED pada *board arduino* Pada baris keempat dan lima pada *coding* program juga telah diatur cepat dan lambatnya. Led berkedip dengan membuat kategori “high” dan “low”. Tampilan pada *board arduino* berdasarkan *coding* dalam Gambar 4.1. ditunjukkan dalam Gambar 4.2 ketika dalam keadaan *On* dan dalam Gambar 4.3 ketika LED dalam keadaan *Off*. Dimana dalam Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dapat dilihat LED yang menyala berwarna oranye letaknya tepat disebelah pin ke 13 dalam *board arduino*.



Gambar 4.2. LED menyala



Gambar 4.3. LED mati

#### 4.1.1.2. Pengujian Bluetooth HC-05

Pengujian bluetooth HC-05 dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada pin Vcc (5V) dan *Ground (Gnd)* menggunakan multimeter. Dimana dalam Tabel 4.2. kita bisa lihat hasil pengukurannya menunjukkan rentang nilai terhadap pengujian bluetooth HC-05 sebesar 0,01 mV–4,4 V dari nilai maksimum yaitu 5V. Rentang nilai tersebut didapatkan saat *bluetooth* diukur dalam keadaan terhubung ke PC dan saat tidak terhubung ke PC.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Terhadap *Bluetooth* HC-05

No	Kondisi	Tegangan (Volt)
1	Off	0,01
2	On	4,4

#### 4.1.1.3. Pengujian Sensor Gas

Pengujian ketiga sensor gas dilakukan dengan mengukur pin A0 yang terhubung dengan sensor TGS-2201, A1 yang terhubung dengan sensor TGS-2602 dan A2 yang terhubung dengan sensor MG-811 dengan menggunakan multimeter. Pengujian ini dilakukan dengan cara sensor dibiarkan diudara bebas lalu diukur berapa nilai tegangannya. Dimana ketika berada dalam udara bebas nilai dari tegangan sensor 0,284, nilai dari tegangan sensor TGS-2602 sebesar 0,189 dan nilai dari tegangan sensor MG-811 sebesar 1,313. Dimana perbedaan besar nilai dalam pengukuran ini disebabkan oleh terkontaminasinya udara

disekitar sensor ketika dilakukan pengukuran. Sehingga jika unsur tersebut terdeteksi oleh sensor maka nilainya akan berubah. Berdasarkan referensi pada penelitian yang menggunakan sensor-sensor ini juga dilakukan pengujian seperti ini dan nilai yang didapat tidak jauh berbeda dengan data dalam Tabel 4.3. Selain itu nilai yang didapat sesuai dengan nilai yang diterakan dalam *datasheet* bahwa nilai tegangan yang diukur sensor tidak melebihi 7V.

**Tabel 4.3.** Data Hasil Pengujian Sensor Gas.

NO	Kondisi	Suhu	TGS-2201(volt)	TGS-2602 (volt)	MG-811(volt)
1	Dalam Ruangan	17 <sup>0</sup> C	0,284	0,189	1,313
2	Ruangan Terbuka	27 <sup>0</sup> C	0,331	0,246	1,573
3	Ruangan terbuka diberi gas	27 <sup>0</sup> C	0,975	0,730	1,189

#### 4.1.1.4. Pengujian Catu Daya

Rangkaian catu daya yang digunakan memiliki keluaran +5V. Rangkaian catu daya tersebut menggunakan IC LM2956. Pengujian dilakukan dengan mengukur *output* pada IC regulator menggunakan multimeter. Dan nilai *input* yang didapatkan senilai 12V dan *output* sebesar 5V.

**Tabel 4.4.** Pengujian rangkaian catu daya 5V

Tegangan catu daya (volt)	Waktu				
	1	2	3	4	5
Keluaran Catu Daya (volt)	4,95	4,95	4,95	4,9	4,95

**Tabel 4.5.** Pengujian rangkaian catu daya 12V

Tegangan catu daya (volt)	Waktu				
	1	2	3	4	5
Keluaran Catu Daya (volt)	4,95	4,95	4,95	4,9	4,95

Dari hasil pengujian (Tabel 4.3 dan Tabel 4.4), menunjukkan bahwa keluaran dari rangkaian catu daya hampir sesuai dengan yang dibutuhkan, yaitu sekitar 5V dan 12V.

#### 4.1.2. Analisa Data

Setelah komponen teruji berfungsi dengan baik selanjutnya dilakukan kalibrasi untuk menganalisa data dan menghitung persen kesalahan dari *Emission Gass Detector (EGD)*. Sebagai pembanding penulis menggunakan alat uji emisi gas keluaran *Brand Assemblad Dengan Type Infrared-205 "Pony" Gass Analyzer*. Penulis menggunakan alat ini karena alat ini sudah berstandar SNI sesuai dengan aturan Baku Mutu Emisi Gas Buang Kementrian Lingkungan Hidup No 05 Tahun 2010. Kegiatan mengambil data penulis lakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 10 juli 2017 dengan sampel 3 buah sepeda motor 4 tak dengan variasi bensin yang berbeda yaitu PRM, PRL dan PRT.

THE  
Character Building  
UNIVERSITY



**Gambar 4.2. Infrared-205 “Pony” Gass Analyzer**

Adapun alat uji emisi gas buang berbasis tiga sensor dengan tampilan *smartphone* yang akan diuji memiliki tampilan seperti Gambar 4.3. dimana dalam corong tersebut diletakkan tiga sensor gas yaitu TGS-2201, TGS-2602, dan MG-811. Fungsi dari peletakan sensor tersebut didalam corong adalah untuk mengikat emisi gas buang kendaraan ketika dilakukan pengujian. Pipa yang bulat akan membuat udara lebih lama berada dalam ruang tabung pipa sehingga ketiga sensor dapat mendeteksi unsur lebih akurat. Selanjutnya dalam rangkaian *board arduino* dapat dilihat *bluetooth HC-05* sudah tertancap dan siap dihubungkan ke *Smartphone*.



**Gambar 4.5. Emission Gass Detector ( EGD)**

#### 4.2. Hasil Penelitian

Dalam menentukan baik buruknya emisi gas buang penelitian ini mengacu pada teori komposisi zat buang kendaraan yang komposisinya terdiri dari, N<sub>2</sub> 72%, CO<sub>2</sub> 18,1% , H<sub>2</sub>O 8,2 % , Gas mulia 1,2% , O<sub>2</sub> 1,1% , , NoX 0,13% , HC 0,09 % , CO 0,9% yang jika di jumlah kan kadar nya 100%. Ini adalah komposisi terbaik dari emisi gas buang kendaraan bermotor.

**Tabel 4.7.** Hasil kalibrasi menggunakan *Emission Gass Detector (EGD)*

No	Bahan bakar	Nilai ADC			Ro	Vi (Volt
		TGS-2201	TGS-2602	MG-811		
1	PTM	252	324	174	19,25	5
2	PTL	241	214	135		
3	PRM	240	272	203		
4	PTM	259	385	245		
5	PTL	263	441	283		
6	PRM	270	432	323		

Dari data di atas kita bisa mengkonversi ppm ke volume dengan rumus Konversi dari ppm ke persen (%). 1 ppm adalah  $1/100000\% = 0.0001\%$  jadi kalau  $3\% = 30\ 000\ \text{ppm} = 30\ \text{g/kg}$ . Dengan data ADC dalam Tabel 4.7 kita dapat menghitung berapa nilai masing-masing unsur, dan hasil dari kalibrasi *Emission Gass Detector (EGD)* dapat di simpulkan dalam Tabel 4.8.

Untuk menentukan perhitungan konsentrasi Hidro karbon mengacu pada *datasheet* sensor TGS 2201 dimana *interval gasoline exhaust* HC 10 ~ 1,000 ppm untuk mendapatkan nilai *interval gasoline* 990ppm maka  $1024/990 = 1.034$  maka  $\text{ppm gasoline} = V_{RL} \times 1.034$ .

**Tabel 4.8.** Data Perbandingan Hasil Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Menggunakan *Gass Analyzer* Dan *Emission Gass Detector (EGD)*

No	Bahan Bakar	Gas Analyzer				<i>Emission Gass Detector (EGD)</i>			
		CO (% vol)	CO <sub>2</sub> (% vol)	HC (ppm)	O <sub>2</sub> (% vol)	CO (% vol)	CO <sub>2</sub> (% vol)	HC (ppm)	O <sub>2</sub> (% vol)
1	PTM	2,59	03,63	00302	14,53	3,40	05, 10	00536	13,651
2	PTL	3,42	04,74	00494	14,40	4,86	05,66	00608	12,86
3	PRM	4,59	05,40	00584	09,82	4,89	05,87	00696	08,82

Linearitas merupakan kemampuan suatu alat ukur untuk memperoleh hasil uji yang secara langsung dengan konsentrasi pada kisaran yang diberikan. Pengujian linearitas alat ukur berfungsi dan bertujuan untuk mengetahui apakah alat ukur linear (lurus) atau tidak lurus (tidak linear). Linearitas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda-beda. Data yang diperoleh selanjutnya diproses dengan mencari nilai dari garis linearnya, lalu dapat ditentukan nilai kemiringan (slope). Semakin linear data yang dihasilkan maka semakin baik alat tersebut bekerja. Salah satu cara untuk mencari nilai linearitas suatu data dapat menggunakan metode kuadrat terkecil. Metode kuadrat terkecil digunakan untuk menentukan hubungan linear suatu data agar dapat diprediksi nilai-nilainya yang mana nilai tersebut tidak terdapat pada data-data yang dimiliki. Terkadang proses yang melibatkan metode kuadrat terkecil untuk menentukan hubungan dua variabel data berupa fungsi linear disebut sebagai regresi linear, persamaan umum dari garis linear kuadrat terkecil yaitu :

$$Y = a + bx \quad (4.1)$$

Dengan  $x$  dan  $y$  merupakan variabel bebas , sedangkan  $a$  dan  $b$  merupakan parameter. Sedangkan untuk mencari nilai  $a$  dan  $b$  yaitu :

$$a = \Sigma y/n \quad (4.2)$$

$$h = (\Sigma y x) / \Sigma x^2 \quad (4.3)$$

Tabel nilai ata kuadrat terkecil

Mg-811	CO <sub>2</sub> (y)	X	x.y	X <sup>2</sup>
135	3,61	-2	-5,10	4
174	4,71	-1	0	1
203	5,36	0	5,87	0
245	6,28	1	6,28	1
283	7,20	2	14,4	4
Jumlah	27,1	0	21,45	10

Persamaan umum :  $y = a + bx$        $b = (\sum y x) / \sum x^2$

$a = \sum x / n$        $b = (\sum y x) / \sum x^2$

$$= \frac{27,1}{5}$$

$$= 5,42$$

$$= \frac{0,77}{2}$$

$$= 0,385$$

Garis Linear :  $y = a + bx$

$$= 5,42 + 0,385 x$$

Dengan persamaan diatas, maka dilakukan pembuktian rumus bahwa data yang didapat mendekati nilai yang dihasilkan menggunakan persamaan tersebut.

Jika  $x=1$

$$Y = 5,42 + 0,385 (1)$$

$$= 5,87$$

Data hasil pengukuran didapatkan yaitu 6 dan secara perhitungan kuadrat terkecil didapatkan 5,928. Nilai dari persen kesalahan dapat dihitung menggunakan rumus kesalahan relative yaitu :

$$e = \left[ \frac{5-5,87}{5,92} \right]$$

$$\begin{aligned} \% \text{ kesalahan} &= \left[ \frac{y_0 - y}{5y} \right] \times 100\% \\ &= \left[ \frac{5-5,87}{5,92} \right] \times 100\% \\ &= 0,8\% \end{aligned}$$

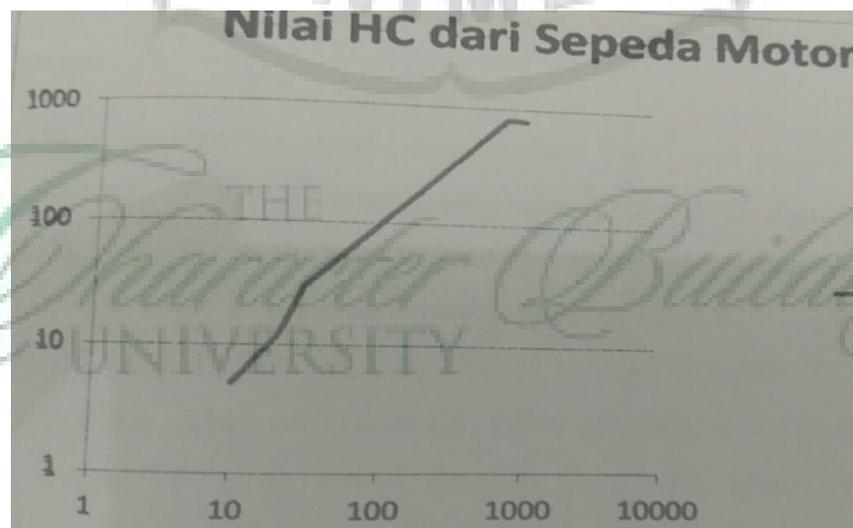
Dimana : e = Kesalahan (error)

Y<sub>0</sub> = nilai pengukuran

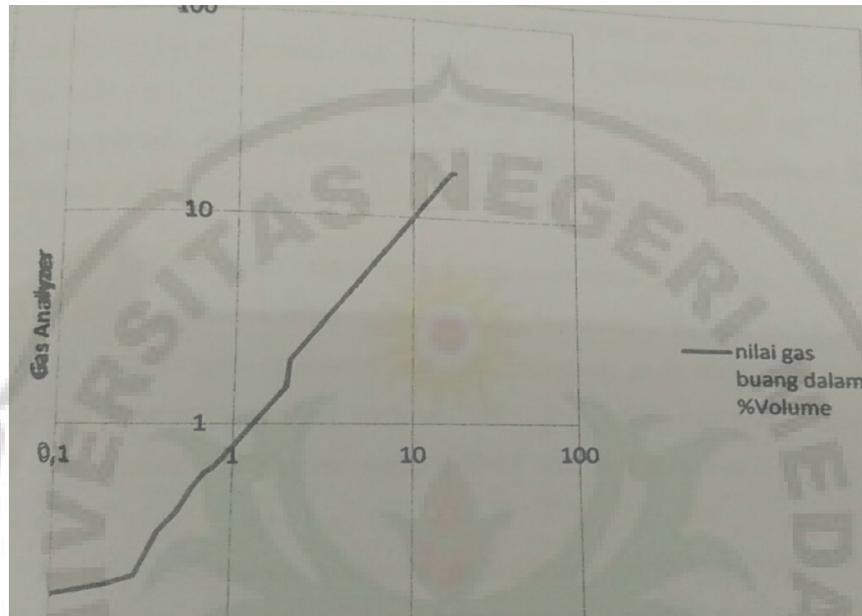
Y = nilai perhitungan

Didapatkan nilai dari persen kesalahan yaitu 0,8%

Pada saat melakukan kalibrasi alat, perbandingan hasil uji antara alat terkalibrasi dengan alat yang dirancang harus sama atau mendekati sama agar alat yang dirancang dapat dikatakan bagus dan dapat bekerja dengan baik. Pada perhitungan tersebut terlihat bahwa nilai yang terbaca pada kedua alat sudah mendekati sama dan nilai persen kesalahannya yaitu 0,8%. Alat yang dirancang telah bekerja dengan baik dalam melakukan pengukuran karena kesalahan alat kurang dari 1%.



Gambar 4.6. batas ukur yang dapat dijangkau alat yang dirancang untuk HC



Gambar 4.7. batas ukur yang dapat dijangkau oleh  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , dan  $\text{O}_2$

Batas dari alat dimulai dari 30 ppm sampai dengan 800 ppm karena terlihat bahwa pengukuran dibawah 60 ppm hasilnya tidak linear terhadap alat yang terkalibrasi. Begitu juga pada nilai diatas 800 ppm, nilai ukur yang dihasilkan alat yang dirancang sudah tidak linear terhadap nilai yang di hasilkan alat terkalibrasi.

Pada saat melakukan pengambilan data, alat perancangan membutuhkan waktu minimal 20 detik untuk menghitung nilai HC, agar data yang didapatkan lebih baik. pada saat melakukan pengukuran, alat yang dirancang mulai menghasilkan nilai yang linear mulai dari 30 sampai dengan 800 ppm sedangkan untuk nilai  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$  dari 2% vol sampai dengan 17% vol. Maka batas ukur yang disarankan untuk alat ukur ini yaitu 30 sampai dengan 800 ppm dan 2% vol sampai dengan 17% vol untuk dengan gaya beda skala utama 0,01% Vol untuk  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$  dan 1 ppm untuk HC.

Dari data di atas kita bisa mengkonversi ppm ke volume dengan rumus konversi dari ppm ke persen. 1 ppm adalah  $1/10000 = 0,0001\%$  jadi kalau  $3\% = 30.000 \text{ ppm} = 30 \text{ g/kg}$ . Dengan data ADC dalam tabel 4,7. Kita dapat menghitung berapa nilai masing-masing unsur, dan hasil dari kalibrasi emission gasss detector (EGD) dapat disimpulkan dalam Tabel 4.8.

Untuk menentukan perhitungan konsentrasi CO maka Nilai RS ini digunakan untuk mencari nilai rasio atau perbandingan RS/Ro, sedangkan untuk menentukan perhitungan konsentrasi HC mengacu pada datasheet sensor TGS 2201 dimana interval gasoline exhaust HV 10 – 1000ppm untuk mendapatkan nilai interval gasoline 990ppm maka  $1024/990 = 1034$  maka ppm gasoline =  $V_{r1} \times 1.034$ .

Setelah melakukan kalibrasi selanjutnya dilakukan pengujian terhadap 15 sepeda motor dengan tiga variasi bensin yaitu 5 sepeda motor berbahan bakar PRM, 5 sepeda motor berbahan bakar PRL dan 5 sepeda motor berbahan bakar PRT. Pengujian dan pengambilan data dilaksanakan di parkir auditorium Universitas Negeri Medan dan Parkiran Laboratorium Universitas Negeri Medan.

**Tabel 4.9.** Data Hasil Data Penelitian Terhadap 5 Sepeda Motor Berbahan Bakar PTM

NO	Jenis Kendaraan	HC (ppm)	CO (% Vol)	CO <sub>2</sub> (% Vol)	O <sub>2</sub> (% Vol)	Kualitas
1	VRO1	540	3,7%	11,34 %	08,55	Baik
2	VRO2	557	3,6 %	11,46%	08,76	Baik
3	VRO3	663	6,5 %	14,86%	07,24	Sedang
4	VRO4	545	3,6 %	11,39%	08,60	Baik
5	VRO5	540	3,6 %	11,34%	08,55	Baik

Hasil uji emisi gas buang kendaraan pada sepeda motor berbahan bakar PTM 90 % menunjukkan baiknya kualitas emisi gas buang tersebut. Dikarenakan

sepeda motor yang penulis uji adalah sepeda motor yang memang disarankan menggunakan bensin tanpa timbal. Selain itu sepeda motor yang penulis uji dalam Tabel 4.9 adalah sepeda motor keluaran tahun terbaru yang masa pakainya kurang dari 2 tahun dengan *service* yang cukup teratur. Adapun pada data ketiga menunjukkan kualitas emisi gas buang dikarenakan sepeda motor tersebut pernah mengalami kerusakan sehingga mempengaruhi kualitas emisi gas buang.

**Tabel 4.10.** Data Hasil Data Penelitian Terhadap 5 Sepeda Motor Berbahan Bakar PTL

NO	Jenis Kendaraan	HC (ppm)	CO (% vol)	CO <sub>2</sub> (% vol)	O <sub>2</sub> (% vol)	Kualitas
1	VRO6	794	5,2	13,74	06,06	Buruk
2	VRO7	796	5,6	13,81	05,89	Buruk
3	VRO8	804	6,8	14,62	05,28	Buruk
4	VRO9	643	4,3	12,58	07,65	Sedang
5	VRO10	677	4,6	14,94	07,35	Sedang

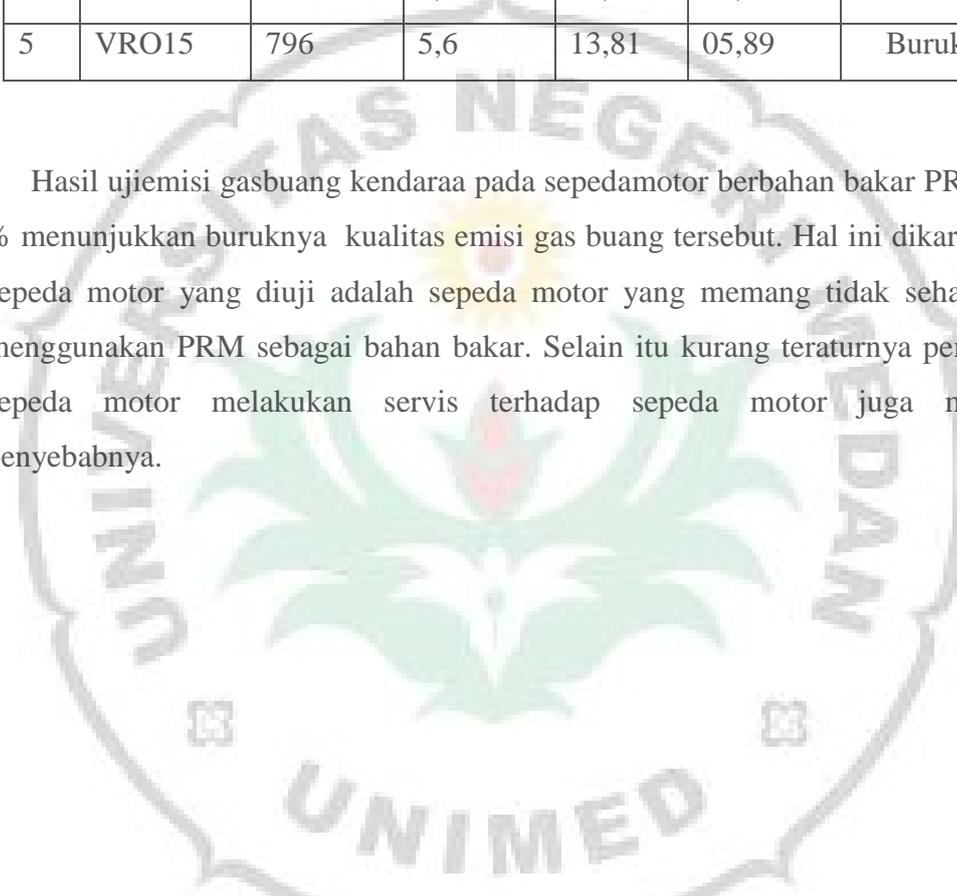
Hasil uji emisi gas buang kendaraan pada sepeda motor berbahan bakar PTL 80 % menunjukkan buruknya kualitas emisi gas buang tersebut. Hal ini dikarenakan sepeda motor yang diuji 3 diantaranya dalam masa pakai 4 tahun dan selama 4 tahun pernah mengalami kerusakan di bagian *filter* udara, *injector* yang kotor, servis yang tidak teratur, dan kaya akan AFR yang membuat nilai CO menjadi tinggi dan mempengaruhi meningkatnya kadar unsur-unsur lain dalam emisi gas buang.

**Tabel 4.11.** Data Hasil Data Penelitian Terhadap 5 Sepeda Motor Berbahan Bakar PRM

NO	Jenis Kendaraan	HC (ppm)	CO (% Vol)	CO <sub>2</sub> (% vol)	O <sub>2</sub> (% Vol)	Kualitas
1	VRO11	804	6,8	14,62	05,28	Buruk

2	VRO12	875	6,6	14,88	03,37	Buruk
3	VRO13	794	5,7	13,74	06,06	Buruk
4	VRO14	874	6,7	14,86	02,98	Buruk
5	VRO15	796	5,6	13,81	05,89	Buruk

Hasil ujiemisi gasbuang kendaraan pada sepeda motor berbahan bakar PRM 100 % menunjukkan buruknya kualitas emisi gas buang tersebut. Hal ini dikarenakan sepeda motor yang diuji adalah sepeda motor yang memang tidak seharusnya menggunakan PRM sebagai bahan bakar. Selain itu kurang teraturnya pengguna sepeda motor melakukan servis terhadap sepeda motor juga menjadi penyebabnya.



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY