PEMBANGUNAN PURWARUPA ALAT UJI EMISI KENDARAAN KATEGORI L3 (STUDI KASUS : BALAI PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR KOTA BANDUNG)

Permana Sidik[1], Dedeng Hirawan [2]

[1,2] Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-116, Bandung 40132, Indonesia
E-mail : wpermanasidik@gmail.com[1], dedeng@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Lebih dari 70 % pencemaran udara disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan yaitu hidro karbon (HC) karbon monoksida (CO) dan Nitrogen Oksida (Nox) khususnya pada kendaraan roda dua atau kategori L3. Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup tentang Pengelolaan Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaran Bermotor Tipe Baru Kategori L3, ambang batas untuk silinder < 150 cm³ yaitu CO 2.0, HC 0.8 dan Nox 0.15 sedangkan untuk silinder > 150 cm³ yaitu CO 2.0, HC 0.3 dan Nox 0.15. Terbatasnya jumlah alat uji emisi untuk kategori L3 menjadi salah satu alasan dibuatnya purwarupa alat uji emisi kategori L3. Alat ini dapat mendeteksi, mengukur serta menampilkan tingkat kandungan gas emisi CO, HC dan Nox. Mini Komputer yang digunakan untuk merancang alat ini adalah Raspberry Pi 3 serta Sensor yang digunakan diantaranya sensor CO(MQ-7), HC(MQ-2) dan Nox(MQ-135) sebagai komponen pendeteksi gas emisi. Data analog yang diambil dari sensor diolah menjadi data digital menggunakan Mini PC Raspberry Pi kemudian hasil pengukuran selanjutnya ditampilkan dilayar monitor berbasis web. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini dapat berfungsi dengan baik, namun nilai hasil pengukuran masih mendapatkan rata rata delta sebesar 0.49% untuk CO dan 152.25ppm untuk HC, dimana nilai pengukuran yang didapatkan oleh purwarupa alat uji emisi lebih tinggi daripada alat alat uji emisi yang berada di balai pengujian kendaraan bermotor kota bandung. Sehingga didapat kesimpulan bahwa purwarupa alat uji emisi dapat berfungsi dengan baik namun nilai hasil pengukuran belum seakurat dengan alat uji emisi di balai pengujian kendaraan bermotor kota Bandung.

.

Katakunci : Uji emisi, Gas kendaraan, Kendaraan L3, Raspberry Pi, Gas Sensor.

1. PENDAHULUAN

Menurut Kementrian Lingkungan Hidup, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor [1]. Emisi gas buang kendaraan yang melebihi ambang batas yang ditentukan dapat membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan. Maka uji emisi gas dilakukan untuk mengukur kadar gas buang serta kondisi emisi suatu kendaraan bermotor.

Salah satu kendaraan yang diuji yaitu kendaraan bermotor tipe baru kategori L3. Kategori kendaraan L3 adalah kendaraan bermotor beroda dua dengan kapasitas silinder lebih dari 50 cm³ atau dengan desain kecepatan maksimum lebih dari 50 km/jam apapun jenis penggeraknya dengan parameter senyawa kimia yang diuji yaitu karbon monoksida (CO) , hidrogen (HC), oksida nitrogen (Nox) [2]. Namun, ketersediaan alat uji emisi untuk kategori L3 masih terbatas.

Berdasarkan paparan yang sudah dijelaskan, maka dilakukan penelitian mengenai pembangunan purwarupa alat uji emisi kendaran kategori L3 dilakukan. Dengan memanfaatkan Raspberry Pi serta CO, HC dan Nox sensor gas module sebagai perangkat input penilaian ambang batas emisi dalam sistem pengujian emisi, maka ketika sistem menemukan asap dari kendaraan bermotor yang diarahkan ke sensor, sistem akan bekerja untuk mengukur kadar emisi dari kendaraan bermotor, lalu Raspberry Pi akan meneruskannya ke server. Pada server, hasil yang telah diuji tadi disimpan dan dibandingkan dengan standar uji emisi, lalu dari server diteruskan ke aplikasi desktop agar hasilnya dapat dilihat oleh seseorang yang melakukan uji emisi.

Berdasarkan urutan kerja dari rangkaian purwarupa alat uji emisi kendaraan kategori L3 tersebut diatas, peneliti berharap dapat membantu menciptakan sebuah alat khusus untuk kegiatan uji emisi kedaraan.

2. HASIL PENELITIAN

2.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Analisis kebutuhan Perangkat Keras berisikan tentang komponen perangkat keras yang digunakan dalam pembangunan purwarupa alat uji emisi.

2.1.1 Komponen Purwarupa Alat Uji Emisi

Dalam rencana perancangan purwarupa alat uji emisi kendaraan kategori L3 diperlukan komponen – komponen sebagai berikut :

1. Satu buah Raspberry Pi 3 mobel B
2. Satu buah modul sensor gas MQ-2
3. Satu buah modul sensor gas MQ-7
4. Satu buah modul sensor gas MQ-135
5. Satu buah ADC (*Analog to Digital Converter*) MCP3008
6. Satu buah *breadboard*
7. Beberapa kabel *jumper*
8. Satu buah adaptor 9 volt 2 *Ampere*

Menggunakan Raspberry Pi 3 dan komponen – komponen pendukung lainnya adalah rangkaian yang fleksibel, karena didalam penerapannya dapat dibuat sesuai kebutuhan dalam penerapannya.

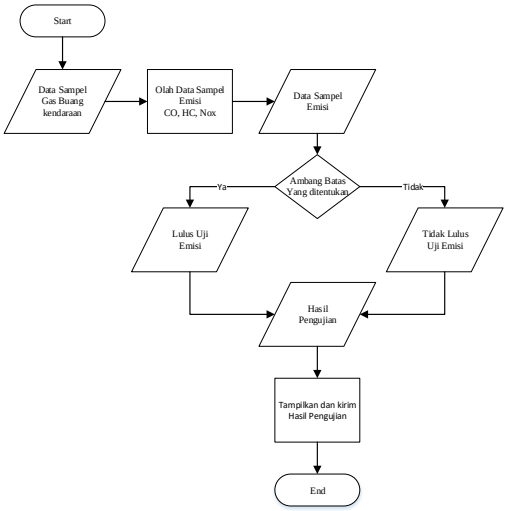
2.2 Perancangan Sistem

Pembangungan purwarupa alat uji emisi kendaraan kategori L3 adalah pembangunan alat uji emisi yang digunakan untuk mengetahui informasi kandungan zat yang terdapat pada emisi kendaraan kategori L3 sehingga dapat membantu kegiatan uji emisi. Sistem ini menggunakan gas sensor *module* sebagai perangkat *input* pengambilan sampel, dihubungkan dengan sebuah mini PC Raspberry Pi yang dikendalikan melalui aplikasi untuk memproses serta serbagai media output informasi yang dihasilkan dari suatu pengujian emisi. Dengan menggunakan purwarupa alat uji emisi kategori L3 ini pengguna dapat mengetahui informasi kandungan zat Hidrokarbon (HC), Karbon Monoksida (CO) dan Oksida Nitrogen (Nox) pada kendaraan yang nantinya akan diukur dan dibandingkan dengan baku mutu emisi yang berlaku, sehingga diperoleh informasi mengenai informasi lulus atau tidaknya kendaraan tersebut dari pengujian emisi. Pengguna dapat mengontrol alat uji emisi menggunakan aplikasi alat uji emisi berbasis *web.*

Pada pembangunan sistem, perancangan arsitektur sistem adalah sebagai berikut:

1. Layar *Smartphone* atau layar monitor sebagai *User Interface (UI)* untuk mengendalikan purwarupa alat uji emisi pada aplikasi uji emisi menggunakan jaringan *wifi*. Data sampel emisi yang diambil akan ditampilkan pada aplikasi uji emisi.
2. Jaringan Wifi digunakan sebagai perantara pertukaran data antara raspberry dan smartphone.
3. Raspberry Pi digunakan untuk mengontrol perangkat yang dibutuhkan untuk pengambilan sampel emisi. Raspberry pi akan melakukan perintah sesuai instruksi aplikasi uji emisi. Raspberry pi akan mengirim informasi hasil pengujian ke *database server* melalui jaringan internet.
4. MCP3008 digunakan untuk membaca *input analog* yang berfungsi untuk mengkonversi data *analog* pada gas sensor ke data *digital*.
5. Sensor gas digunakan untuk mengambil sampel untuk pengujian emisi. Gas sensor yang digunakan yaitu MQ-2 untuk mendeteksi Hidrokarbon (HC), MQ-7 untuk mendeteksi Karbon Monoksida (CO) dan MQ-135 untuk mendeteksi Oksida Nitrogen (Nox).
6. Sampel yang diambil berasal dari knalpot motor yang merupakan kendaraan kategori L3. Sensor diarahkan ke knalpot motor untuk mengambil sampel emisi yang selanjutnya akan dikirim data sampel dari sensor ke raspberry untuk diproses.

Pada tahap pembangunan sistem, dibuat alur kerja pengujian emisi seperti pada gambar 1:



Gambar 1. *Flowchart* Pengujian Emisi

2.3 Pengukuran Kandungan Gas

Pengukuran kandungan gas dilakukan dengan cara menggunakan pengambilan data melalui sensor gas. Untuk dalam penggunaan sensor gas tersebut digunakan bahasa pemrograman untuk menggunakan sensor gas tersebut. Dibutuhkan tiga parameter yang dibutuhkan dalam koding program yaitu x, y dan kemiringan atau slope dimana y merupakan logaritma dari 200, y merupakan log10(y1) dan nilai dari kemiringan. Sehingga proses perhitungan wajib dilakukan.

2.3.1 Analisis Pendeteksian Gas

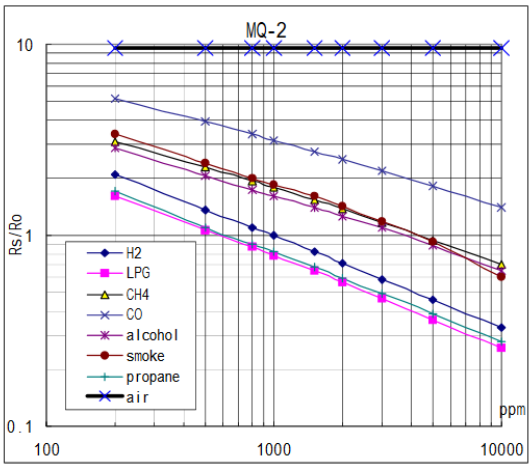
pada penelitian ini, digunakan 1 buah perangkat Raspberry Pi 3 dan modul sensor gas MQ-2, MQ-7 dan MQ-135 masing - masing 1 buah yang dihubungkan menggunakan kabel jumper melalui *breadboard* yang terpasang MCP3008. Modul sensor gas akan mendeteksi kandungan gas pada emisi kendaraan sesuai dengan fungsi dari setiap modul gas sensor.

untuk menjalankan fungsi pendeteksian gas pada setiap gas sensor, digunakan file yang berisi *code* untuk menjalankan fungsi dari setiap modul gas sensor. program dalam percobaan ini dibangun

menggunakan bahasa pemrograman python. Raspberry pi akan menjalankan fungsi pendeteksian kandungan gas pada setiap modul gas sensor yang digunakan. Dalam melakukan pendeteksian Raspberry Pi akan menampilkan data kandungan gas dalam satuan PPM (*Parts Per Million*). gambar 3.x menunjukan skema penggunaan sensor MQ-2, MQ-7 dan MQ-135 pada Raspberry Pi.

2.3.2 Pengukuran Gas HC

Untuk proses pengambilan gas HC (Hidrokarbon), digunakan modul sensor gas MQ-2. MQ-2 dapat mendeteksi kandungan senyawa propane yang merupakan gas hidrokarbon. Dalam mengukur gas hidrokarbon dalam sensor gas MQ-2 nilai senyawa propane perlu diukur, maka harus diketahui bagaimana cara mengukur senyawa propane [3].



Gambar 2. Grafik karakteristik sensor gas MQ-2

Dari gambar 2 kemudian diketahui untuk senyawa propane (HC), berdasarkan grafik maka didapatkan titik P1 (x = 200, y = ~ 1.70) dan P2 (x = 10000, y = ~ 0,26). Maka:

a) Untuk menghitung nilai x dan y:

x = log200
x = 2.3
y = log10(1.70)
y = 0.23

b) Untuk menghitung kemiringan digunakan rumus:

$$slope = \frac{log10(y2) - log10(y1)}{log10(10000) - log10(200)}$$

Maka:

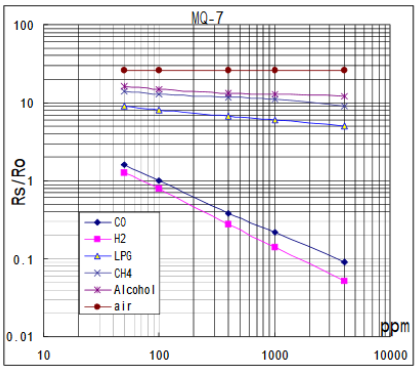
$$slope = \frac{log10(0.26) - log10(1.70)}{log10(10000) - log10(200)}$$

$$slope = -0.48$$

Maka dengan format data [x, y, slope] didapat nilai [2.3, 0.23, -0.48] untuk kurva senyawa propane gas Hidrokarbon.

2.2.3 Pengukuran Gas CO

Untuk proses pengambilan gas CO (Karbonmonoksida), digunakan modul sensor gas MQ-7. MQ-7 dapat mendeteksi kandungan gas karbonmonoksida [4]. Dalam mengukur gas karbonmonoksida dalam sensor gas MQ-7 nilai gas monoksida perlu diukur, maka harus diketahui bagaimana cara mengukur gas karbonmonoksida.



Gambar 3. Grafik karakteristik sensor gas MQ-7

Dari gambar 3 kemudian diketahui untuk senyawa CO, berdasarkan grafik maka didapatkan titik P1 (x = 50, y = ~ 1.40) dan P2 (x = 4000, y = ~ 0,09). Maka :

a) Untuk menghitung nilai x dan y:

x = log50
x = 1.70
y = log10(1.40)
y = 0.15

b) Untuk menghitung kemiringan digunakan rumus:

$$slope = \frac{log10(y2) - log10(y1)}{log10(4000) - log10(50)}$$

Maka:

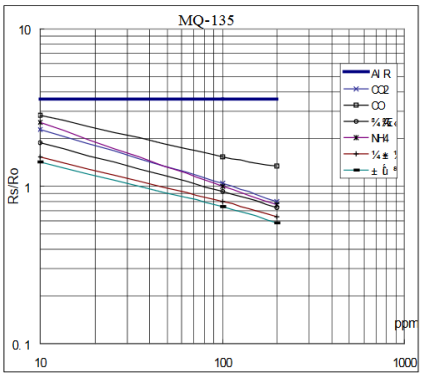
$$slope = \frac{log10(0.09) - log10(1.40)}{log10(4000) - log10(50)}$$

$$slope = -0.63$$

Maka dengan format data [x, y, slope] didapat nilai [1.70, 0.15, -0.63] untuk kurva gas CO.

2.3.4 Pengukuran Gas Nox

Untuk proses pengambilan gas Nox (Nitrogen oksida), digunakan modul sensor gas MQ-135. MQ-135 dapat mendeteksi kandungan gas nitrogen oksida [5]. Dalam mengukur gas nitrogen oksida dalam sensor gas MQ-135 nilai gas nitrogen oksida perlu diukur, maka harus diketahui bagaimana cara mengukur gas nitrogen oksida.



Gambar 3. Grafik Karakteristik Sensor Gas MQ-135

Dari gambar 2 kemudian diketahui u Untuk gas nitrogen oksida, berdasarkan grafik maka didapatkan titik P1 (x = 10, y = ~ 1.54) dan P2 (x = 200, y = ~ 0,64). Maka:

a) Untuk menghitung nilai x dan y:

x = log10
x = 1
y = log10(1.54)
y = 0.19

b) Untuk menghitung kemiringan digunakan rumus:

$$slope = \frac{log10(y2) - log10(y1)}{log10(200) - log10(10)}$$

Maka:

$$slope = \frac{log10(0.64) - log10(1.54)}{log10(200) - log10(10)}$$

$$slope = \text{-}0.23$$

Maka dengan format data [x, y, slope] didapat nilai [1, 0.19, -0.23] untuk kurva gas nitrogen oksida.

2.3.5 Proses Pengukuran Gas

Dalam proses pengambilan gas diambil batasan untuk melakukan pengukuran. Batasan pengukuran dilakukan untuk mambatasi hasil pengukuran.

Tabel 1. Batasan Pengukuran Sampel

Variabel	Nilai
Calibration sampe times	50
Calibration sample interval	500 ms
Read sample interval	50
Read sample times	5 ms
RL *Value*	5 ohms
RO *clean air factor*	9.83
Raw adc	-

Berdasarkan table 1 maka langkah yang digunakan pada pengukuran gas adalah :

a) MQResistanceCalculation, dimana akan mengkalkulasi sesor *resistace*
Dengan rumus: RL Value*(1023.0 – raw adc)/(raw adc)

b) MQCalibration, fungsi ini digunakan untuk mengasumsikan bahwa keadaan sensor berada pada udara bersih. Serta untuk menghasilkan Ro dari sensor
Dengan rumus: *Calibration* sampel interval/1000

c) MQRead, fungsi ini digunakan untuk mengkalkulasi sensor *resistance* (Rs).
Dengan rumus: MQResistanceCalculation/Read sample times

d) MQGasPercentage, fungsi ini menggunakan nialai pada kurva untuk fungsi MQGetPercentage yang mengkalkulasikan ppm dari gas.

e) MQGetPercentage, fungsi ini menggunakan data kurva yang diambil dengan format data [x, y, slope]
Dengan rumus: 10^(log(rs ro ratio) – y) / slope + x

Fungsi dari beberapa langkah tersebut digunakan, sehingga akan didapatkan hasil berupa nilai gas dalam satuan ppm.

2.4 Pengujian Alat

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah metode *Idle* dimana kendaraan dalam kondisi sudah menyala dengan putaran mesin normal saat tidak ditekan pedal gas. Dalam pengujian alat dilakukan 3 tahapan diantaranya pengambilan sample dari alat uji emisi di balai pengujian kendaraan, pengambilan data samper dari purwarupa alat uji emisi dan perhitungan selisih antara data yang diambil dari pengujian menggunakan purwarupa dan alat uji emisi.

Berdasarkan peraturan pemerintah mengenai nilai ambang batas emisi serta tata cara dalam pengambilan sampel emisi, maka pengambilan sampel dibatasi selama 30 detik.

2.4.1 Mekanisme Pengujian

Pengujian deteksi emisi merupakan proses dimana perangkat *prototype* mendeteksi kandungan gas pada kendaraan dan menampilkan informasi mengenai kandungan emisi pada kendaraan tersebut. Pengujian tersebut dilakukan menggunakan metode idle dimana motor dalam keadaan gigi normal.

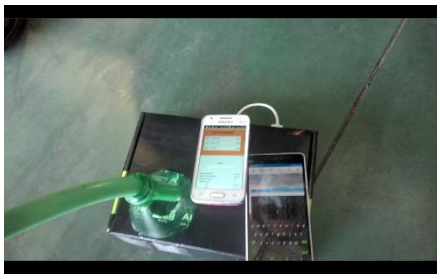


Gambar 4. Pengambilan Sampel Menggunakan Purwarupa

Pada gambar 4 alat sedang mengabil sampel selama 30 detik untuk selanjutnya akan dilakukan pengukuran uji emisi. Selama proses pengambilan sampel alat uji menggunakan corong sebagai alat untuk mengambil gas pada knalpot motor.

Penggunaan corong tersebut dimaksudkan agar selama proses pengambilan sampel tidak hanya kandungan gas dari motor saja yang dapat diukur, sehingga tingkat akurasi dapat lebih baik.

Selama pengujian dalam penelitian ini digunakan 3 jenis tipe wadah penampung kandungan gas agar dapat diketahui perbedaan pada setiap wadah, agar bisa deiketahui mana yang paling bagus.



Gambar 5. Proses Perhitungan Sampel

Pada gambar 5 proses perhitungan sampel akan ditampilkan pada layar smartphone untuk mempermudah penggunaan purwarupa alat uji emisi. Layar akan menampilkan nilai untuk CO, HC dan Nox. Selama 30 program untuk mendeteksi akan berjalan dan setelah 30 detik program akan secara otomatis berheni untuk melakukan perhitungan, yang dalam hasil akhir akan menampilkan hasil berupa keterangan “Lulus Uji” atau “Tidak Lulus Uji”.

Pada hasil pengujian juga akan menampilkan data berupa nilai Rata rata untuk setiap kandungan gas yang telah diukur. Hasil pengujian ditampilkan seperti pada gambar 5:

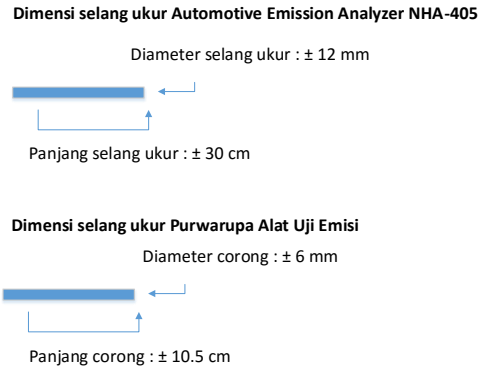


Gambar 6. Tampilan pengukuran gas

2.4.2 Pengujian Purwarupa alat uji emisi tahap 1

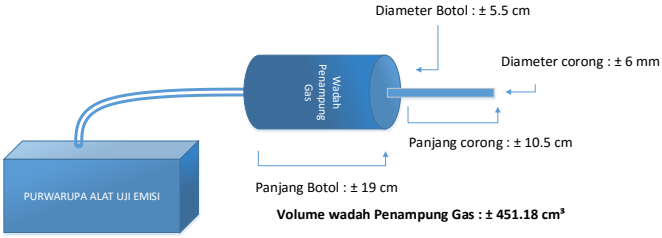
Pengujian deteksi emisi merupakan proses dimana perangkat mikrokontroler mendeteksi kandungan gas pada kendaraan dan menampilkan informasi mengenai kandungan emisi pada kendaraan tersebut. Pengujian tersebut dilakukan menggunakan metode *idle* dimana motor dalam keadaan gigi normal.

Beberapa batasan yang digunakan salah satunya adalah dimensi ukuran selang ukur pengambilan gas.



Gambar 7. Perbandingan Dimensi Selang Ukur

Pada tahap pertama digunakan rangkaian purwarupa alat uji emisi dengan menggunakan penampung gas dengan ketentuan seperti pada gambar 8:



Gambar 8. Dimensi Wadah Tipe 1

Pada pengukuran tahap pertama digunakan wadah penampung gas dengan ketentuan volume wadah penampung gas adalah kurang lebih 451.18 cm^3. pada pengujian tahap pertama dilakukan pengambilan data sampel sebanyak 5 kali dengan estimasi waktu pengambilan sampel setiap percobaan adalah selama 30 detik didapatkan hasil pengujiayang ditunjukan pada table 2:

Tabel 2. Pengujian Tahap 1

No. Polisi	No	Purwarupa Alat Uji Emisi			Keterangan
		CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	
D 4791 GJ	1	1.23	401.02	0.00	Tidak Lulus
	2	0.65	160.51	0.00	Lulus
	3	1.32	136.21	0.01	Lulus
	4	1.32	120.62	0.00	Lulus
	5	1.23	132.8	0.00	Lulus

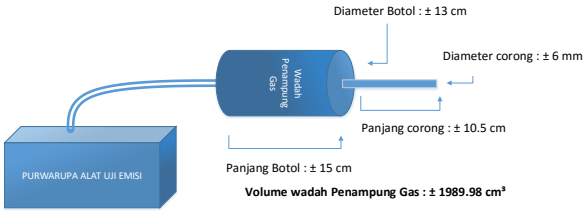
Tabel 3. Pengujian Menggunakan Alat Uji Emisi Tahap 1

Alat Uji Emisi			Keterangan
CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	
0.63	38	-	Lulus
0.66	37	-	Lulus
0.67	38	-	Lulus
0.66	39	-	Lulus
0.68	38	-	Lulus

Pada pegujian tahap 1, dilakukan pengujian bersamaan dengan mengunakan alat uji emisi yang terdapat di balai pengujian kendaraan kota bandung. Untuk pengujian yang dihasilkan oleh purwarupa alat uji emisi ditampilkan pada tabel 1dan pengujian menggunakan alat uji emisi ditampilkan pada tabel 2 pengujian tersebut menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan oleh purwarupa alat uji emisi.

2.4.3 Pengujian Purwarupa Alat Uji Emisi Tahap 2

Pada tahap kedua digunakan rangkaian purwarupa alat uji emisi dengan menggunakan wadah penampung gas dengan ketentuan seperti pada gambar 9:



Gambar 9. Dimensi Ukuran Wadah Penampung Gas Tipe 2

Pada pengukuran tahap kedua digunakan wadah penampung gas dengan ketentuan volume wadah penampung gas adalah kurang lebih 1989.98 cm^3. Pada pengujian pertama dilakukan pengambilan data sampel dengan estimasi waktu pengambilan sampel selama 30 detik. Berikut

Tabel 4. Pengujian Tahap 2

No. Polisi	No.	Purwarupa Alat Uji Emisi			Keterangan
		CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	
D 4791 GJ	1	1.33	168.32	0.21	Lulus
	2	1.17	132.51	0.12	Lulus
	3	1.02	121.21	0.09	Lulus
	4	1.12	133.62	0.09	Lulus
	5	1.13	122.89	0.11	Lulus

Pada pengujian tahap 2 didapatkan hasil pengujian tahap kedua didapatkan hasil CO dan HC yang lebih kecil dibanding dengan pengujian tahap pertama .

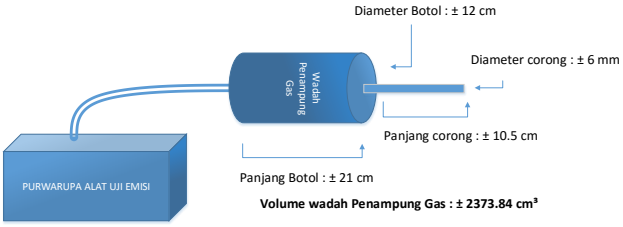
Tabel 4. Pengujian Menggunakan Alat Uji Emisi Tahap 2

Alat Uji Emisi			Keterangan
CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	
0.67	36	-	Lulus
0.62	37	-	Lulus
0.63	36	-	Lulus
0.65	37	-	Lulus
0.68	38	-	Lulus

Pada pegujian tahap 2, dilakukan pengujian bersamaan dengan mengunakan alat uji emisi yang terdapat di balai pengujian kendaraan kota bandung seperti pada tahap yang pertama. Untuk pengujian yang dihasilkan oleh purwarupa alat uji emisi ditampilkan pada tabel 3 dan pengujian menggunakan alat uji emisi ditampilkan pada tabel 4 pengujian tersebut menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan oleh purwarupa alat uji emisi. Serta pengujian tahap 2 mendapatkan nilai yang lebih kecil dibanding nilai yang dihasilkan pengujian tahap pertama.

2.4.4 Pengujian Purwarupa Alat Uji Emisi Tahap 3

Pada tahap ketiga digunakan rangkaian purwarupa alat uji emisi dengan menggunakan wadah penampung gas dengan ketentuan seperti pada gambar 10:



Gambar 10. Dimensi Ukuran Wadah Penampung Gas Tipe 3

Pada pengukuran tahap kedua digunakan wadah penampung gas dengan ketentuan volume wadah penampung gas adalah kurang lebih 2373.84 cm^3. pada pengujian tahap pertama dilakukan pengambilan data sampel dengan estimasi waktu pengambilan sampel selama 30 detik.

Tabel 5. Pengujian Tahap 3

No. Polisi	No.	Purwarupa Alat Uji Emisi			Keterangan
		CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	
D 4791 GJ	1	0.82	62.21	0.03	Lulus
	2	0.68	120.51	0.06	Lulus
	3	1.32	111.21	0.03	Lulus
	4	1.32	109.62	0.04	Lulus
	5	1.23	105.89	0.04	Lulus

Tabel 6. Pengujian Menggunakan Alat Uji Emisi Tahap 3

Alat Uji Emisi			Keterangan
CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	
0.65	37	-	Lulus
0.66	36	-	Lulus
0.67	38	-	Lulus
0.67	37	-	Lulus
0.66	37	-	Lulus

Pada pegujian tahap 2, dilakukan pengujian bersamaan dengan mengunakan alat uji emisi yang terdapat di balai pengujian kendaraan kota bandung seperti pada tahap yang pertama. Untuk pengujian yang dihasilkan oleh purwarupa alat uji emisi ditampilkan pada tabel 3 dan pengujian menggunakan alat uji emisi ditampilkan pada tabel 4 pengujian tersebut menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan oleh purwarupa alat uji emisi. Serta pengujian tahap 2 mendapatkan nilai yang lebih kecil dibanding nilai yang dihasilkan pengujian tahap pertama.

2.4.5 Pengujian Delta Purwarupa Dan Alat Uji Emisi

Tabel 7. Delta Pengujian Tahap 1

No.	No. Polisi	No. Percobaan	Rata rata Delta		
			Delta CO (%)	Delta HC (ppm)	Delta Nox (ppm)
1	D 4791 GJ	1	0.66	132.32	-
		2	0.55	95.51	-
		3	0.39	85.21	-
		4	0.47	96.62	-
		5	0.45	84.89	-
Rata rata delta			**0.50**	**98.91**	**-**

Pada tabel 7 delta pengujian tahap 1 didapat kan perbedaan selisih nilai yang dihasilkan oleh purwarupa dan alat uji emisi.

Berdasarkan pengujian tahap pertama didapatkan rata rata delta sebesar 0.50 untuk CO dan 98.91ppm. selama 5 kali pengambilan sampel nilai untuk HC tidak mengalami kenaikan yang sangat tinggi.

Tabel 8. Delta Pengujian Tahap 2

No.	No. Polisi	No. Percobaan	Rata rata Delta		
			Delta CO (%)	Delta HC (ppm)	Delta Nox (ppm)
1	D 4791 GJ	1	0.6	363.02	-
		2	0.01	123.51	-
		3	0.65	98.21	-
		4	0.66	81.62	-
		5	0.55	94.89	-
Rata rata delta			**0.49**	**152.25**	**-**

Tabel 9. Delta Pengujian Tahap 3

No.	No. Polisi	No. Percobaan	Rata rata Delta		
			Delta CO (%)	Delta HC (ppm)	Delta Nox (ppm)
1	D 4791 GJ	1	0.17	25.21	-
		2	0.02	84.51	-
		3	0.65	73.21	-
		4	0.65	72.62	-
		5	0.57	68.62	-
Rata rata delta			**0.41**	**64.89**	**-**

Setelah dilakukan pengujian diambil rata rata dari setiap kandungan gas yang diuji berdasarkan selisih antara data dari purwarupa dan alat uji emisi dari balai pengujian kendaraan.

Karena selisih atau *delta* rata rata dari setiap kandungan gas yang sangat besar maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Purwarupa alat uji emisi menghasilkan nilai yang lebih tinggi dari alat uji emisi di balai pengujian kendaraan kota bandung.
2. Pengujian menggunakan wadah penampung gas tipe 3 mendapatkan hasil rata rata kdelta paling kecil yaitu 0.41% CO dan 64.89 ppm HC, sehingga dapat disimpulkan bahwa penampung gas tipe 3 lebih baik kinerjanya.
3. Pengujian menggunakan purwarupa alat uji emisi kurang maksimal karena tidak menghisap gas.
4. Ukuran wadah penampung gas dan Posisi sensor gas sangat menentukan sensitivitas dari pengambilan sampel.

2.7.2 Pengujian Beta

Purwarupa yang dibuat sudah sesuai dengan alat uji emisi di balai pengujian kendaraan kota bandung, dan dapat digunakan dalam melakukan pendeteksian kandungan emisi pada kendaraan kategori L3. Namun tingkat ketelitian yang diproses oleh alat ini masih kurang sehingga kurang efektif untuk digunakan dalam kegiatan uji emisi.

.

2 PENUTUP

Berdasarkan penelitian dari hasil pengujian purwarupa alat uji emisi kategori L3 dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai beriikut :

1. Purwarupa alat uji emisi dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur kandungan gas emisi yang dihasilkan kendaraan khususnya kendaraan kategori L3 yang menghasilkan asap kendaraan yang tidak sehat, sehingga polusi udara dapat diminimalisasi.
2. Purwarupa alat uji emisi dapat digunakan secara non formal atau dapat digunakan diluar jadwal kegiatan uji emisi, sehingga masyarakat dapat menggunakan alat tersebut untuk melakukan pengujian emisi secara non formal.

3. Purwarupa alat uji emisi dapat digunakan sebagai pengujian emisi sehingga dapat menambah perangkat alat uji emisi di balai pengujian kendaraan, namun dikarenakan tingkat ketelitian masih kurang maka kedepannya masih harus diperbaiki.

Saran untuk pengembangan purwarupa alat uji emisi kendaraan kategori L3 ini ada beberapa saran yang dapat dilakukan antara lain :

1. Pengembangan antarmuka yang lebih menarik.
2. Tingkat perhitungan kandungan gas yang lebih akurat.
3. Menghasilkan Print Out hasil pengujian.
4. Dapat menghitung O2, Co2 dan lamda.

DAFTAR PUSTAKA

[2] "Kementrian Lingkungan Hidup, “Kendaraan Penyumbang Pulusi Terbesar di Indonesia,” Februari 2016. [Online]. Available: www.menlh.go.id/. [Diakses 22 Februari 2017]., " [Online]

[3] "Badan Lingkungan Hidup, “Uji Emisi Kendaraan Bermotor Press Release,” September 2015. [Online]. Available: http://blh.jogjaprov.go.id. [Diakses 22 Februari 2017].," [Online]

[3] "Henan Hanwei Electronic, “*MQ-2 Semicondoctor Sensor for Combustible Gas,*” 2009. [Online]. Availabel: https://www.pololu.com/file/0J309/MQ7. [Diakses 31 mei 2017] ., " [Online]

[4] "Henan Hanwei Electronic, “*MQ-7 Semi Conductor Sensor for Carbon Monoxide*,” 2009.[Online]. Available: https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2. [Diakses 31 mei 2017].,” [Online]

[5] "Olimex, “*MQ-135 Gas Sensor*,” 2008.[Online]. Diambil dari: https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135 . 31 mei 2017