BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam bab ini akan dijelaskan hasil pengujian alat uji emisi kendaraan roda empat berbahan bakar bensin yang dilakukan terhadap *hardware dan software* yang telah dibuat. Pengujian tersebut meliputi pengujian regulator, pengujian sensor gas emisi TGS 2201, serta pengujian pengiriman data ke PC dan pengujian *software interface* Visual Basic 6.0. Pengujian ini dilakukan di bengkel resmi Suzuki Pusaka Motor Kota Sukabumi pada tanggal 13 desember 2013 dengan mengambil 5 sampel dari jenis dan tahun pembutan mobil yang berbeda Adapun hasil pengujian yang Penulis lakukan adalah sebagai berikut:

4.1 Pengujian Perangkat Keras

4.1.1 Pengujian Catu Daya

Rangkaian catu daya yang Penulis buat memiliki 1 buah keluaran yaitu +5V. Rangkaian catu daya tersebut menggunakan IC LM2940. Pengujian dilakukan dengan mengukur *output* pada IC regulator menggunakan alat ukur multimeter. Adapun data hasil pengujian catu daya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data hasil pengujian catu daya

No.	IC Regulator	Tegangan Input (Volt)	Tegangan Output (Volt)
1	LM2940	12 V	5.04 V

Dari hasil pengujian diatas didapat nilai output tegangan yang cukup baik, karena nilai keluaran sesuai dengan IC Regulator yang digunakan.

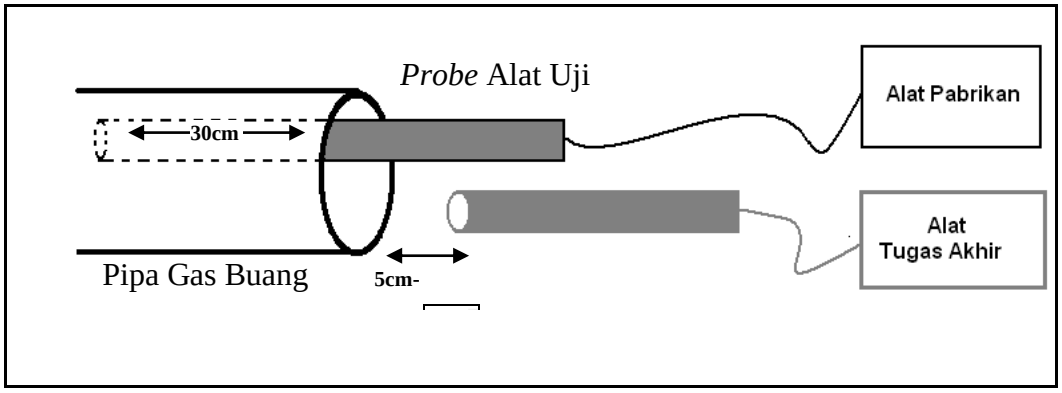
4.1.2 Pengujian Sensor Gas Emisi

Pengujian sensor dilakukan setelah semua komponen dirangkai menjadi sebuah alat uji emisi kendaraan roda empat berbahan bakar bensin.

Alat uji emisi pabrikan yang digunakan untuk pembanding adalah Automotive Emission Analyzer NGA 6000 QROTECH dan Mekanisme serta data hasil pengujiannya sebagai berikut:



Gambar 4.1 Automotive Emission Analyzer NGA 6000 QROTECH



Gambar 4.2 Skema Pengujian Alat TA dengan Alat Pabrikan NGA 6000 QROTECH

Cara uji ini digunakan untuk mengukur kadar gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dengan menggunakan *gas analyzer* alat pabrikan dan alat tugas akhir secara bergantian pada kondisi *idle* (kondisi dimana mesin kendaraan sistem kontrol bahan bakar seperti *choke* dan *akseleator* tidak bekerja dan posisi transmisi netral) untuk kendaraan bermotor berpenggerak penyalaan cetus api.

Pengukuran emisi gas buang oleh alat pabrikan dilakukan dengan cara seperti gambar 4.2 di atas, probe alat uji dimasukan sedalam 30 cm ke pipa gas buang (knalpot), tunggu 20 detik sampai hasil pengukuran berniali konstan dan lakukan pengambilan data kadar konsentrasi gas CO dalam satuan persen (%), dan

HC dalam satuan ppm yang terukur pada alat uji kemudian data tersebut dicetak. Sedangkan pengukuran Emisi gas buang oleh alat Tugas Akhir hanya diletakan kurang lebih 5 cm sampai 10 cm dari knalpot. Hal ini juga berpengaruh dengan tinggkat keakuratan hasil pengukuran yang diperoleh. Volume gas buang yang dapat terditeksi oleh sensor alat Tugas Akhir menjadi lebih sedikit karena terkontaminasi dengan udara bebas dari luar. Berikut data hasil pengujian yang didapat dari kelima mobil dengan tipe dan tahun yang berbeda:

Tabel 4.2 Data hasil pengujian gas emisi

NO	Tipe Mobil	Tahun	Waktu (detik)	Kadar Emisi (Alat Pabrikan)		Kadar Emisi (Alat TA)		Delta CO (% Vol)	Delta HC (PPM)
				CO (% Vol)	*HC (PPM)*	*CO (% Vol)*	*HC (PPM)*		
1	SUZUKI KARIMUN B 2085 SK	2004	10	1.18	467	1.52	405	0.34	62
			20	1.13	466	1.40	322	0.07	144
			30	2.06	466	1.53	282	0.53	184
			40	5.02	465	2.73	418	2.29	47
			50	5.00	463	1.12	305	3.88	158
			60	5.00	450	1.30	219	3.70	231

NO	Tipe Mobil	Tahun	Waktu (detik)	Kadar Emisi (Alat Pabrikan)		Kadar Emisi (Alat TA)		Delta CO (% Vol)	Delta HC (PPM)
				CO (% Vol)	*HC (PPM)*	*CO (% Vol)*	*HC (PPM)*		
2	SUZUKI APV B 2842 VQ	2005	10	1.78	283	0.83	302	0.95	19
			20	1.74	282	1.36	452	0.38	170
			30	1.71	281	0.80	412	0.91	131
			40	1.68	280	0.97	401	0.71	121
			50	1.63	281	1.92	364	0.29	83
			60	1.58	296	1.30	289	0.28	7

NO	Tipe Mobil	Tahun	Waktu (detik)	Kadar Emisi (Alat Pabrikan)		Kadar Emisi (Alat TA)		Delta CO (% Vol)	Delta HC (PPM)
				CO (% Vol)	*HC (PPM)*	*CO (% Vol)*	*HC (PPM)*		
3	SUZUKI BALENO F 1589 Euro 2	2008	10	0.05	97	1.31	290	1.26	193
			20	0.06	96	1.32	291	1.26	195
			30	0.06	96	1.21	321	1.15	225
			40	0.05	93	1.04	290	0.99	197
			50	0.05	96	1.22	289	1.17	193
			60	0.04	92	1.02	279	0.98	187

NO	Tipe Mobil	Tahun	Waktu (detik)	Kadar Emisi (Alat Pabrikan)		Kadar Emisi (Alat TA)		Delta CO (% Vol)	Delta HC (PPM)
				CO (% Vol)	*HC (PPM)*	*CO (% Vol)*	*HC (PPM)*		
4	SUZUKI ERTIGA Euro 3 Test Drive	2013	10	0.00	54	1.20	324	1.20	270
			20	0.00	50	1.16	351	1.16	301
			30	0.00	50	1.05	342	1.05	292
			40	0.00	51	1.03	301	1.03	250
			50	0.00	51	1.07	302	1.07	251
			60	0.00	51	1.03	279	1.03	228

NO	Tipe Mobil	Tahun	Waktu (detik)	Kadar Emisi (Alat Pabrikan)		Kadar Emisi (Alat TA)		Delta CO (% Vol)	Delta HC (PPM)
				CO (% Vol)	*HC (PPM)*	*CO (% Vol)*	*HC (PPM)*		
5	SUZUKI ESTILO Euro 3 B 1969 SKX	2013	10	0.00	50	1.30	324	1.30	274
			20	0.00	50	1.16	350	1.16	300
			30	0.00	51	1.05	342	1.05	291
			40	0.00	54	1.20	301	1.20	247
			50	0.00	54	1.20	289	1.20	235
			60	0.00	51	1.23	279	1.23	228

Tabel 4.3 Rata-rata delta hasil pengujian mobil di bawah tahun 2007

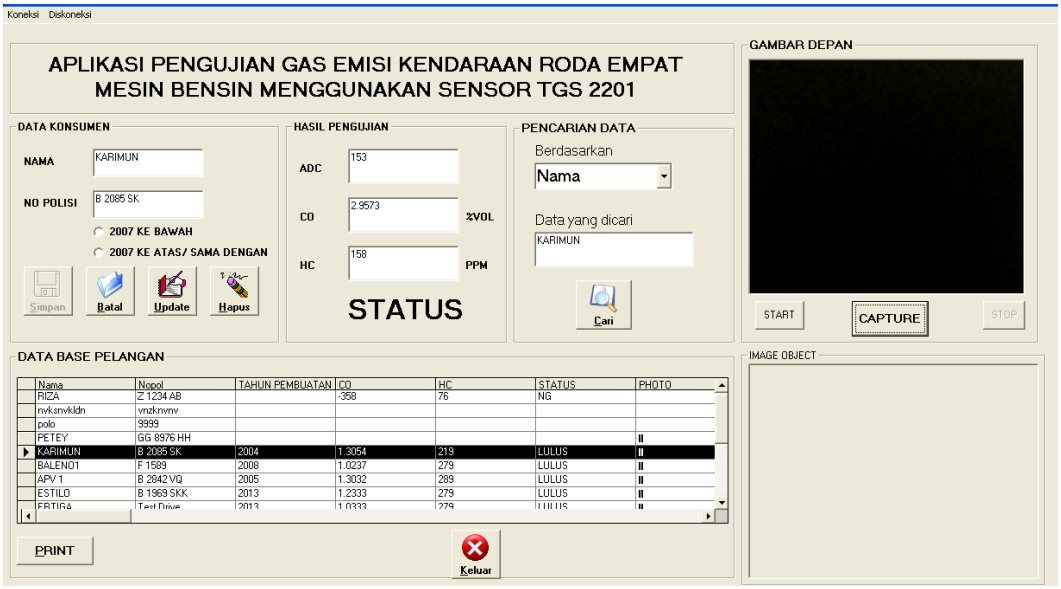
No.	Tipe Mobil	Rata-rata delta CO (% Vol)	Rata-rata delta HC (ppm)
1	Suzuki Karimun	1.80	138
2	Suzuki APV	0.59	89
Rata-rata delta		**1.195**	**113.5**

Tabel 4.4 Rata-rata delta hasil pengujian mobil di atas tahun 2007

No.	Tipe Mobil	Rata-rata delta CO (% Vol)	Rata-rata delta HC (ppm)
1	Suzuki Baleno	1.14	198
2	Suzuki Ertiga	1.09	265
3	Suzuki Estilo	1.19	263
Rata-rata delta		**1.14**	**242**

4.2 Pengujian Perangkat Lunak

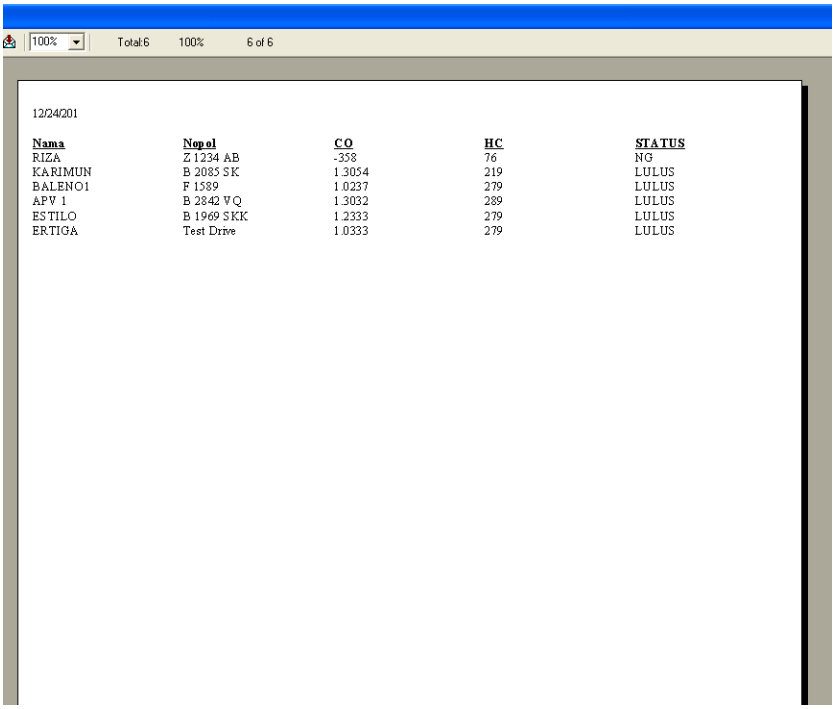
Salah satu pendukung alat uji emisi kendaraan roda empat berbahan bakar bensin ini adalah perangkat lunak yang telah dibuat yaitu, Aplikasi Pengujian Gas Emisi Kendaraan Roda Empat Mesin Bensin. Dalam pengujian diperoleh hasil bahwa aplikasi sistem informasi sudah berjalan dengan baik. Beberapa hasil uji coba penggunaan Aplikasi Pengujian Gas Emisi Kendaraan Roda Empat Mesin Bensin adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Pengujian 1



Gambar 4.4 Pengujian 2



Gambar 4.5 Pengujian 3

4.3 Analisis

Dari data hasil pengujian di atas maka Penulis melakukan analisis untuk mengetahui apakah kualitas dan tujuan dari perancangan alat tersebut telah tercapai atau tidak. Untuk mengetahui apakah alat tersebut telah sesuai dengan tujuan maka Penulis menganalisis data tersebut menggunakan pembanding. Alat yang digunakan untuk perbandingan adalah *Automotive Emission Analyzer NGA 6000 QROTECH*. Adapun analisis yang Penulis lakukan adalah sebagai berikut:

4.3.1 Analisis Perhitungan Manual

Analisis ini dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran alat dengan hasil perhitungan manual menggunakan persamaan nilai perhitungan sesuai datasheet sensor TGS 2201. Hasil perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Analog to Digital Converter (ADC) yang digunakan ATmega8 adalah 10bit maka nilai ADC memiliki rentang nilai 2^{10} = 1024. Artinya ADC akan memiliki nilai antara 0 – 1023. Nilai analog yang digunakan memiliki rentang antara 0 volt hingga 5 volt, jika menggunakan VCC pada mikrokontroler sebagai

acuan konversi ADC maka akan didapat konversi analog ke digital dengan nilai yang linear sebagai berikut:

- 0V akan benilai 0 pada ADC,
- 2.5V akan benilai 512 pada ADC,
- 5V akan benilai 1024 pada ADC,

Nilai ADC dapat dicari dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut

$$ADC = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times (2^n - 1)$$

Sensor mendeteksi gas CO dan HC yang keluar dari dalam pipa pembuangan atau knalpot. Sensor TGS 2201 akan berubah resistansinya jika elemen sensor mengalami reaksi akibat terkena gas CO dan HC. Keluaran sensor yang berupa tegangan V_{RL2} atau analog selanjutnya akan diubah menjadi data digital oleh mikrokontroler ATMega8. Sinyal digital tersebut akan diolah kembali pada program Bascom AVR dan Visual Basic 6.0 untuk menghasilkan nilai $R_{S.}$ Nilai R_S merupakan nilai hambatan sensor yang terbaca ketika terdapat gas karbon monoksida atau hambatan sensor ketika sensor terkontaminasi oleh gas buang emisi kendaraan. Nilai R_S dapat dicari dengan menggunakan perhitungan sesuai datasheet TGS 2201 seperti berikut.

$$Rs = \frac{Vc - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

Rumus diatas digunakan untuk memperoleh nilai R_S (hambatan sensor) ketika sensor terkontaminasi oleh gas. Dimana R_L merupakan hambatan yang digunakan pada rangkaian sensor yaitu sebesar 10 kOhm. Untuk V_{RL} merupakan nilai tegangan yang diperoleh dari keluaran sensor, sedangkan Vc merupakan nilai tegangan sensor referensi (V_{Ref}). Setelah perhitungan seperti diatas dilakukan maka diperoleh nilai hambatan sensor $R_{S.}$

Setelah nilai R_S didapat, untuk menentukan perhitungan konsentarasi karbon monoksida maka nilai RS ini digunakan untuk mencari nilai rasio atau perbandingan $R_S/R_{O,}$ sedangkan untuk menentukan perhitungan konsentarsi hidro karbon mengacu pada datasheet sensor TGS 2201 dimana *interval gasoline*

exhaust HC 10 ~ 1,000ppm untuk mendapatkan nilai interval gasoline 990ppm maka 1024 / 990 = 1.034 maka ppm *gasoline* = V_{RL} X 1.034.

$$Rs = \frac{Vc - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

$$CO = \frac{Rs}{Ro}$$

$$HC = V_{RL} \times Interval\ gasoline$$

Keterangan:

Rs : Resistansi sensor pada konsentrasi gas yang bervariasi.

Ro : Resistansi sensor pada udara bersih 19.25 kOhm.

V_C : Tegangan sensor referensi (V_{Ref}).

V_{RL} : Tegangan yang diperoleh dari keluaran sensor.

R_L : Hambatan yang digunakan pada rangkaian sensor yaitu sebesar 10 kOhm.

$$Rs = \frac{1024 - 211}{211} \times 10\ K\Omega = 38.530\ \textbf{kOhm}$$

$$Co = \frac{Rs}{Ro} = \frac{38.530\ K\Omega}{19.25\ K\Omega} = 2.001\ \%\textbf{Volume}$$

$$HC = 211 \times 1.034 = 218\ \textbf{ppm}$$

$$Rs = \frac{1024 - 279}{279} \times 10\ K\Omega = 26.702\ \textbf{kOhm}$$

$$Co = \frac{Rs}{Ro} = \frac{26.702\ K\Omega}{19.25\ K\Omega} = 1.387\ \%\textbf{Volume}$$

$$HC = 279 \times 1.034 = 289\ \textbf{ppm}$$

$$Rs = \frac{1024 - 269}{269} \times 10\ K\Omega = 28.066\ \textbf{kOhm}$$

$$Co = \frac{Rs}{Ro} = \frac{28.066\ K\Omega}{19.25\ K\Omega} = 1.457\ (\%\textbf{Vol})$$

$$HC = 269 \times 1.034 = 278\ (\textbf{ppm})$$

$$Rs = \frac{1024 - 269}{269} \times 10\ K\Omega = 28.066\ \textbf{kOhm}$$

$$Co = \frac{Rs}{Ro} = \frac{28.066\ K\Omega}{19.25\ K\Omega} = 1.457\ (\%\textbf{Vol})$$

$$HC = 269 \times 1.034 = 278\ (\textbf{ppm})$$

Dari hasil analisis di atas dapat dilihat bahwa alat yang dirancang belum dapat menyamai keakuratan alat buatan pabrik. Selisih perbedaan nilai emisi yang telah diukur dengan merujuk tabel 4.3 dan 4.4 maka rata-rata untuk mesin mobil tahun pembuatan 2007 ke bawah CO sebesar 1.195 %Vol dan untuk HC 113.5 ppm dan untuk mesin mobil tahun pembuatan 2007 ke atas CO sebesar 1.14 %Vol dan untuk HC 242 ppm. Dari tabel tersebut masih terdapat ketidak akuratan sensor dalam mendekteksi gas emisi yang disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi kesensitifan alat ada pada sensor yang terpengaruh dengan udara bebas dari luar dikarenakan peletakan sensor pada saat pengujian yang tidak sesuai dengan peletakan sensor alat pabrikan, kualitas komponen, teknik perakitan dan ADC yang digunakan.