

PURWARUPA SISTEM DETEKSI DAN PENGURANGAN KADAR CO, CO₂ DAN NO₂ BERBASIS MIKROKONTROLER

^[1]Ade Syayuti Mannaf, ^[2]Fatma Agus Setyaningsih, ^[3]Ikhwan Ruslianto

^{[1][2][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail : ^[1]adesyayutimannaf@student.untan.ac.id ^[2]fatmasetyaningsih@siskom.untan.ac.id,

^[3]ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

ABSTRAK

Indra manusia memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam merasakan keberadaan gas polutan yang ada pada lingkungan sekitar baik dari segi warna maupun baunya. Konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi dan berakibat fatal bagi kesehatan, maka dari itu diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi keberadaan gas polutan. Alat ini akan berfungsi mendeteksi keberadaan adanya gas yang berbahaya seperti gas Karbon Monoksida, Nitrogen Dioksida dan Karbon Dioksida dengan menggunakan sensor gas MQ-7, MQ-135, MG-881 dan mikrokontroler ATmega16. Pengujian alat dilakukan dengan cara memberikan sampel gas polutan dari asap kendaraan, asap rokok dan obat nyamuk bakar bahwa setiap sensor. Hasil pengujian menunjukkan besar konsentrasi gas tergantung darimana gas itu dihasilkan. Jarak dan tekanan gas terhadap sensor dapat juga mempengaruhi nilai baca sensor. Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan sensor MQ-7 dapat mendeteksi gas CO sampai dengan 157 ppm, MG-811 dapat mendeteksi CO₂ sampai dengan 1446 ppm, dan sensor MQ-135 mampu mendeteksi gas NO₂ sampai dengan 242 ppm. Penggunaan sistem ventilasi udara dengan bantuan kipas dapat membantu dalam proses sirkulasi dan pengurangan kadar gas di dalam ruangan.

Kata Kunci: Sistem Deteksi, Mikrokontroler, Karbon Monoksida, Nitrogen Dioksida, Karbon Dioksida, Sensor gas

1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor baik mobil atau sepeda motor dengan segala manfaat ternyata meninggalkan masalah bagi kenyamanan manusia, salah satunya adalah produksi emisi gas buang berupa gas yang berbahaya baik yang dihasilkan dari sisa pembakaran mesin. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar, akan tetapi tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin. Gas yang berbahaya tersebut apabila tersebar pada ruangan tertutup akan menyebabkan rasa tidak nyaman bahkan dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pendeteksi kadar gas telah dilakukan oleh Muhamad Ardhabili, mahasiswa Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Dari Bensin Dan Solar Pada Kabin Mobil" dimana pada penelitian tersebut tingkat kadar gas yang

terdeteksi diinformasikan melalui LCD. Sistem ini dirasa memiliki kekurangan dari segi efektifitas, dimana informasi hanya diterima oleh pengguna saja.

Penelitian selanjutnya akan dibuat suatu alat pendeteksi sekaligus dapat melakukan pengurangan tingkat kadar gas. Dengan adanya sistem diharapkan dapat memberikan rasa aman dengan adanya alarm dan membantu mengembalikan kesegaran udara pada ruangan yang tercemar oleh gas karena adanya sistem sirkulasi udara. Alat ini juga dilengkapi LED (*Light Emitting Diode*) sebagai informasi tingkat kualitas udara.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Emisi Gas Buang

Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat pencemar udara yang memberikan dampak negatif terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia, serta lingkungan hidup. Zat-zat yang diemisikan dari knalpot kendaraan bermotor adalah CO₂, CO, NO_x, HC, SO_x,

PM10, dan Pb (dari bahan bakar yang mengandung timah hitam/timbal). Hasil kajian terdahulu seperti *The Study on the Integrated Air Quality Management for Jakarta Area* (JICA, 1997) dan *Integrated Vehicle Emission Reduction Strategy for Greater Jakarta* (ADB, 2002) menyimpulkan bahwa sektor transportasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pencemaran udara perkotaan.[1]

Berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor KEP-107/Kabapedal/11/1997, rentang semua Gas (PM10, CO, SO₂, NO₂, O₃) yang terdapat pada Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dengan ketentuan waktu sebagai berikut[2]:

Tabel 1 Rentang Indeks Standar Pencemar Udara

No	Kategori	Rentang
1	Baik	0 – 50 ppm
2	Sedang	51 – 100 ppm
3	Tidak sehat	101 – 199 ppm
4	Sangat tidak sehat	200 – 299 ppm
5	Berbahaya	300 – 500 ppm

2.1.1. Gas karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida adalah suatu gas yang bersifat tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa. Pada konsentrasi 200 ppm apabila terjadi kontak dengan manusia selama 2-3 jam akan menimbulkan rasa pusing, mual dan muntah. Dalam waktu setengah jam, 1300 ppm dapat mengakibatkan kematian[3].

2.1.2. Gas Nitrogen Dioksida

Nitrogen Oksida disebut juga dengan Nox karena mempunyai dua bentuk yaitu Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Nitrogen Monoksida (NO). NO₂ secara visual mudah diamati dari baunya yang menyengat dan warna yang coklat kemerahan sedangkan gas NO sulit diamati karena sifatnya tidak berwarna dan tidak berbau. Gas NO₂ pada manusia bersifat berbahaya, kadar 5 ppm jika terjadi kontak selama 10 menit terhadap manusia akan mengakibatkan kesulitan dalam bernapas[3].

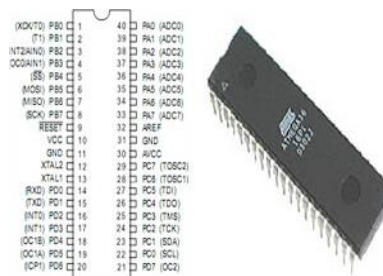
2.1.3. Gas Karbon Dioksida

Karbon dioksida adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Karbon dioksida beracun kepada jantung dan menyebabkan

menurunnya gaya kontraktil. Pada konsentrasi tiga persen berdasarkan volume di udara, ia bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi, dan menyebabkan penurunan daya dengar. Pada konsentrasi sekitar lima persen berdasarkan volume, akan menyebabkan stimulasi pusat pernapasan, pusing-pusing, kebingungan, dan kesulitan pernapasan yang diikuti sakit kepala dan sesak napas. Pada konsentrasi delapan persen, akan menyebabkan sakit kepala, keringatan, penglihatan buram, tremor, dan kehilangan kesadaran setelah paparan selama lima sampai sepuluh menit. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm berdasarkan volume, walaupun jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu[4].

2.2. Mikrokontroler ATmega16

ATmega16 merupakan mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel keluarga AVR. Konfigurasi pin ATmega 16 di kemasan dengan 40 pin DIP (Dual Inline Package) seperti yang terlihat pada Gambar 1, selain itu Mikrokontroler ATmega16 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan resolusi 10 bit.



Gambar 1 Konfigurasi Pin ATmega 16

Untuk beberapa port, masing-masing pin memiliki fungsi alternatif, seperti yang terdapat pada port A, B, C dan D, pin tersebut memiliki fungsi lain untuk kegunaan tertentu. Pin-pin tersebut dapat digunakan untuk fungsi yang lain dengan kombinasi pin tertentu seperti untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat downloader. Pada port A terdapat fungsi ADC (*analog to digital converter*) yang berfungsi mengkonversi sinyal analog berupa besaran tegangan listrik menjadi sinyal digital berupa angka desimal. ADC pada ATmega16 memiliki resolusi sebesar 10bit, resolusi ini berfungsi menentukan ketepatan hasil konversi. Bit ini

dapat dinyatakan dalam nilai diskrit dengan persamaan $2n-1$ sehingga menghasilkan nilai 1023.

Selain memiliki port untuk perangkat I/O, pada mikrokontroler Atmega16 juga memiliki beberapa pin dengan fungsi yang berbeda yaitu pin RESET (reset input), XTAL1 (input oscilator), XTAL2 (input oscilator), AVCC (pin tegangan untuk port A dan A/D), AREF (referensi analog untuk konverter A/D), VCC (power supply) dan GND (ground).

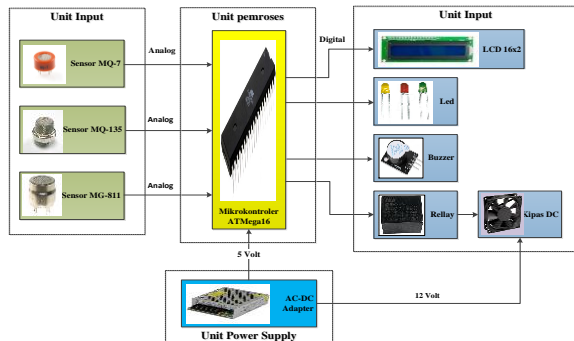
3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian memakai dua metode, yaitu metode studi literatur dan metode eksperimen. Metode studi literatur pada penelitian ini adalah mencari data, bahan dan penelitian sebelumnya mengenai pendeteksi gas. Metode eksperimen yang dimaksud adalah merancang, merakit dan menguji alat.

4. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

4.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras adalah penggabungan antara unit pemroses, unit masukan dan unit keluaran.



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Konfigurasi port antara mikrokontroler dengan perangkat masukan dan keluaran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Alokasi Port Yang Digunakan

Port	Alokasi port
Port A.0	Sensor gas M Q-7
Port A.1	Sensor gas MQ-135
Port A.2	Sensor gas MG-811
Port B	Display LCD
Port C.0	Buzzer
Port C.1	Relay kipas DC
Port D.1	Led hijau
Port D.2	Led kuning
Port D.3	Led merah

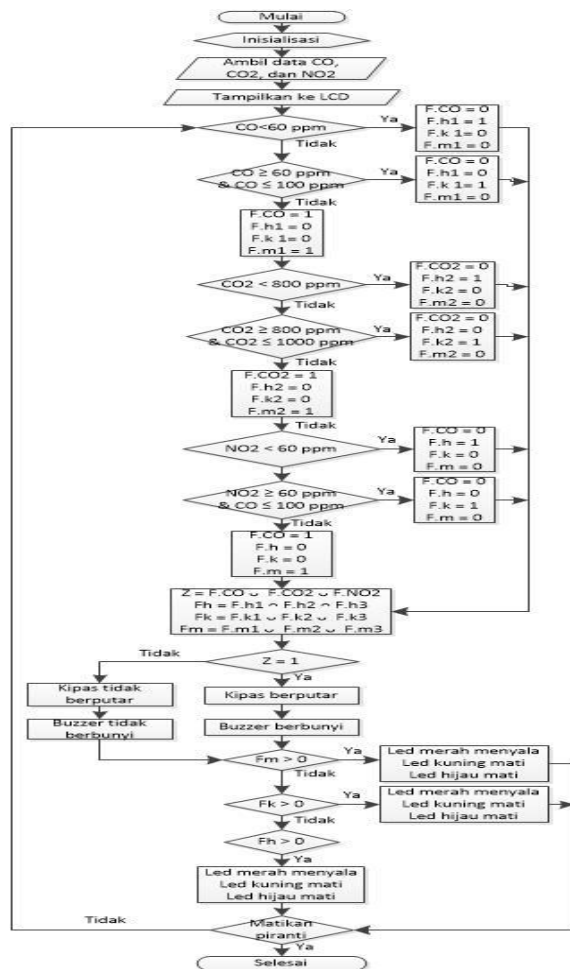
4.1. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan komponen penting dalam pembuatan alat ini sehingga perlu dilakukan perancangan perangkat lunak untuk dapat memaksimalkan kinerja perangkat keras. Perancangan terhadap perangkat lunak dilakukan dengan memastikan perancangan alur kerja dari alat telah sesuai, kemudian dilanjutkan dengan merancang algoritma pemrograman. Adapun diagram alir perangkat lunak dibangun berdasarkan tingkat kualitas udara. Tingkat kualitas udara yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kriteria Kualitas Udara

Tingkat Kadar Gas (PPM)		Kondisi sistem		
CO & NO2	CO2	buzzer	kipas	Led
< 60	Off	Off	off	Hijau
60-100	Off	Off	off	Kuning
>100	On	On	on	Merah

Gambar 3 berikut merupakan diagram alir algoritma pemrograman yang akan digunakan.



Gambar 3 Diagram Alir Perangkat Lunak

Berikut ini merupakan algoritma pemrograman yang digunakan pada mikrokontroler dari diagram alir diatas .

1. Proses di mulai.
2. Mikrokontroler akan menginisialisasi antara port masukan atau keluaran serta tipe data yang digunakan.
3. Mikrokontroler memproses sinyal analog dari ADC (*analog to digital converter*) untuk mengubah sinyal analog dari sensor menjadi sinyal digital.
4. Sinyal digital diubah menjadi satuan PPM ditampilkan ke LCD.
5. Jika kadar CO kurang dari 60 PPM maka flag CO akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer tidak akan menyala, sedangkan flag F.h1 akan bernilai sama dengan 1 artinya led hijau akan menyala (keadaan udara baik).
6. Jika kadar CO berada antar 60 sampai 100 PPM maka flag CO akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer tidak akan menyala, sedangkan flag F.k1 akan bernilai sama dengan 1 artinya led kuning akan menyala (keadaan udara sedang).
7. Jika kadar CO lebih dari 100 PPM maka flag CO akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer akan menyala, sedangkan flag F.m1 akan bernilai sama dengan 1 artinya led merah akan menyala (keadaan udara tidak baik).
8. Jika kadar CO₂ kurang dari 800 PPM maka flag CO₂ akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer tidak akan menyala, sedangkan flag F.h2 akan bernilai sama dengan 1 artinya led hijau akan menyala (keadaan udara baik).
9. Jika kadar CO₂ berada antar 800 sampai 1000 PPM maka flag CO₂ akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer tidak akan menyala, sedangkan flag F.k2 akan bernilai sama dengan 1 artinya led kuning akan menyala (keadaan udara sedang).
10. Jika kadar CO₂ lebih dari 1000 PPM maka flag CO₂ akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer akan menyala, sedangkan flag F.m2 akan bernilai sama dengan 1 artinya led merah akan menyala (keadaan udara tidak baik).
11. Jika kadar NO₂ kurang dari 60 PPM maka flag NO₂ akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer tidak akan menyala, sedangkan flag F.h3 akan

bernilai sama dengan 1 artinya led hijau akan menyala (keadaan udara baik).

12. Jika kadar NO₂ berada antar 60 sampai 100 PPM maka flag CO akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer tidak akan menyala, sedangkan flag F.k3 akan bernilai sama dengan 1 artinya led kuning akan menyala (keadaan udara sedang).
13. Jika kadar NO₂ lebih dari 100 PPM maka flag NO₂ akan bernilai sama dengan 0, artinya kipas dan buzzer akan menyala, sedangkan flag F.m3 akan bernilai sama dengan 1 artinya led merah akan menyala (keadaan udara tidak baik).
14. Sistem akan melakukan perulangan jika alat dalam keadaan menyala. Jika sistem dihentikan maka proses akan akan diakhiri.
15. Proses selesai

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

5.1. Pengujian Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler dapat dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler ATmega16 dengan rangkaian LCD dan memasukan program sederhana pada mikrokontroler untuk menampilkan karakter huruf atau angka.



Gambar 4 Hasil Pengujian Mikrokontroler

Dengan melihat hasil pengujian diatas menandakan dapat mengunduh program dan mikrokontroller siap untuk digunakan.

5.2. Pengujian Rangkaian Buzzer

Pengujian buzzer dilakukan dengan memberikan tegangan sebesar 5 volt, indikasi keberhasilan rangkaian buzzer adalah apabila buzzer mendapat tegangan maka buzzer akan mengeluarkan bunyi.

Tabel 4 Hasil Pengujian Rangkaian Buzzer

No	Masukan	Keluaran	Status
1	0 volt	0 volt	Buzzer off
2	5 volt	5 volt	Buzzer on

Berdasarkan Tabel 10 hasil pengujian diatas, menandakan rangkaian yang telah dibuat sudah benar dan buzzer dapat digunakan sesuai fungsinya.

5.3. Pengujian Rangkaian Relay

Prosedur pengujian pada relay dengan cara memberikan tegangan sebesar 5 volt pada relay.

Tabel 5 Hasil Pengujian Rangkaian Relay

No.	Tegangan	Relay
1	0 volt	ON
2	5 volt	OFF

Berdasarkan Tabel 5 saat relay mendapatkan tegangan, logika masukan bernilai sama dengan 1 sehingga relay ON dan kipas menyala, dengan ini menandakan rangkaian telah berfungsi dengan benar.

5.4. Pengujian Rangkaian LED

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan sebesar 5 volt, indikasi keberhasilan rangkaian LED adalah apabila LED mendapat tegangan maka LED akan menyala.

Tabel 6 Hasil Pengujian Rangkaian Buzzer

No	LED	Tegangan	Status LED
1	Merah	0 volt	Off
		5 volt	On
2	Kuning	0 volt	Off
		5 volt	On
3	Hijau	0 volt	Off
		5 volt	On

5.5. Pengujian Rangkaian Sensor

5.5.1. Pengujian sensor MQ-7

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan sampel gas polutan dari asap hasil pembakaran kendaraan bermotor pada sensor. Hasil deteksi akan ditampilkan pada LCD dalam satuan ppm (*Part Per Million*).

Tabel 7 Pengujian Sensor MQ-7

No	Waktu (detik)	Dekat knalpot (ppm)	Dalam plastik (ppm)
1	5	70	30
2	10	63	37
3	15	43	46
4	20	66	55
5	25	90	61
6	30	90	62
7	35	93	66
8	40	90	68
9	45	90	70
10	50	82	72
11	55	86	60
12	60	90	30
Rata-rata		79	55

Berdasarkan Tabel 4, sensor dapat merespon ketika diberikan sampel gas. Terdapat perbedaan hasil yang didapatkan ketika gas diberikan pada sensor di kondisi terbuka dan pada ruang tertutup. Pada ruangan terbuka ppm gas mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil dikarenakan adanya hembusan angin. Besar ppm pada ruangan tertutup tergantung dengan besar ruangan yang digunakan.

Tabel 8 Pengukuran Ppm Gas CO

No	Data ppm Karbon Dioksida					
	Asap rokok	Obat nyamuk bakar	Supra 125R	Honda Agya	Nissan JUKE	Chevrolet Captiva
1	20	22	58	29	23	21
2	26	20	54	22	20	35
3	28	24	56	22	26	24
4	24	26	45	26	24	26
5	22	32	66	28	24	30
6	26	36	52	28	24	28
7	20	26	60	28	22	28
8	24	21	58	24	25	24
9	32	24	49	22	24	23
10	20	43	56	26	24	30
11	26	36	58	22	25	30
12	32	33	49	22	21	39
13	43	23	37	22	22	27
14	41	20	41	20	24	32
15	50	22	33	32	22	24
16	45	26	45	22	22	26
17	43	30	50	22	30	24
18	37	32	45	26	28	20
19	43	22	52	20	29	37
20	47	28	29	24	28	32
Rata-rata	32,45	27,3	49,61	24,4	24,4	28,0

Tabel 8 menunjukkan ppm gas CO₂ yang dihasilkan dari tiap-tiap kendaraan menunjukkan ppm gas dengan rata-rata yang ppm yang berbeda-beda.

5.5.2. Pengujian sensor MQ-135

Berdasarkan sifatnya, gas Nitrogen Dioksida merupakan gas yang berbau dan mempunyai warna, oleh karena itu untuk menghasilkan gas Nitrogen Dioksida dari asap motor maka *choke* motor ditarik ke luar sehingga dengan ini dimungkinkan gas yang keluar adalah gas Nitrogen Dioksida.

Tabel 9 Hasil Pengujian Sensor MQ-135

No	Waktu (detik)	Dekat knalpot (ppm)	Dalam plastik (ppm)
1	5	28	33
2	10	84	54
3	15	208	169
4	20	215	178
5	25	207	174
6	30	213	178

Tabel 9 Hasil Pengujian Sensor MQ-135
(lanjutan)

7	35	208	175
8	40	213	177
9	45	203	179
10	50	195	175
11	55	187	172
12	60	177	171
Rata-rata		178	153

Terdapat perbedaan hasil yang didapatkan ketika pengujian yang dilakukan dengan menempatkan sensor dekat dengan knalpot dan pada ruangan tertutup dengan memasukan gas ke dalam plastik. Pada ruangan tertutup nilai tertinggi yang dihasilkan mencapai nilai tertinggi lebih dari 200 ppm jika dibandingkan dengan nilai ppm pada ruangan tertutup yaitu 179 ppm. Melihat perbedaan ini membuktikan bahwa besar volume gas tergantung pada besar ruangan yang digunakan yang merujuk pada sifat dari gas itu sendiri.

Tabel 10 Pengukuran Ppm Gas NO₂

No	Data ppm Karbon Dioksida					
	Asap rokok	Obat nyamuk bakar	Supra 125R	Honda Agya	Nissan JUKE	Chevrolet Captiva
1	67	44	106	39	31	35
2	85	41	108	76	63	36
3	97	40	88	88	60	47
4	101	39	72	89	51	56
5	112	45	66	97	70	64
6	98	54	62	97	89	62
7	89	61	61	104	80	60
8	83	87	70	105	109	64
9	94	89	74	104	133	46
10	104	105	70	111	65	52
11	101	73	75	130	64	64
12	89	85	85	128	46	60
13	99	81	86	125	47	59
14	84	72	130	123	54	64
15	92	76	69	121	49	69
16	102	80	91	98	51	68
17	101	103	89	110	75	68
18	96	93	86	121	80	68
19	104	88	75	124	81	89
20	103	81	81	119	84	110
Rata-rata	95,05	71,85	82,2	105,4	69,1	62,1

Tabel 10 menunjukkan ppm gas Karbon Monoksida yang dihasilkan dari tiap-tiap kendaraan menunjukkan ppm gas dengan rata-rata ppm yang berbeda-beda tergantung dari jenis dan tipe kendaraan yang diuji.

5.5.3. Pengujian Sensor MG-811

Berikut adalah hasil pengujian sensor MG-811 terhadap gas polutan Karbon dioksida yang dihasilkan dari asap kendaraan bermotor. Hasil pengujian dicatat pada tabel sebagai

indikasi keberhasilan sensor dalam mendeteksi keberadaan gas Karbon Dioksida.

Tabel 11 Hasil Pengujian Sensor MG-811

No	Waktu (detik)	Dekat knalpot (ppm)	Dalam plastik (ppm)
1	5	472	463
2	10	463	453
3	15	491	481
4	20	566	453
5	25	529	472
6	30	547	491
7	35	519	500
8	40	500	500
9	45	472	519
10	50	500	529
11	55	519	510
12	60	529	538
Rata-rata		509	472

Berdasarkan Tabel 11, nilai yang didapatkan tidak menunjukkan perbedaan, ini bisa disebabkan karena jenis kendaraan yang digunakan tidak cukup banyak dalam menghasilkan gas buang CO₂. Pada kondisi sensor tidak diberikan sampel gas CO₂, ppm gas CO₂ yang tertampil pada LCD berkisar pada angka 444 ppm. Menurut referensi yang didapatkan, pada kondisi dan waktu tertentu rata-rata kosentrasi karbon dioksida diudara berkisar pada 387 ppm. Melihat hasil yang telah didapatkan menunjukkan hasil deteksi sensor mendekati angka normal.

Tabel 12 Pengukuran Ppm Gas CO₂

No	Data ppm Karbon Dioksida					
	Asap rokok	Obat nyamuk bakar	Supra 125R	Honda Agya	Nissan JUKE	Chevrolet Captiva
1	642	830	623	632	604	663
2	840	887	717	623	613	698
3	858	679	990	624	642	699
4	981	717	802	604	745	784
5	934	830	792	651	624	727
6	943	840	783	613	811	802
7	1019	804	802	661	679	717
8	1433	802	811	642	708	736
9	1367	775	792	670	679	745
10	1556	774	802	727	679	699
11	1575	727	811	679	679	727
12	1292	774	679	661	595	689
13	1678	802	651	708	689	717
14	1462	830	670	717	661	821
15	1160	821	698	661	670	624
16	1245	802	661	906	642	689
17	1103	717	670	774	661	661
18	1019	698	611	981	642	679
19	1047	708	698	1443	689	689
20	1009	651	604	1369	651	717
Rata-rata	1158	773,4	733,4	767,3	668,1	714,1

Tabel 12 menunjukkan ppm gas Karbon Dioksida yang dihasilkan dari tiap-tiap kendaraan menunjukkan ppm gas dengan rata-rata yang ppm yang berbeda-beda tergantung jenis dan tipe kendaraan yang diuji.

5.6. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian sistem deteksi kadar gas dilakukan dengan menempatkan alat dalam sebuah model ruang simulasi yang dilengkapi dengan sebuah kipas, lubang ventilasi, buzzer, dan indikator LED. Proses pengamatan dilakukan dengan memasukan gas yang berasal dari asap knalpot kendaraan ke dalam kotak simulasi. Apabila kadar gas yang teramati melebihi ambang batas ppm yang ditentukan, maka sistem akan bekerja dengan menyalanya kipas, buzzer, dan indikator LED. Hasil pengujian keseluruhan tiap-tiap sensor dapat dilihat pada tabel berikut.

Ambang batas aman ppm yang digunakan pada sistem untuk kadar gas CO adalah 100 ppm, ketika kadar CO melebihi ambang batas maka sistem pengurangan gas akan akan menyalakan kipas, menyalakan buzzer sebagai peringatan dan status LED yang menyala berwarna merah tanda kondisi ruangan dalam kondisi tidak sehat. Kondisi udara yang sehat atau dibawah konsentrasi di bawah 60 ppm ditandai dengan led warna hijau.

Tabel 13 Hasil Pengujian Kadar Gas CO

No	Data ppm CO	Status buzzer	Status kipas	Status LED menyala
1	29	Off	Off	Hijau
2	33	Off	Off	Hijau
3	29	Off	Off	Hijau
4	95	Off	Off	Kuning
5	82	Off	Off	Kuning
6	110	On	On	Merah
7	120	On	On	Merah
8	93	Off	Off	Kuning
9	99	Off	Off	Kuning
10	89	Off	Off	Kuning
11	116	On	On	Merah
12	101	On	On	Merah
13	105	On	On	Merah
14	87	Off	Off	Kuning
15	110	On	On	Merah

Berdasarkan Tabel 13 pengujian pada protoipe menunjukkan sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsi masing. Ketika konsentrasi gas menunjukkan tingkat bahaya

kipas dan bazzzer aktif sebagai tanda peringatan dan melakukan sirkulasi udara.

Ambang batas aman ppm yang digunakan pada sistem untuk kadar gas NO₂ adalah 100 ppm, ketika kadar gas melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka sistem pengurangan dan peringatan akan aktif sebagaimana fungsinya. Pada kondisi udara dinyatakan bersih atau dibawa 60 ppm maka led hijau akan menyala, dan led akan menyala merah pada konsentrasi lebih dari 100 ppm yang menyatakan udara tidak baik. Led kuning akan menyala apa bila kondisi diantara 60 sampai 100 sebagai indikator kondisi udara sedang.

Tabel 14 Hasil Pengujian Kadar Gas NO₂

No	Data ppm NO ₂	Status Buzzer	Status Kipas	Status LED Menyala
1	27	Off	Off	Hijau
2	28	Off	Off	Hijau
3	32	Off	Off	Hijau
4	54	Off	Off	Hijau
5	63	Off	Off	Kuning
7	76	Off	Off	Kuning
8	277	On	On	Merah
9	155	On	On	Merah
10	63	Off	Off	Kuning
11	276	On	On	Merah
12	273	On	On	Merah
13	112	On	On	Merah
14	275	On	On	Merah
15	229	On	On	Merah

Pengujian gas CO₂ pada prototipe, sistem akan berfungsi apabila pada ruangan terakumulasi ppm melebihi 1000 ppm gas karbon monoksida yang artinya sistem melebihi ambang batas aman ppm sehingga sistem pengurangan gas akan menyalakan kipas, menyalakan buzzer sebagai peringatan dan status LED yang menyala berwarna merah menandakan kondisi ruangan dalam kondisi udara tidak sehat. Kondisi udara yang bersih ditandai dengan led warna hijau yaitu konsentrasi gas pada di bawah 800 ppm.

Tabel 15 Hasil Pengujian Kadar Gas CO₂

No	Data ppm CO ₂	Status buzzer	Status kipas	Status LED menyala
1	652	off	off	Hijau
2	661	off	off	Hijau

Tabel 15 Hasil Pengujian Kadar Gas CO₂
(lanjutan)

3	652	off	off	Hijau
4	661	off	off	Hijau
5	746	off	off	Hijau
6	850	off	off	Kuning
7	840	off	off	Kuning
8	831	off	off	Kuning
9	887	off	off	Kuning
10	1056	on	on	Merah
11	1132	on	on	Merah
12	1000	on	on	Merah
13	953	off	off	Kuning
14	878	off	off	Kuning
15	831	off	off	Kuning

Berdasarkan serangkaian pengujian yang telah dilakukan pada prototipe, sistem pendeteksi gas yang dirancang dan dibuat menggunakan sensor gas MQ-7, MQ-135, MG-811 dan Mikrokontroler, bahwa sistem sistem deteksi dan pengurangan gas dapat diterapkan pada sebuah ruangan. Adanya kipas dapat membantu proses sirkulasi udara dan *buzzer* dapat berfungsi sebagai sistem peringatan berupa bunyi.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Alat pendeteksi dari gas CO, NO₂ dan CO₂ ini dapat mencapai tujuan yang diinginkan yaitu siste dapat mendeteksi keberadaan adanya gas yang ditangkap oleh masing-masing.
2. Sensitifitas sensor tergantung pada letak dan jarak sensor dengan sumber gas.
3. Besar ppm gas tergantung dengan besar volume ruangan yang digunakan dan tekanan gas yang diterima oleh sensor.
4. Penggunaan kipas dapat menjadi solusi alternatif untuk mempercepat proses sirkulasi udara di dalam ruangan.

7. SARAN

Pengembangan – pengembangan yang bisa dilakukan yaitu diantaranya :

1. Sistem dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan sensor yang mempunyai tingkat kepekaan yang lebih baik.
2. Perlunya adanya standarisasi antara alat yang telah dibuat dengan alat yang sudah ada.

3. Terdapat beberapa cara yang mungkin bisa dilakukan saat pemberian kapasitas gas saat melakukan pengujian yang dapat menunjang tingkat keberhasilan pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Perhubungan Kota Medan. (2014). *Dampak Emisi Kendaraan Bermotor dan Lainnya*.
http://lh.surabaya.go.id/himpunan_peraturan_dibidang_lh/kepapedal_107_1997_standar%20pencemaran%20udara.pdf
diakses 28 februari 2016.
- [2] Keputusan Kepala Bapedal No.107. (1997). *Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara*.
http://lh.surabaya.go.id/himpunan_peraturan_dibidang_lh/kepapedal_107_1997_standar%20pencemaran%20udara.pdf
diakses 22 Mei 2015.
- [3] Ardhabili, Muhamad. 2010. *RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS DARI BENSIN ATAU SOLAR PADA KABIN MOBIL*.
<https://www.scribd.com/document/123283218/muh>. diakses 14 Maret 2014.
- [4] Wicaksono, Y. dan Suismono, A. (2010) *Deteksi Gas Berbahaya CO, CO₂, dan NO_x dengan Penampil Dot Matrix dan Level Bahaya serta Besarnya*.
<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-NonDegree-14525-paperpdf.pdf> diakses tanggal 14 maret 2014.