

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGURANG BAHAYA GAS POLUTAN DALAM RUANGAN DENGAN METODE ELEKTROLISIS BERBASIS MIKROKONTROLER

Nanda Rezki.^[1], Meqorry Yusfi, M.Si.^[2], Dodon Yendri, M.Kom.^[3]

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas,
Padang.^{[1][2]}

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang.^[3]

.^[1]nandarezki@rocketmail.com, .^[2]meqorry@yahoo.com, .^[3]dodon_y@yahoo.com

ABSTRAK

Prototipe pengurang bahaya gas polutan dalam ruangan dengan metode elektrolisis berbasis mikrokontroler merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) serta meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam ruangan. Sistem ini akan aktif apabila konsentrasi paparan gas yang diterima oleh sensor melebihi batas normal yang telah ditetapkan, serta berhenti apabila konsentrasi paparan gas kembali ke keadaan normal.

Untuk membersihkan ruangan dari gas CO dan gas CO₂ digunakan fan *DC* sebagai kipas *exhaust* yang berguna untuk membuang gas polutan tersebut dari dalam ruangan. Sementara untuk meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam ruangan, dengan menggunakan sistem elektrolisis. Dan untuk mengetahui tingkat paparannya, konsentrasi gas CO dan gas CO₂ akan ditampilkan melalui *LCD*.

Kata Kunci: Pengurang Bahaya Gas, Elektrolisis, Otomatis, Sensor CO dan CO₂

1. PENDAHULUAN

Teknologi yang kian berkembang serta bernilai ekonomis merupakan faktor utama yang menyebabkan polusi udara menjadi masalah besar saat ini. Polusi udara menjadi permasalahan yang sangat sulit untuk diatasi di sejumlah negara, termasuk juga Indonesia.

Studi Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) pada tahun 2009 melaporkan bahwa Indonesia menjadi negara dengan tingkat polusi udara tertinggi ketiga di dunia.^[11]

Menurut *Environmental Protection Agency (EPA)*, polusi udara di dalam ruangan dua hingga lima kali lebih berbahaya daripada di luar

ruangan.^[22] Ditambah lagi dengan pernyataan yang dipublikasikan oleh *World Health Organization (WHO)*, bahwa 2 juta orang di dunia meninggal karena polusi udara dan 1,5 juta diantaranya karena polusi udara dalam ruangan.^[33]

Gas polutan berbahaya dan paling sering terpapar dalam ruangan adalah gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Hal ini dikarenakan gas CO dan gas CO₂ berasal dari aktivitas yang sering dilakukan manusia ketika berada dalam suatu ruangan.

Untuk meminimalisir bahaya gas polutan dalam ruangan, dibutuhkan suatu sistem yang dapat mendeteksi dan mengurangi konsentrasi gas polutan tersebut, serta meningkatkan

konsentrasi oksigen dalam ruangan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Gas Polutan Udara dalam Ruangan

Dari berbagai polutan udara dalam ruangan, gas CO dan gas CO₂ merupakan unsur polutan terbesar dan paling berbahaya.

2.1.1 Bahaya Gas Karbon monoksida (CO)

Paparan udara dengan gas CO dapat mengakibatkan keracunan sistem saraf pusat dan jantung. Keracunan ini terjadi jika paparan gas CO melampaui batas dari yang bisa di toleransi tubuh, yaitu lebih dari 250 ppm.[18]

2.1.2 Bahaya Gas Karbon dioksida (CO₂)

Gas CO₂ yang berlebih di udara juga dapat mengurangi kesegaran dan kebersihan udara yang kita hirup. Gas CO₂ juga bisa menjadi polusi udara apabila kadarnya dalam udara berlebih, karena jika udara mengandung gas CO₂ yang berlebih, yaitu lebih dari 1000 ppm, dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. [13]

2.2 Cara Mengurangi Polutan Udara di dalam Ruangan

Untuk menghindari bahaya yang lebih serius akibat gas polutan masuk ke dalam tubuh dan meracuni sel darah merah, diperlukan suatu solusi tepat guna mengurangi gas polutan berbahaya dalam ruangan, antara lain:

1. Perbaikan ventilasi

Desain ventilasi rumah harus baik dan lubang ventilasi harus tepat, sehingga sirkulasi udara dalam rumah berjalan baik.

2. Pengendalian Sumber Polutan

Sejumlah sumber polutan,

misalnya pemanas ruangan, bahan bangunan dari asbestos, serta kompor gas, penggunaannya dapat dikurangi atau disesuaikan untuk mengurangi jumlah emisi.

2.3 Ventilasi Udara

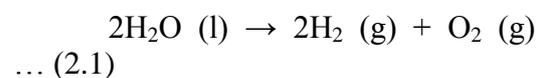
Ventilasi udara dibutuhkan agar sirkulasi udara di dalam ruangan tetap terjaga atau tidak pengap sehingga ruangan menjadi lebih nyaman. Adapun tujuan dibuatnya ventilasi udara, yaitu:

1. Menghilangkan uap air yang timbul oleh keringat dan gas-gas pembakaran yang ditimbulkan oleh proses-proses pembakaran;
2. Menghilangkan uap air yang timbul sewaktu memasak, mandi dan sebagainya;
3. Menghilangkan kalor yang berlebihan serta dapat membuat ruangan terang saat di siang hari.

2.4 Elektrolisis Air untuk Menghasilkan Oksigen

Elektrolisis air merupakan peristiwa penguraian senyawa air (H₂O) untuk menghasilkan gas hidrogen (H₂) dan oksigen (O₂) murni dengan menggunakan energi listrik searah yang melalui air tersebut.

Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut.



Untuk mendapatkan gas O₂, maka pada ruang anode harus dihubungkan dengan selang yang langsung di lepaskan ke udara ruangan. Sedangkan pada ruang katode, gas H₂ yang dihasilkan akan dikeluarkan melalui selang atau ditampung dalam wadah.

2.5 Komponen Utama Sistem

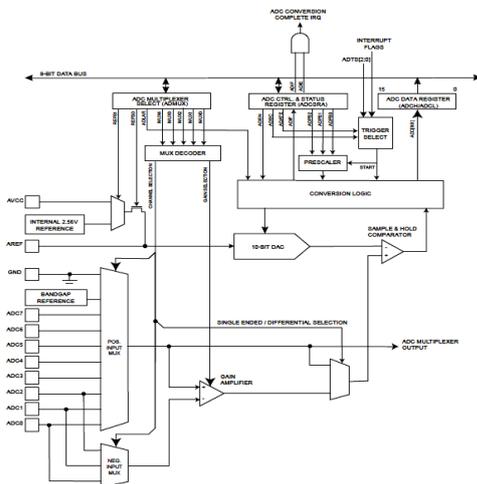
2.5.1 Mikrokontroler AVR ATmega8535

Mikrokontroler AVR memiliki RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit *Word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

Mikrokontroler ini memiliki kecepatan maksimal 16 MHz dan mempunyai enam pilihan mode *sleep* untuk menghemat daya listrik. Selain itu, ATmega8535 telah dilengkapi dengan ADC internal.

Beberapa karakteristik ADC internal yang terdapat pada mikrokontroler AVR ATmega8535 adalah:

1. Mudah dalam pengoperasian;
2. Resolusi 10 bit;
3. Memiliki 8 masukan analog;
4. Konversi pada saat CPU *sleep*;
5. *Interrupt* waktu konversi selesai.



Gambar 2.1 ADC Mikrokontroler ATmega8535

Sumber: Lingga Wardhana, 2006

2.5.2 Sensor Gas

Sensor gas merupakan alat yang dapat menghasilkan sinyal listrik

sebagai hasil dari interaksinya dengan senyawa kimia, yaitu mendeteksi bahan kimia berupa gas atau uap senyawa organik.

2.5.2.1 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor yang memiliki kepekaan tinggi terhadap gas CO dan hasil kalibrasinya stabil serta tahan lama.

Sensor MQ-7 tersusun oleh tabung keramik mikro Al₂O₃, lapisan sensitif timah dioksida (SnO₂), elektroda pengukur dan pemanas sebagai lapisan kulit yang terbuat dari plastik dan permukaan jaring *stainless steel*. Alat pemanas (*heater*) menyediakan kondisi kerja yang diperlukan agar komponen sensitif dapat bekerja.



Gambar 2.2 Bentuk Sensor MQ-7

Sumber: Futurlec, 2013

2.5.2.2 Sensor MG811

Sensor MG811 tersusun oleh lapisan elektrolit padat Au, platina, pengukur elektroda dan *heater* yang dibungkus tabung porcelain. *Heater* menyediakan kondisi kerja yang diperlukan agar komponen sensitif dapat bekerja.



Gambar 2.3 Bentuk Sensor MG811

Sumber: Hanwei Electronics, 2007

2.6 Komponen Pendukung Sistem

2.6.1 Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. *Relay* berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik dan dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya.



Gambar 2.4 Relay

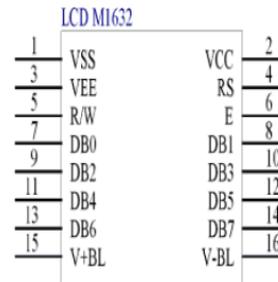
Sumber: MCU Examples, 2010

2.6.2 Driver Relay

Untuk menggerakkan katup yang digerakkan dengan motor maka diperlukan rangkaian *driver* yang berfungsi menghubungkan keluaran mikrokontroler ke motor penggerak.[41] Rangkaian *driver* tersebut menggunakan *relay* yang berfungsi sebagai saklar bila diberi catu. Rangkaian *driver* menggunakan dioda yang diparalel dengan *relay* yang bertujuan untuk melindungi transistor terhadap transien yang diakibatkan oleh runtuhnya medan magnet *relay* tersebut.

2.6.3 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan komponen optoelektronik yaitu komponen-komponen yang dikerjakan atau dipengaruhi oleh sinar (optolistrik), komponen-komponen pembangkit cahaya (*light emitting*), dan komponen-komponen yang mempengaruhi akan mengubah sinar. Susunan pin-pin rangkaian *LCD* dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD M1632

Sumber: Seiko Instruments GmbH, 2012

2.6.4 Kipas Exhaust

Kipas exhaust atau *exhaust fan* berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruang untuk dibuang ke luar, dan pada saat bersamaan menarik udara segar di luar ke dalam ruangan. Jadi, Pemasangan *exhaust fan* pada ruangan merupakan upaya mekanik untuk mengoptimalkan pergantian udara di ruangan.

Pada perancangan prototipe ini, sebagai kipas *exhaust* akan digunakan *fan DC*. Bagian utama penyusun *fan DC* adalah motor *DC*.



Gambar 2.6 Kipas DC

Sumber: Terrstar, 2013

2.7 Ulasan Teori yang Berhubungan dengan Sistem

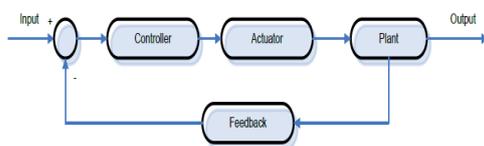
2.7.1 Teori Kontrol

2.7.1.1 Sistem Kontrol Otomatis

Sistem kontrol adalah komponen-komponen alat yang dirakit sehingga saling terhubung dan membentuk satu kesatuan untuk mengendalikan satu atau beberapa

besaran (*variabel, parameter*) dari suatu mekanisme tertentu agar berada pada harga (*range*) yang telah ditetapkan.

Sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia. Ada dua macam sistem kontrol pada sistem kendali/kontrol otomatis, yaitu *open loop* (lup terbuka) dan *close loop* (lup tertutup). Dan pada perancangan prototipe ini, menggunakan sistem kontrol lup tertutup.

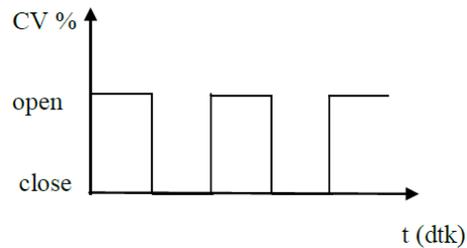


Gambar 2.7 Diagram Blok Sistem Kontrol Tertutup
Sumber: Dharma Yoga, 2011

Kelebihan sistem pengontrolan *close loop* adalah adanya pemanfaatan nilai umpan-balik yang membuat respon sistem relatif kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem dan mudah untuk mendapatkan pengontrolan *plant* dengan teliti.

2.7.1.2 Aksi Kontroler On – Off (Two Position Controller)

Karakteristik kontroler *on – off* ini hanya bekerja pada 2 (dua) posisi, yaitu *on* dan *off*. Kerja kontroler *on – off* banyak digunakan pada aksi pengontrolan yang sederhana karena harganya murah. Karena sistem kerja yang digunakan adalah *on – off* saja, hasil output dari sistem pengendalian ini akan menyebabkan proses variabel tidak akan pernah konstan. Besar kecilnya fluktuasi *process variabel* ditentukan oleh titik dimana kontroler dalam keadaan *on* dan *off*. Pengendalian dengan aksi kontrol ini juga menggunakan *feedback*.



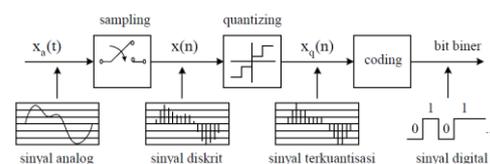
Gambar 2.8 Aksi Kendali *On – Off*
Sumber: USU Institutional Repository, 2013

2.7.2 Transistor Sebagai *Switch*

Sebuah switch ideal pada keadaan “*off*” harus tidak mengalirkan arus sama sekali, dan pada keadaan “*on*” tidak mempunyai keadaan *drop*. Untuk aplikasi switch bisa menggunakan transistor BJT dan MOSFET.

2.7.3 *Analog to Digital Converter (ADC)*

ADC banyak digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer. Proses konversi tersebut dapat digambarkan sebagai proses tiga (3) langkah seperti diilustrasikan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.9 Proses Konversi Analog ke Digital

Sumber: USU Institutional Repository, 2013

2.7.4 *C Compiler*

C Compiler merupakan kompiler yang dikembangkan dari bahasa C yang secara khusus dirancang dan dikembangkan untuk kebutuhan pengontrolan. Dengan *C Compiler*, pengembang dapat dengan cepat mendesain aplikasi perangkat lunak untuk pengontrolan perangkat keras

atau komponen (misal: mikrokontroler) dengan suatu bahasa tingkat tinggi yang sangat menarik.

Salah satu contoh compiler yang dikembangkan dari bahasa C adalah CodeVisionAVR, yang merupakan sebuah *cross-compiler C, Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. CodeVisionAVR dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 95, 98, Me, NT4, 2000, dan XP.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis gunakan dalam tugas akhir ini berupa *experiment*. Adapun rincian tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Diskusi

Pada tahap pertama, penulis akan membaca dan mempelajari literatur serta teori-teori pendukung dari berbagai sumber.

2. Rancang-Bangun Prototipe

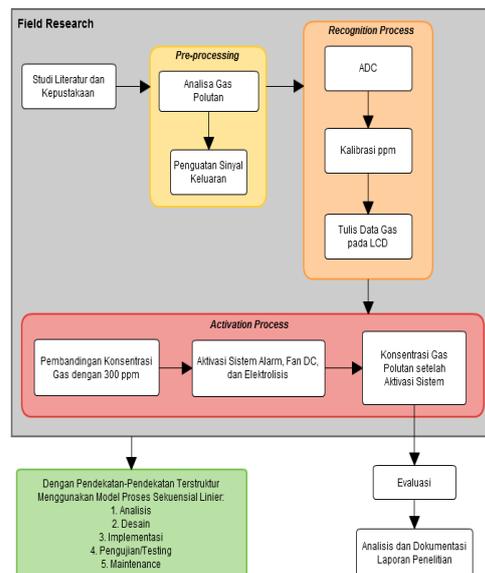
Rancang-bangun prototipe ini mencakup rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak. Selain itu, penulis juga merancang *plant* (tempat uji coba) dalam skala kecil (miniature ruang).

3. Evaluasi dan Dokumentasi.

Tahap ini meliputi pengujian prototipe. Dari sini nanti akan diambil kesimpulan penelitian dan saran-saran untuk pengembangan penelitian ini. Setelah itu akan dilakukan dokumentasi.

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian ini mengacu pada tahapan proses yang ada pada sistem pengurang konsentrasi paparan gas polutan dalam ruangan, yaitu input, proses, dan output. Dengan input bahan penelitian berupa data konsentrasi gas dalam ruangan, proses sebagai pemroses bahan penelitian dan output sebagai hasil keluaran dari proses. Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti proses seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Rincian alat penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Perangkat keras
 - Perangkat yang digunakan untuk pengembangan aplikasi, yaitu, laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Intel Core i3 M 370 @ 2.4GHz
 - RAM 4 GB 1333 MHz DDR3 SDRAM

- Monitor 14.0" dengan resolusi 1366x768
- Hard disk 500 GB
- Perangkat yang digunakan sebagai bagian dari sistem, yaitu:
 - Sensor MG811
 - Sensor MQ-7
 - Mikrokontroler AVR ATmega8535
 - LCD
 - Motor DC
 - Relay
 - Transistor
 - Kapasitor
 - Resistor
 - Lampu LED
 - Multimeter

• Perangkat lunak

Perangkat lunak untuk pengembangan program untuk dimasukkan ke mikrokontroler AVR ATmega8535 adalah bahasa C yang berfungsi sebagai *compiler*.

3.3.2 Bahan Penelitian

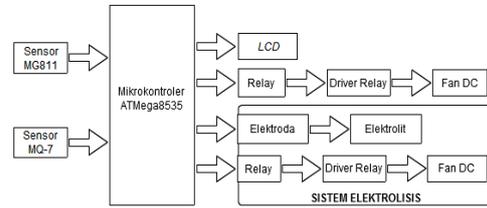
Adapun bahan-bahan lainnya yang digunakan dalam rancang-bangun prototipe ini sebagai berikut:

1. Air (sebagai larutan elektrolit)
2. Elektroda inert (sebagai komponen sel elektrolisis)
3. *Acrylic*
4. Kawat tembaga

3.4 Perancangan dan Pembuatan Alat

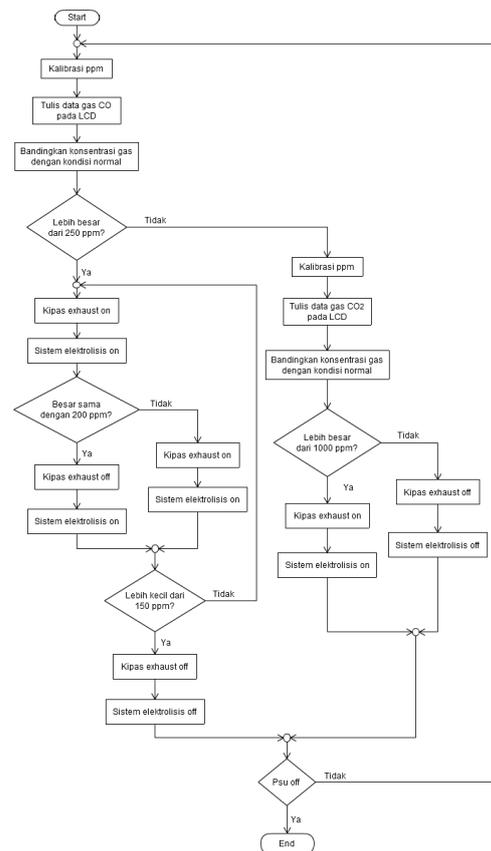
Desain dari alat yang dibuat merupakan gambaran dari alat secara keseluruhan. Dengan adanya desain ini,

maka, prinsip kerja dari alat serta komponen-komponen dari sistem yang digunakan akan dapat dilihat dengan jelas.



Gambar 3.2 Blok Diagram

Perancangan perangkat lunak adalah inti dari alat ini. Fungsi dari perangkat lunak ini sebagai pengendali untuk mengendalikan semua proses yang ada dalam seluruh sistem dan mengaturnya.



Gambar 3.3 Flowchart Program

3.5 Pengujian Alat

Setelah komponen dipasangkan ke PCB dan perangkat lunak telah selesai dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian dan hasilnya dianalisa untuk

masing-masing blok yang telah dibuat sehingga keakuratan dari sistem yang telah dirancang dapat diketahui.

Metode pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Menguji sistem pada tiap-tiap blok.
2. Menggabungkan sistem dari beberapa blok menjadi keseluruhan sistem
3. Mengadakan pengujian rangkaian secara keseluruhan
4. Mengevaluasi hasil pengujian keseluruhan sistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1 Pengujian Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 memang merupakan sensor yang memiliki kepekaan yang baik terhadap gas karbon monoksida dan hasil kalibrasinya pun cukup stabil. Dalam penggunaannya, sensor ini membutuhkan waktu kondisi kerja atau pemanasan dari alat pemanas (*heater*). Waktu pemanasan rata-rata yang diperlukan agar komponen sensitif dapat bekerja berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ditunjukkan pada Table 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Alat Pemanas (*Heater*) Sensor MQ-7

No. Pengujian	Waktu Pemanasan
Pengujian 1	152 detik
Pengujian 2	68 detik
Pengujian 3	60 detik
Pengujian 4	67 detik
Pengujian 5	65 detik
Waktu pemanasan rata-rata	82,4 detik

Sensor gas MQ-7 dengan DT-Sense modul sudah dilengkapi dengan ADC resolusi 10 bit dalam modulnya, sehingga data yang dikirimkan ke mikrokontroler ATmega8535 sudah dalam bentuk digital. Jika data yang dikirim dan diterima oleh mikrokontroler AVR ATmega8535 adalah 10 bit, maka nilai satuan ke *ppm*-nya dapat dicari dengan cara berikut:

- Konversi dari ADC ke PPM
10 bit = 0 – 1023
- Range deteksi sensor gas MQ-7
20 – 2000 ppm CO
- Linierisasi ADC ke *ppm*
 $(2000 - 20) / 1024 = \frac{1980}{1024} = 1,934 \text{ ppm}$

Jadi, didapatkan nilai 1 karakter ADC = 1,934 *ppm*

Berdasarkan grafik karakter sensitivitasnya, dapat diketahui nilai *Rs* nya, yaitu dengan menggunakan persamaan 4.1.

$$R_s = \left(\frac{V_c}{V_{RL}} - 1 \right) \times R_L \quad \dots (4.1)$$

Dalam hal ini,

Rs : Hambatan sensor MQ-7

Vc : Tegangan Sirkuit

VRL : Tegangan RL

RL : Hambatan beban

Pembahasan,

Diketahui: *Vc* = 5 V

$$R_L = 3,3 \Omega$$

$$V_{RL} = V_c \times R_L = 16,5 \text{ V}$$

Jadi,

$$R_s = \left(\frac{5}{16,5} - 1 \right) \times 3,3 = - 0,697 \times 3,3 = 2,3 \Omega$$

Untuk nilai *Ro* (resistansi sensor pada 100 ppm CO di udara) = 65% x

RH di suhu 20°C, sehingga nilai Ro:

$$R_o = \frac{65}{100} \times RH$$

... (4.2)

Dalam hal ini,

Ro : Hambatan sensor terhadap CO di udara

RH : Hambatan alat pemanas (*heater*)

Pembahasan,

Diketahui: RH = 33Ω

Sehingga,

$$R_o = \frac{65}{100} \times 33 = 21,45 \Omega$$

Jadi, nilai hambatan sensor MQ-7 terhadap 100 ppm gas CO di udara adalah sebesar 21,45 Ω.

Untuk mengetahui apakah kalibrasi sensor MQ-7 sudah benar atau sama dengan hasil kalibrasi alat ukur gas CO lainnya, maka perlu dibandingkan dengan alat ukur gas CO lainnya.



Gambar 4.1 Uji Kalibrasi dengan CO Meter

Berdasarkan perbandingan uji kalibrasi sensor MQ-7, telah membuktikan bahwa hasil pengukuran konsentrasi gas tidak jauh berbeda dengan CO meter. Hal ini pun membuktikan bahwa kalibrasi alat cukup valid, dengan perbedaan yang tidak terlalu besar, Jadi, sensor MQ-7 sudah cukup layak digunakan untuk

sistem pengurang bahaya gas polutan dalam ruangan.

4.1.2 Pengujian Sensor MG811

Berdasarkan pengujian, sensor MG811 memiliki kepekaan yang baik terhadap gas karbon dioksida dan hasil kalibrasinya pun cukup stabil. Sensor MG811 juga membutuhkan waktu kondisi kerja atau pemanasan dari alat pemanas (*heater*) dalam penggunaannya. Waktu pemanasan alat pemanas (*heater*) rata-rata yang diperlukan agar komponen sensitif dapat bekerja berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ditunjukkan pada Table 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Alat Pemanas (*Heater*) Sensor MG811

No. Pengujian	Waktu Pemanasan
Pengujian 1	224 detik
Pengujian 2	137 detik
Pengujian 3	116 detik
Pengujian 4	125 detik
Pengujian 5	122 detik
Waktu pemanasan rata-rata	144 detik

Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa semakin lama interval atau jarak penggunaan dari sensor, maka membutuhkan waktu pemanasan yang semakin lama pula (224 detik). Pengujian 1 dilakukan dalam rentang waktu sekitar dua hari dari percobaan sebelumnya. Sementara untuk percobaan 2 hingga percobaan 5 dilakukan dalam rentang waktu 60 menit. Dan dari percobaan ini, dapat diketahui bahwa waktu minimum pemanasan *heater* adalah 116 detik.

Data yang dikirim dan diterima oleh mikrokontroler AVR ATmega8535 adalah 10 bit, maka nilai satuan ke *ppm*-nya dapat dicari dengan cara berikut:

- Konversi dari ADC ke *ppm*
10 bit = 0 – 1023
- Range deteksi sensor gas MQ-7
350 – 10000 ppm karbon monoksida
- Linierisasi ADC ke *ppm*
$$(10000 - 350) / 1024 = \frac{9650}{1024}$$

$$= 9,424 \text{ ppm}$$

Jadi, didapatkan nilai 1 karakter ADC = 9,424 *ppm*

Berbeda dengan uji akurasi sensor gas CO, untuk sensor gas CO₂ kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pendeteksian sensor dengan hasil penelitian atau tulisan ilmiah.

Pada penelitian Endes Dahlan, staff Institut Pertanian Bogor (IPB), pada tahun 2011. Dituliskan bahwa pada lingkungan yang tidak tercemar, konsentrasi karbon dioksida rata-rata sekitar 0,035% atau 350 ppm. Berdasarkan pengukuran di kondisi normal, hasil pendeteksian sensor gas MG811 sudah menunjukkan nilai yang mendekati normal.



Gambar 4.2 Pengukuran Sensor MG811

Berdasarkan kurva karakteristik sensitivitasnya, sensor MG811 hanya peka terhadap CO₂. Dari hasil uji kalibrasi sensor MG811, telah membuktikan bahwa hasil pengukuran konsentrasi gas karbon dioksida tidak

jauh berbeda dengan hasil penelitian rata-rata konsentrasi CO₂ di udara dalam keadaan normal. Hal ini pun membuktikan bahwa kalibrasi alat cukup valid, dengan perbedaan yang tidak terlalu besar. Pada Gambar 4.2 ditampilkan hasil pengukuran gas CO₂ oleh sensor gas MG811 sekitar setengah jam dan hasil kalibrasi menunjukkan nilai yang mendekati dengan besar konsentrasi hasil penelitian (± 350 ppm).

4.3 Pengujian Sistem Elektrolisis

Sistem elektrolisis dengan sistem kendali *on – off*, sistem akan on atau aktif apabila konsentrasi gas polutan berada di ambang batas normal, yaitu 300 ppm. Sementara untuk kondisi *off*, sistem akan mati apabila konsentrasi telah mencapai batas aman, yaitu sebesar 150 ppm.



Gambar 4.3 Pengaktivasian Sistem Elektrolisis, Saat Paparan Gas CO Melebihi 300 ppm di LCD (Gambar A) dan Sistem Elektrolisis Aktif (Gambar B)

Pada pengujian sistem elektrolisis yang telah dilakukan, telah berhasil mengaktifkan sistem elektrolisis seperti apa yang dirancang. Sesuai teorinya, pada anoda menghasilkan oksigen. Oleh sebab itu, pada anoda diberi selang untuk menyalurkan oksigen ke dalam ruangan miniatur. Konsentrasi oksigen telah berhasil dialirkan ke dalam miniatur ini, buktinya adalah ketika oksigen mengisi ruangan konsentrasi gas polutan berkurang dan sensitivitas sensor berkurang. Hal ini dikarenakan sensitivitas sensor MQ-7 atau pun MG811 berdasarkan datasheet kinerjanya dipengaruhi oleh keberadaan

oksigen.

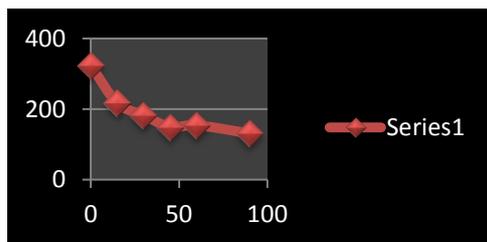
4.4 Pengujian Keseluruhan Prototipe

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem apabila mendeteksi keberadaan gas polutan CO, didapatkan data hasil pengujian seperti pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Prototipe Pengurang Bahaya Gas Polutan dalam Ruangan dengan Metode Elektrolisis terhadap Gas CO

Durasi Kerja Sistem	Interval	Konsentrasi (ppm)	Kondisi Sistem	
			Sistem Elektrolisis	Fan Exhaust
90 detik	0	323	on	on
	15	217	on	off
	30	182	on	off
	45	149	off	off
	60	154	on	off
	75	139	off	off
	90	124	off	off

Dari data hasil pengujian didapatkan grafik kinerja keseluruhan dari prototipe pengurang bahaya gas polutan dalam ruangan ini adalah seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Sensor MQ-7

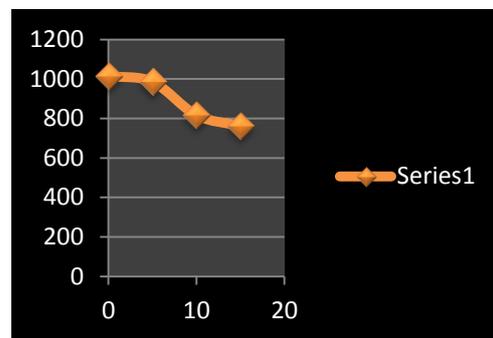
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem apabila mendeteksi keberadaan gas polutan CO₂, didapatkan data hasil pengujian seperti pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Prototipe Pengurang Bahaya Gas Polutan dalam Ruangan dengan Metode Elektrolisis terhadap Gas CO₂

Durasi Kerja	Interval	Konsentrasi (ppm)	Kondisi Sistem	
			Sistem	Fan
15 detik	0	1014	on	on
	5	986	off	off
	10	817	off	off
	15	762	off	off

Sistem			Elektrolisis	Exhaust
15 detik	0	1014	on	on
	5	986	off	off
	10	817	off	off
	15	762	off	off

Dari data hasil pengujian didapatkan grafik kinerja keseluruhan dari prototipe pengurang bahaya gas polutan dalam ruangan ini adalah seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Sensor MG811

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai rancang bangun prototipe pengurang bahaya gas polutan dalam ruangan dengan metode elektrolisis berbasis mikrokontroler dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara keseluruhan, prototipe yang dibangun dapat bekerja dan berfungsi sebagaimana yang direncanakan.
2. Sistem kerja sensor gas CO dan sensor gas CO₂ adalah sebagai berikut:
 - a. Sensor Gas CO
Sensor gas MQ-7 membutuhkan kondisi kerja atau pemanasan alat pemanas (*heater*) dengan waktu rata-rata sekitar 82 detik.

b. Sensor Gas CO₂

Sensor gas MG811 membutuhkan kondisi kerja atau pemanasan alat pemanas (*heater*) dengan waktu rata-rata sekitar 116 detik.

3. Sistem elektrolisis yang digunakan sebagai metode pengurang bahaya gas polutan dalam prototipe ini sudah dapat aktif (*on*) ketika sensor mendeteksi konsentrasi gas polutan di udara mencapai ambang batas, dan tidak aktif (*off*) kembali jika sensor gas sudah mendeteksi konsentrasi gas polutan dalam ruangan kembali rendah.

5.2 Saran

Pada perancangan dan pembuatan prototipe pengurang bahaya gas polutan dalam ruangan ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan dari sistem. Beberapa hal yang dapat dijadikan saran pada rancang-bangun prototipe ini adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dapat menggunakan sensor gas CO yang lebih tinggi *range* kalibrasinya.
2. Apabila diaplikasikan dalam ruangan yang sebenarnya, akan lebih baik jika menggunakan sensor lebih dari satu yang ditempatkan di beberapa titik, sehingga sistem dapat bekerja optimal.
3. Menggunakan sensor gas yang dapat mendeteksi gas jenis lainnya, misalnya gas amonia, sehingga sistem ini akan menjadi multifungsi.
4. Agar mengetahui jika sistem elektrolisis sudah menghasilkan oksigen, maka sebaiknya juga

menggunakan sensor yang dapat mendeteksi keberadaan oksigen.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hendri Saputra, dkk. 2012. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ambang Batas dan Pembersih Gas Karbon Monoksida (CO) Didalam Ruangan dengan Sensor TGS 2442 Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Gunadarma Jakarta*. Diterbitkan
- [2]. Lambertsen, C. J. 1971. *Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity*. IFEM Report No. 2-71. Environmental Biomedical Stress Data Center, Institute for Environmental Medicine, University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia.
- [3]. LBL .2012. Lawrence Barkeley National Laboratory - How Can Air Pollution Hurt My Health?, www.lbl.gov/Education/ELSI/Frames/pollution-health-effects-f.html. Diakses tanggal 3 Januari 2013
- [4]. Umami, R.M, 2010. Perancangan dan Pembuatan Alat Pengendali Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler AT89S8252. *Skripsi S-1 Universitas Islam Negeri Ibrahim Malang*. Diterbitkan
- [5]. Wardhana, Lingga. 2006. Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535 Simulasi Hardware, dan Aplikasi. Andi Office, Yogyakarta