

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Board Arduino Uno.....	6
Gambar 2.2 Kabel USB Board Arduino Uno .....	6
Gambar 2.3 Tampilan Framework Arduino UNO .....	10
Gambar 2.4 Sensor MQ-7.....	11
Gambar 2.5 Karakteristik sensitifitas MQ-7.....	12
Gambar 2.6 Konfigurasi MQ-7.....	13
Gambar 2.7 Konfigurasi Sensor Debu GP2Y1010AU0F .....	14
Gambar 2.8 Pin LCD 2x16.....	15
Gambar 2.9 Blok Diagram Logika Fuzzy .....	17
Sumber: [NUG-10:5].....	17
Gambar 2.10 Kurva Fungsi Keanggotaan Sigmoid .....	20
Gambar 2.11 Kurva Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	21
Gambar 2.12 Kurva Fungsi Keanggotaan Bell.....	22
Gambar 2.12 Kurva Fungsi Keanggotaan Gaussian .....	22
Gambar 2.13 Kurva Fungsi Keanggotaan Trapesium.....	23
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Monitoring Kualitas Udara Secara Umum.....	24
Gambar 3.2 Diagram Pengkabelan Keseluruhan Sistem.....	26
Gambar 3. 3 diagram alir cara kerja sistem .....	27
Gambar 3.4 Diagram Alir <i>Fuzzy logic</i> .....	28
Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan Sensor CO.....	30
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Sensor Debu .....	30
Gambar 3.7 Dua fuzzy sets hasil inference .....	32
Gambar 4.1 Kalibrasi Sensor MQ7.....	35
Gambar 4.2 Kalibrasi Sensor Debu.....	37
Gambar 4.3 Hasil Pembacaan Sensitivitas Sensor CO .....	38
Gambar 4.4 Hasil Perhitungan Pengujian .....	41

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Udara yang bersih merupakan kebutuhan manusia sebagai makhluk hidup. Dimana gas yang baik untuk pernafasan adalah Oksigen ( $O_2$ ). Tetapi banyak diantara kita tidak menyadari bahwa kandungan gas yang ada di lingkungan sekitar tidak hanya mengandung Oksigen saja. Ada banyak gas beracun yang tercampur di dalam udara. Sebut saja Karbon Monoksida, CFC,  $CH_4$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O$  dan gas CO. selain gas-gas yang telah disebutkan, terdapat pula debu yang menyebabkan penyakit gangguan pernapasan (ISPA). Kandungan berbahaya dan debu tidak dapat dilihat oleh mata sehingga sulit bagi masyarakat untuk mengantisipasi gangguan tersebut. Bahkan banyak diataranya mengaggap jika udara yang dihirup sudah bersih dan menyehatkan.

Dikarenakan permasalahan diatas, maka dalam tugas akhir ini akan dibuat sebuah alat yang dapat membantu manusia untuk mengetahui kadar gas yang mereka hirup setiap harinya. Alat ini menggunakan dua buah sensor untuk mewakili kandungan zat berbahaya pada lingkungan, yaitu sensor karbonmonoksida dan sensor debu. Data yang didapat dari kedua sensor akan diproses pada Arduino Uno dengan Algoritma Fuzzy Sugeno. Hasil keluaran dari kedua sensor yang merupakan nilai kandungan CO dan debu akan ditampilkan pada LCD. Kandungan CO yang berbahaya adalah diatas 250 ppm, sedangkan kandungan debu dikatakan bahaya jika volumenya dalam rata-rata 8 jam adalah  $0,15 \text{ mg}/m^3$

Pada tugas akhir ini, bab yang akan dianalisa adalah tentang seberapa akurat algoritma *fuzzy* bekerja pada alat pendeteksi polusi udara ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam perancangan dan implementasi dari tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem pendeteksi gas dan debu di kota Bandung dengan menggunakan sensor MQ7 dan sensor debu GP2Y1010AU0F?
2. Bagaimana mengintegrasikan antara sensor, Arduino dan LCD dengan logika Fuzzy Sugeno?
3. Bagaimana cara mengkalibrasi sensor MQ7 dan sensor debu GP2Y1010AU0F?
4. Bagaimana *Fuzzy* Sugeno mengolah data yang ada untuk menentukan keputusan?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dibuat suatu batasan-batasan dengan maksud memperjelas analisis yang dibutuhkan dalam rangka pemecahan masalah.

1. Sensor karbon monoksida yang digunakan adalah jenis MQ-7
2. Sensor debu yang digunakan adalah jenis GP2Y1010AU0F
3. Parameter yang diukur adalah kadar gas CO (dalam ppm) tanpa faktor kelembapan udara dan beberapa partikel seperti debu
4. Sistem menekankan pada sistem *monitoring* saja, tanpa *controlling* atau *feedback*.
5. Mikrokontroler menggunakan arduino uno.
6. Alat hanya dapat menampilkan hasil keluaran pada LCD.

## 1.4 Tujuan

Merancang sistem *monitoring* tingkat kualitas udara berbasis arduino dengan menggunakan sensor MQ7 dan sensor debu GP2Y1010 dan data ditampilkan pada LCD

## 1.5 Manfaat

Sistem ini dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas udara pada beberapa titik di Bandung. Dan juga sebagai indikator kualitas udara pada ruangan tertentu untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran udara.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk mengetahui teori-teori dasar dari aplikasi yang berkaitan dengan tugas akhir yang didapat antara lain dari buku referensi, internet dan diskusi.

2. Perancangan dan implementasi

Pada metode ini akan dilakukan perancangan *flow chart* sistem, *hardware* dan *software* yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini sesuai parameter yang ditentukan. Kemudian akan dibuat rangkaian sistem sesuai spesifikasi yang dibutuhkan.

3. Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem dengan cara mengkaji hasil yang dikeluarkan oleh mikrokontroler

4. Tahap Analisis Pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem dengan cara mengkaji hasil yang dikeluarkan oleh mikrokontroler.

5. Tahap Pembuatan Laporan

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan laporan tugas akhir dan pengumpulan dokumentasi dari apa yang telah dikerjakan.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Karbon Monoksida<sup>[11]</sup>

Karbon monoksida sangatlah beracun dan tidak berbau maupun berwarna. Ia merupakan sebab utama keracunan yang paling umum terjadi di beberapa negara. Paparan dengan karbon monoksida dapat mengakibatkan keracunan sistem saraf pusat dan jantung. Setelah keracunan, sering terjadi sekuelae yang berkepanjangan. Karbon monoksida juga memiliki efek-efek buruk bagi bayi dari wanita hamil. Gejala dari keracunan ringan meliputi sakit kepala dan mual-mual pada konsentrasi kurang dari 100 ppm. Konsentrasi serendah 667 ppm dapat menyebabkan 50% hemoglobin tubuh berubah menjadi karboksihemoglobin (HbCO). Karboksihemoglobin cukup stabil, namun perubahan ini reversibel. Karboksihemoglobin tidaklah efektif dalam menghantarkan oksigen, sehingga beberapa bagian tubuh tidak mendapatkan oksigen yang cukup. Sebagai akibatnya, paparan pada tingkat ini dapat membahayakan jiwa. Di Amerika Serikat, organisasi Administrasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja membatasi paparan di tempat kerja sebesar 50 ppm.

#### 2.2 Debu<sup>[12]</sup>

Secara alamiah debu dapat dihasilkan dari debu tanah kering yang terbawa oleh angin atau berasal dari letusan gunung berapi. Debu juga dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar mengandung senyawa karbon atau berasal dari penggunaan mesin diesel yang tidak terpelihara dengan baik.

Debu itu tidak hanya partikel – partikel kecil berterbangan yang dapat kita lihat ketika terkena sinar matahari, debu dibagi menjadi tiga menurut jenisnya :

- Debu Organik, debu ini berasal dari makhluk hidup seperti pada daun – daunan, abu, kapas, dan seterusnya.
- Debu Mineral, debu yang memiliki senyawa kompleks seperti batu arang, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>3</sub>.
- Debu Metal, merupakan debu yang mengandung senyawa logam seperti alumunium, besi, magnesium, dan seterusnya.

Sedangkan debu memiliki sifat sebagai berikut:

- Mengendap karena gaya gravitasi.
- Dapat basah ketika dilapisi air yang tipis.
- Dapat menggumpal ketika basah.

- Memiliki muatan, seperti pada partikel pada umumnya, sehingga dapat menarik partikel debu yang berbeda muatan dan menolak partikel debu yang memiliki muatan yang sama.

Ukuran debu juga dapat berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernapasan karena dapat mengganggu proses respirasi pada paru – paru. Berdasarkan ukuran tersebut debu dapat mencapai bagian tubuh di dalam paru – paru. Pada ukuran 5 – 10 mikrometer, debu akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian atas. Pada ukuran 3 – 5 mikrometer, debu akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian tengah, broncheolus/bronchus. Pada ukuran 1 – 3 mikrometer, debu dapat masuk hingga bagian alveoli. Pada ukuran 0.1 – 1 mikrometer, debu berdifusi mengikuti gerak brown keluar masuk bagian alveoli.

Jika debu telah lama tertimbun di dalam alveoli akan menyebabkan penyakit pernapasan yang disebut pneumoconiosis. Beberapa jenis penyakit pneumoconiosis adalah:

- Silicosis – Silicosis adalah pneumoconiosis yang disebabkan oleh debu kuarsa atau silca. Kondisi paru-paru ditandai dengan nodular fibrosis (parut pada jaringan paru-paru), mengakibatkan sesak napas. Silikosis adalah penyakit yang tidak bisa disembuhkan, bahkan tahapan lanjut bersifat progresif meskipun sudah tidak terpapar lagi.
- Paru Hitam – paru hitam adalah bentuk pneumokoniosis yang disebabkan oleh penumpukan debu batubara di dalam paru-paru yang membuat jaringan paru-paru menjadi gelap atau hitam. Penyakit ini juga bersifat progresif. Meskipun nama penyakit ini banyak dikenal sebagai penyakit paru hitam, namun nama resminya adalah pneumokoniosis pekerja batubara (Coal Worker’s Pneumoconiosis (CWP)).
- Asbestosis – Asbestosis adalah suatu bentuk pneumokoniosis yang disebabkan oleh serat asbes. Dan penyakit ini juga bersifat tidak bisa disembuhkan.

## 2.3 Uno Arduino

### 2.3.1 Definisi Uno Arduino

*Uno Arduino* adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 *digital input / output pin* (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer

dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.[5]

Board *Arduino Uno* memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut :

- 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan *Arduino* Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
- *Circuit Reset*



**Gambar 2.1 Board Arduino Uno**



**Gambar 2.2 Kabel USB Board Arduino Uno**

## Deskripsi Arduino UNO:

1.1	Mikrokontroler	1.2	Atmega328
1.3	Operasi Voltage	1.4	5V
1.5	Input Voltage	1.6	7-12 V (Rekomendasi)
1.7	Input Voltage	1.8	6-20 V (limits)
1.9	I/O	1.10	14 pin (6 pin untuk PWM)
1.11	Arus	1.12	50 Ma
1.13	Flash Memory	1.14	32KB
1.15	Bootloader	1.16	SRAM 2 KB
1.17	EEPROM	1.18	1 KB
1.19	Kecepatan	1.20	16 Mhz

Tabel 2.1 Deskripsi Arduino Uno

### 2.3.2 Catu Daya

*Uno Arduino* dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non- USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin Gnd dan Vin dari konektor *Power*. *Board* dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator onboard, atau diberikan oleh USB .
- 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.

- GND

### 2.3.3 Memory

ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk *loading file*. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM

### 2.3.4 Input & Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum

40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 K<sub>Ω</sub>. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt()` fungsi untuk rincian.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite()` fungsi.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu off.

Uno memiliki 6 *input analog*, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara default sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

- TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI
- Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
- Reset.

Lihat juga pemetaan antara pin Arduino dan ATmega328 port. Pemetaan untuk ATmega8, 168 dan 328 adalah identik.

### 2.3.5 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB

dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi inteface pada sistem.

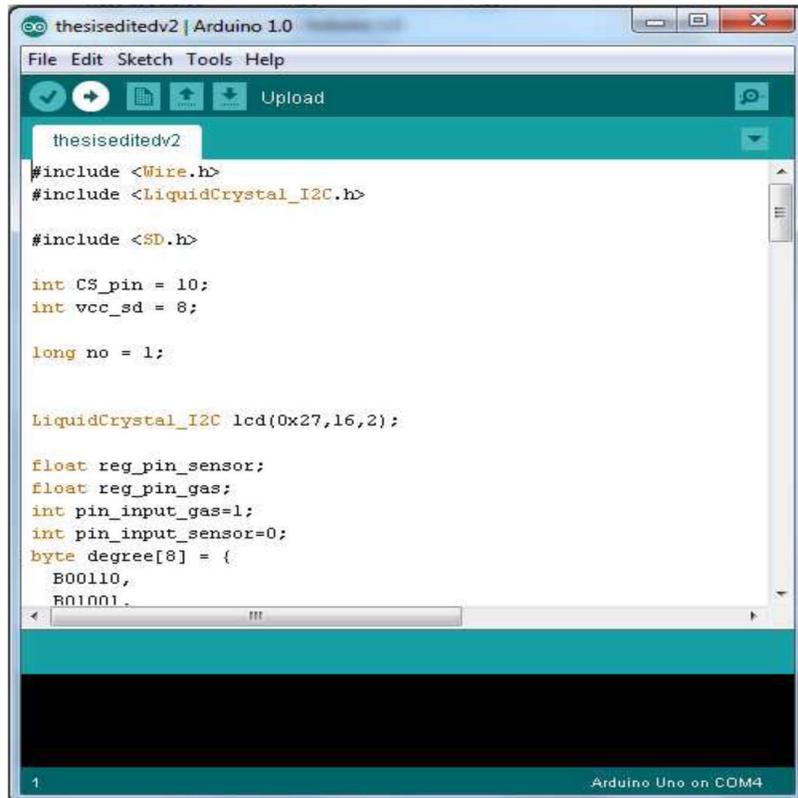
### 2.2.6 Programming

*Uno Arduino* dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Para ATmega328 pada *Uno Arduino* memiliki *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahas C.

Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau *programmer* DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau Anda dapat menggunakan header ISP dengan *programmer* eksternal.

### 2.3.7 Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Lingkungan *open-source Arduino* memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke *board Arduino*. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya.



Gambar 2.3 Tampilan Framework Arduino UNO

### 2.3.8 Otomatis Software Reset

Tombol reset *Uno Arduino* dirancang untuk menjalankan program yang tersimpan didalam mikrokontroller dari awal. Tombol reset terhubung ke Atmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah tombol reset ditekan cukup lama untuk me-reset chip, *software IDE* Arduino dapat juga berfungsi untuk meng-*upload* program dengan hanya menekan tombol *upload* di *software IDE* Arduino.

### 2.4 Sensor Gas MQ-7<sup>[4]</sup>

MQ 7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil. Fitur dari sensor gas MQ7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya heater : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian 5VDC, jarak pengukuran : 20 - 2000ppm untuk ampu mengukur gas karbon monoksida.



Gambar 2.4 Sensor MQ-7

#### Kondisi Standar Sensor Bekerja

- $V_C$ /(Tegangan Rangkaian) =  $5V \pm 0.1$
- $V_H$  (H)/ Tegangan Pemanas (Tinggi) =  $5V \pm 0.1$
- $V_H$  (L)/ Tegangan Pemanas (Rendah) =  $1.4V \pm 0.1$
- $R_L$ /Resistansi Beban Dapat disesuaikan
- $R_H$  Resistansi Pemanas =  $33\Omega \pm 5\%$
- $T_H$  (H) Waktu Pemanasan (Tinggi) =  $60 \pm 1$  seconds
- $T_H$  (L) Waktu Pemanasan (Rendah) =  $90 \pm 1$  seconds
- $P_H$  Konsumsi Pemanasan = Sekitar 350mW

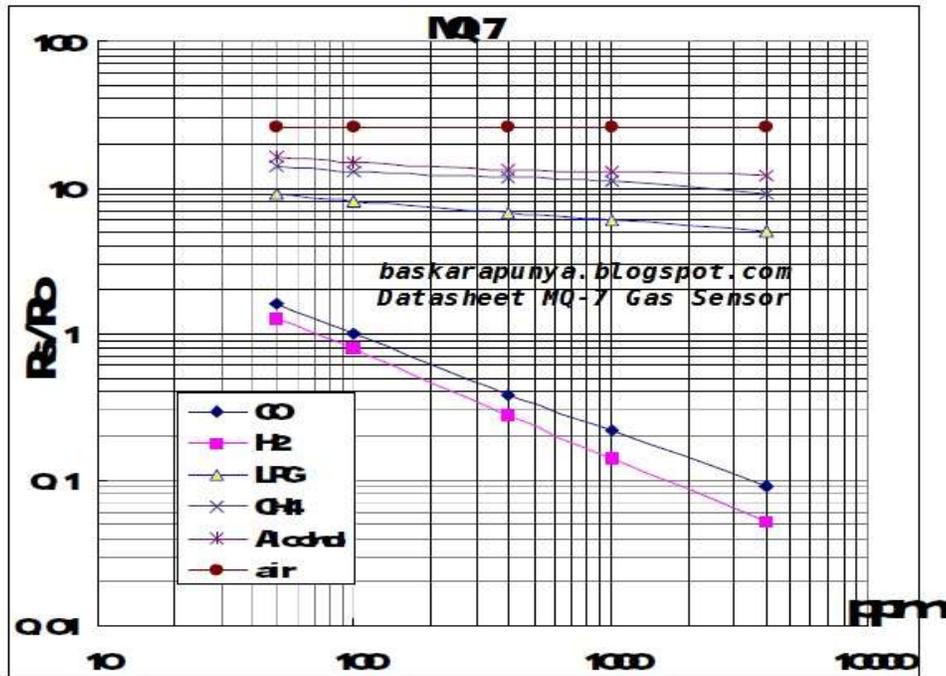
#### Kondisi Lingkungan

- $T_{ao}$ /Suhu Penggunaan =  $-20^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$
- $T_{as}$ /Suhu Penyimpanan =  $-20^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$
- $R_H$ /Kelembapan Relatif = kurang dari 95%RH
- $O_2$  Konsentrasi Oksigen = 21%(stand condition) (Konsentrasi Oksigen dapat mempengaruhi sensitivitas)

#### Karakteristik Sensitivitas:

- $R_s$ / Tahanan Permukaan Terhadap Tubuh = 2-20k pada 100ppm Carbon Monoxide(CO)
- $a(300/100\text{ppm})$ / Tingkat Konsentrasi Kemiringan = Kurang dari 0.5  $R_s(300\text{ppm})/R_s(100\text{ppm})$

- Standar Kondisi Bekerja = Temperature  $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  Kelembapan  $65\%\pm 5\%$  ,  
RL:  $10\text{k}\Omega\pm 5\%$ ,  $V_c: 5\text{V}\pm 0.1\text{V}$   $V_H: 5\text{V}\pm 0.1\text{V}$ ,  $V_L: 1.4\text{V}\pm 0.1\text{V}$
- Waktu Panaskan Tidak kurang dari 48 jam
- Jarak Deteksi: 20ppm-2000ppm carbon monoxide



Gambar 2.5 Karakteristik sensitifitas MQ-7

Menunjukkan karakteristik sensitivitas tipikal dari MQ-7 untuk beberapa gas.

- Suhu:  $20^{\circ}\text{C}$ , Kelembaban: 65%, O<sub>2</sub> konsentrasi 21%
- RL =  $10\text{k}\Omega$
- R<sub>0</sub>: resistansi sensor pada 100ppm udara bersih.
- R<sub>s</sub>: resistansi sensor pada berbagai konsentrasi gas

Struktur dan konfigurasi MQ-7 sensor gas ditunjukkan pada gambar.1 (Konfigurasi A atau B), sensor disusun oleh mikro AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tabung keramik, Tin Dioksida (SnO<sub>2</sub>) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 dari mereka yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan