

ANALISA RESPON DAN SENSITIFITAS ALAT DETEKSI KADAR POLUTAN KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA DENGAN SENSOR TGS 26

Linna Oktaviana Sari¹, Ery Safrianti², Rummi Sirait³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293, Indonesia.

³Jurusan Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

e-mail: linna.osari@gmail.com, erysafrianti@yahoo.co.id, rummi_sr@yahoo.com.

Abstract- Response and Sensitivity Analysis of Detector Pollutant CO Level in the Air with Sensor TGS 2600. Carbon monoxide is dangerous compound that can be spread to all places and difficult to detect its presence. Therefore, it's necessary to detect CO levels of pollutants in the air, so that if the levels are rising in the air, it can be done for anticipation. This research has been designed a tool that can detect and monitor CO levels of air pollutants, which consist of two parts, namely detector and interface. Detector consist CO sensor (TGS 2600), analog to digital converter, microcontroller, and RS 232 while for the interface created by using VB6.0 and to the database using MySQL, Detector detect any changes in the content of CO in air by using a CO sensor and Interface store data in a database, and are monitored by using a software application. On this study, sensitivity, responsiveness, ability to detect CO in the air has been tested. The results show that CO detector can detect and monitor levels of CO in the air, where decline in levels of CO are detected by sensors from 1.11 to 4.67 ppm for the 2 ° C rise in temperature, and sensors detect levels of CO with sensitivity of 0.7%.

Key Words: Carbon Monoxide, Response, Sensitivity, Sensor, TGS2600.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kualitas lingkungan yang sehat baik itu udara maupun air sudah merupakan bagian pokok di bidang kesehatan. Setiap makhluk hidup membutuhkan udara untuk mendukung kehidupannya secara optimal, oleh karena itu udara sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya. Pada dewasa ini pencemaran terhadap udara semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 23 Tahun 1997 Pasal 1 Ayat 3, polusi/pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain kedalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan dari kegiatan proses alam, sehingga kualitas turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi secara optimal. Pencemaran lingkungan mencakup lingkup yang sangat luas, termasuk pencemaran udara didalamnya. Sedangkan pencemaran udara itu sendiri dapat didefinisikan dengan masuknya, atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan.

Berbagai sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain generator dalam gedung, kompressor, pengelasan, pompa yang dijalankan dengan mesin bensin, perumahan, transportasi berbahan bakar bensin, perkantoran, dan industri. Berbagai kegiatan tersebut merupakan sumber terbesar dari

pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Semua kegiatan tersebut berdampak kepada pencemaran udara dan menyebabkan penurunan kualitas udara, yang akhirnya berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Berdasarkan hasil pemantauan Kementerian Lingkungan Hidup melalui Air *Quality Monitoring Station*(AQMS)[1], dari sepuluh kota besar di Indonesia, enam diantaranya yaitu Jakarta, Surabaya, Bandung, Medan, Jambi serta Pekanbaru hanya memiliki udara berkategori baik selama 22 hari sampai 62 hari dalam setahun atau tidak lebih 17 persen. Jenis parameter pencemar udara berdasarkan pada baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999, yaitu meliputi : Sulfur dioksida (SO₂), Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), Oksidan (O₃), Hidro karbon (HC), PM₁₀, PM_{2,5}, TSP, Pb (Timah Hitam), Dustfall. Ada lima jenis polutan di udara, yaitu partikulat dengan diameter kurang dari 10 µm (PM₁₀), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO) dan timbale[2].

Ada dua bentuk emisi dari dua unsur atau senyawa pencemar udara, yaitu: Pertama, Pencemar Udara Primer (*Primary Air Pollution*), yaitu emisi unsur-unsur pencemar udara langsung ke atmosfer dari sumber-sumber diam maupun bergerak. Pencemar udara primer ini mempunyai waktu paruh di atmosfer tinggi pula, misalnya: CO, CO₂, SO₂, NO₂, CFC, Cl₂, dan partikel debu.; Kedua, Pencemar Udara, Sekunder (*Secondary Air Pollution*), yaitu emisi pencemar udara dari hasil proses fisika-kimia di atmosfer dalam bentuk fotokimia (*photochemistry*) yang umumnya bersifat reaktif dan mengalami

transformasi fisika-kimia menjadi unsur dan senyawa. Bentuknya berubah dari saat diemisikan hingga setelah ada di atmosfer, misalnya: ozon (O_3), aldehida dan hujan asam [3].

Karbon monoksida (CO) merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Karbon monoksida dapat dihasilkan dari rokok, kendaraan berbahan bakar bensin, kompresor, generator, pemanas ruangan dan lain-lain. Karbon Monoksida mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin, dan dapat mengakibatkan kematian tanpa suatu peringatan.

Menurut Wardhana, pembentukan CO melalui proses : Pertama, Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stoikiometris, jika reaksi berlanjut, maka akan menjadi reaksi stoikiometri, yang tidak menghasilkan gas CO; Kedua, Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara CO_2 dengan C menghasilkan gas CO, Reaksi karbon dioksida dengan *carbon* pada suhu tinggi akan menghasilkan dua molekul *carbon monoksida (CO)*; Ketiga, Pada suhu tinggi, karbon dioksida (CO_2) akan terurai menjadi CO [4].

Menurut Fadias, CO pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian, jika konsentrasi CO relatif rendah (100 ppm) atau kurang juga dapat mengganggu kesehatan. Pengaruh racun CO terhadap tubuh terjadi karena reaksi CO dengan Hb (Haemoglobin) dapat membentuk persenyawaan CoHb (*Carboksi Haemoglobin*) daripada membentuk ikatan HbO_2 (*Oksihaemoglobin*), dan afinitas CO terhadap Hb 200 kali lebih tinggi dari afinitas O_2 terhadap Hb, jadi apabila dalam suatu keadaan udara tercemar Hb akan lebih cenderung mengikat CO daripada O_2 . Beberapa Individu juga dapat terpajan oleh CO karena lingkungan kerjanya. Sekelompok masyarakat yang paling terpajan oleh CO termasuk diantaranya, tukang pakir, pekerja bengkel mobil, petugas industri logam, industri bahan bakar bensin, industri gas kimia dan pemadam kebakaran. Karbon monoksida berbentuk gas maka ia dapat menyebar ke segala tempat, walaupun tempat tersebut tidak dihidupkan rokok atau kendaraan bermotor dan karena sifatnya yang tidak dapat dirasakan maka sulit bagi seseorang untuk mengetahui keberadaannya [5].

Mengenai dampak buruk yang diakibatkan oleh CO dan sifatnya yang tidak mudah dideteksi, maka diperlukan alat yang dapat mendeteksi dan memonitor kadar CO diudara, sehingga dapat diketahui berapa besar kadar CO yang terdapat pada udara tersebut, dengan begitu jika terjadi

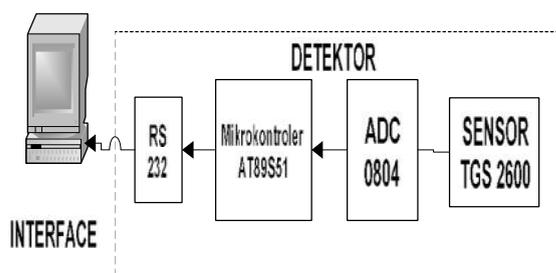
peningkatan kadar CO yang dapat mengganggu kesehatan dapat segera dilakukan tindakan antisipasi.

Untuk mendeteksi kadar CO pada udara dapat digunakan sensor TGS 2600. Sensor TGS 2600 memiliki kemampuan mendeteksi udara yang terkontaminasi hidrogen dan karbon monoksida. Sensor ini mempunyai nilai resistansi Rs yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (heater) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar.

Pada penelitian ini telah dihasilkan alat yang dapat mendeteksi kadar polutan CO di udara dengan menggunakan sensor TGS 2600. Sistem deteksi CO ini telah dianalisa respon dan sensitifitasnya dalam mendeteksi kadar CO diudara. Sehingga dapat diketahui keakuratan dari kadar CO yang terdeteksi diudara.

II. METODE PENELITIAN

Sistem alat deteksi kadar karbon monoksida yang di buat ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian detektor dan bagian *interface*. Blok diagram dari perancangan alat pendeteksi dan monitoring kadar CO dapat terlihat dari gambar 1, setiap blok mempunyai masing-masing fungsi yang saling terkait satu dengan yang lainnya sehingga membentuk suatu sistem, pada sistem ini terbagi menjadi dua bagian yaitu detektor dan *interface (software)*, bagian detektor berfungsi untuk mendeteksi kadar karbon monoksida di udara dan mengkonversikan data tersebut ke dalam satuan ppm lalu mengirimkan data tersebut ke komputer untuk disimpan ke dalam *database* dan bagian *interface* digunakan untuk penghubung antara user dengan dengan sistem.



Gambar 1. Diagram blok system Deteksi Karbon Monoksida (CO)

Bagian detektor dari diagram blok tersebut terdiri dari , yaitu

1. Sensor CO (TGS 2600)

Pada sistem ini sensor TGS 2600 berfungsi untuk mendeteksi kandungan karbon monoksida. Sensor TGS 2600 merupakan sebuah sensor pendeteksi karbon monoksida (CO), dengan ditambah rangkaian standarnya sensor ini dapat mengeluarkan data-data dalam bentuk analog

sesuai perubahan kadar karbon monoksida yang terdeteksi. Rangkaian lengkap dari sensor TGS 2600 seperti pada Gambar 2 [6].

Tegangan (V_c) digunakan memberi energi elemen sensor yang mempunyai hambatan (R_s) antara dua elektroda sensor dan terhubung secara serial dengan resistor (R_L). Sinyal sensor diukur secara tidak langsung melalui perubahan tegangan yang melewati hambatan R_L . Nilai R_s diperoleh dari Pers. (1) berikut:

$$(1)$$

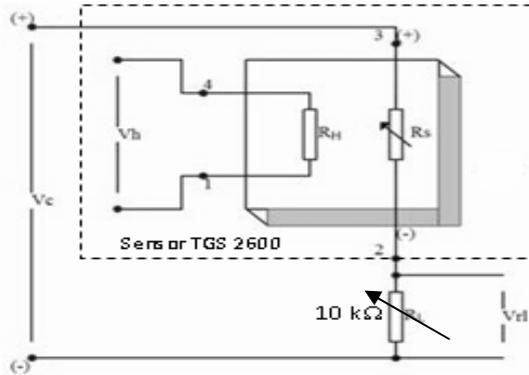
Dalam hal ini :

R_L = Hambatan antara kedua elektroda pada sensor (Ohm)

V_c = Tegangan rangkaian (Volt)

V_{RL} = Tegangan keluaran (Volt)

R_s = Hambatan variabel sensor (Ohm).

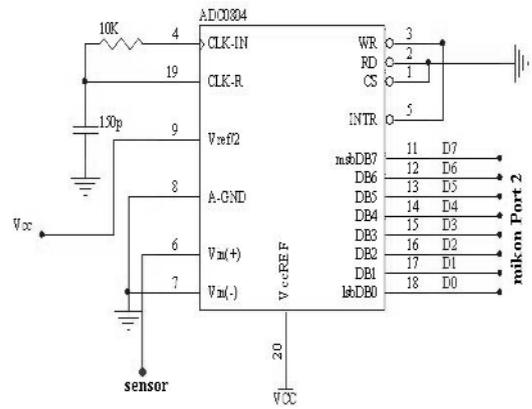


Gambar 2. Rangkaian sensor TGS 2600

ini mempunyai nilai hambatan R_s yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Tegangan pada hambatan R_L diambil sebagai masukan untuk mikrokontroler. Nilai hambatan R_L dipilih agar konsumsi daya 15 mW, yaitu berkisar 10Kohm sampai 90 Kohm sesuai spesifikasi TGS2600.

2. ADC0804

ADC0804 merupakan sebuah komponen yang berfungsi merubah data analog menjadi data digital (*Analog to Digital Converter*). ADC0804 mempunyai lebar data 8 bit maka format data maksimal adalah 256, ADC 0804 mempunyai tegangan referensi pada pin 9, tegangan tersebut digunakan sebagai acuan dalam konversi bit/Volt, output ADC 0804 terdapat pada pin 11 sampai dengan pin18, untuk lebih jelas mengenai rangkaian ADC 0804 dapat dilihat pada gambar 3 [7].



Gambar 3. Rangkaian ADC 0804.

3. Mikrokontroler(AT89S51)

Mikrokontroler AT89S51 merupakan sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol pada bagian detektor dari sistem ini. Dengan cara memrogramnya maka mikrokontroler dapat berfungsi seperti apa yang diinginkan, mikrokontroler sendiri memiliki rangkaian dasar agar dapat di gunakan. Untuk lebih jelasnya rangkaian lengkap dari mikrokontroler AT89S51 diperlihatkan pada Gambar 4 [8].

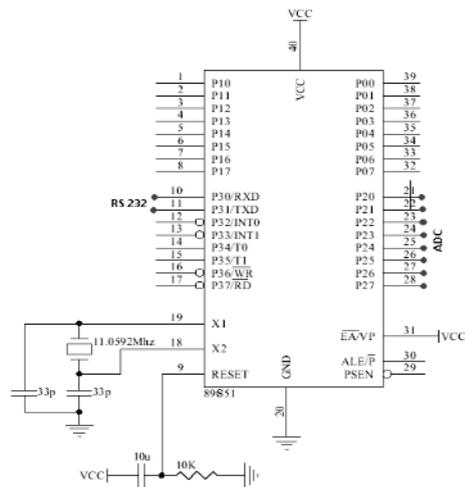
Untuk kebutuhan *clock* mikrokontroler menggunakan sebuah kristal dengan nilai 11.0592 MHz dimana nilai ini akan menentukan frekuensi pencacahan mikrokontroler, itu berarti nilai dari kristal akan menentukan kecepatan proses pada mikrokontroler.

Untuk membuat bekerja dari awal maka dibuat suatu rangkaian *power on reset* yang akan mereset alat dengan cara menekan *switch* sesaat. Rangkaian ini dibentuk oleh $C = 10 \mu\text{F}$ dan $R = 10 \text{k}\Omega$ prinsip kerjanya adalah proses pengisian dan pengosongan $C=10 \mu\text{F}$ sehingga menghasilkan suatu keadaan transisi dari logika rendah ke logika tinggi sesuai yang dibutuhkan oleh pin *reset* mikrokontroler

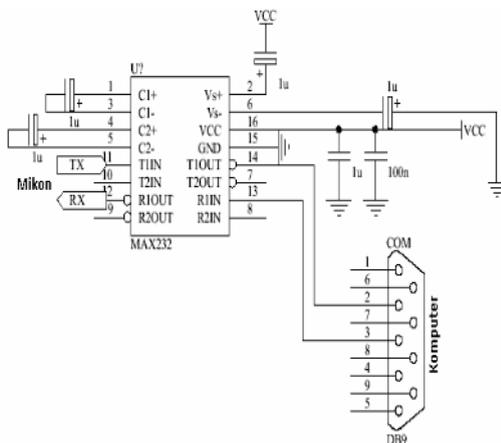
Untuk membuat bekerja dari awal maka dibuat suatu rangkaian *power on reset* yang akan mereset alat dengan cara menekan *switch* sesaat. Rangkaian ini dibentuk oleh $C = 10 \mu\text{F}$ dan $R = 10 \text{k}\Omega$ prinsip kerjanya adalah proses pengisian dan pengosongan $C = 10 \mu\text{F}$ sehingga menghasilkan suatu keadaan transisi dari logika rendah ke logika tinggi sesuai yang dibutuhkan oleh pin *reset* mikrokontroler.

4. RS 232

RS 232 digunakan untuk proses pengiriman data secara serial. Pada gambar 5 terdapat rangkaian RS 232. Rangkaian ini menggunakan ICL 232 yang berfungsi sebagai *interface* yang cocok untuk RS-232 [9]



Gambar 4. Rangkaian mikrokontroler AT89S51.



Gambar 4. Rangkaian mikrokontroler AT89S51

IC ini menggunakan tegangan + 5V dari power supply. IC dapat merubah level RS 232 menjadi level TTL (atau sebaliknya) yaitu dari tegangan $\pm 12V$ menjadi + 5V.

Sedangkan bagian *interface* dari blok diagram berupa komputer. Komputer disini berfungsi sebagai *interface* antara *user* dengan sistem dan berfungsi juga untuk menyimpan data-data yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Bagian *interface* merupakan aplikasi dengan menggunakan VB6.0 dan untuk bagian *database* menggunakan MySQL 5.2.

Cara kerja dari sistem monitoring ini adalah sebagai berikut :

1. Sensor CO mendeteksi setiap perubahan-perubahan kadar karbon monoksida di udara. Perubahan kadar karbon monoksida tersebut diubah oleh sensor menjadi data dalam bentuk analog.
2. Dengan menggunakan ADC, data tersebut diubah menjadi data digital, sehingga dapat di proses pada mikrokontroler.
3. Setelah diubah menjadi data digital barulah data tersebut diproses pada mikrokontroler

dan diteruskan ke komputer secara serial dengan menggunakan RS 232.

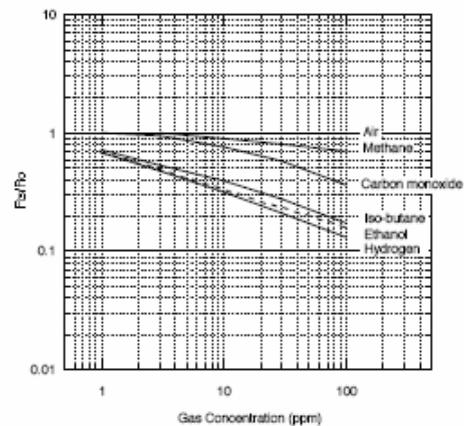
4. Pada komputer, data tersebut disimpan pada *database*, dan ditampilkan pada aplikasi dalam bentuk tabel atau grafik.

Pada rancang bangun alat ini dilakukan pengujian-pengujian berikut :

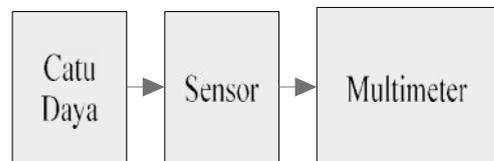
1. Pengujian sensitifitas sensor
Tujuan pengujian sensitifitas sensor adalah untuk mengetahui sensitifitas yang dinyatakan dalam presentase simpangan tegangan keluaran sensor TGS 2600. Hal ini dapat dilakukan dengan membandingkan perhitungan menurut teori dan menurut pengukuran, adapun sebagai pembandingnya diperlukan grafik sensitifitas sensor TGS 2600, seperti gambar 6. Prosedur pengujian sebagai berikut :

- Menyusun rangkaian seperti gambar 7.
- Menghubungkan catu daya ke sensor
- Memberi tegangan masukan sebesar 5V
- Memberikan hambatan R_L sebesar 10Kohm
- Memberikan sumber CO
- Mengukur tegangan keluaran sensor dengan multimeter digital;
- Mencatat hasil pengujian kedalam tabel.
- Membandingkan perhitungan menurut teori dan menurut pengukuran.

Sensitivity Characteristics:



Gambar 6. Grafik karakteristik sensitifitas sensor TGS 2600 [6]



Gambar 7. Rangkaian pengujian sensor.

2. Pengujian respon sensor
Tujuan pengujian adalah untuk melihat respon sensor terhadap perubahan temperatur. Pengujian dilakukan dengan memasukkan asap rokok satu

kali sebagai sumber Karbon monoksida ke dalam kotak pengujian untuk mendapatkan suatu kondisi konsentrasi gas CO tetap, kemudian dilakukan pemanasan agar terjadi perubahan temperatur. Pengujian dimulai dari temperature 30 °C sampai 36 °C.

3. Pengujian sistem

Tujuan pengujian adalah untuk menguji bahwa kadar karbon monoksida dapat dideteksi oleh detektor dan dapat dimonitor pada aplikasi *interface*. Prosedur pengujian dilakukan sebagai berikut :

- Hubungkan *interface* dengan detektor menggunakan RS 232 seperti gambar 1.
- Jalankan aplikasi sistem monitoring pada *interface*.
- Lakukan koneksi bagian *interface* dengan bagian detektor melalui aplikasi .
- Setelah terkoneksi, buka *chart monitoring* pada aplikasi.
- Amati kadar CO melalui *chart monitoring*

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian-pengujian yang telah dilakukan, maka hasil dan pembahasan dari pengujian-pengujian tersebut sebagai berikut :

3.1 Hasil dan pembahasan pengujian

sensitifitas sensor.

Dengan melakukan pengujian sensitifitas sensor, maka diperoleh hasil perhitungan V_{RL} berdasarkan grafik sensitifitas sensor pada gambar 6 dan Pers. (1). Nilai V_{RL} dihitung untuk kadar CO yang berbeda seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan V_{RL} berdasarkan

grafik sensitifitas sensor.

No	Kadar CO(ppm)	Rs/Ro	Rs	Ro	VRL
1	1	1	32.44	32.44	1.178
2	5	0.86	27.89	32.44	1.319
3	10	0.75	24.33	32.44	1.456
4	20	0.65	21.08	32.44	1.606

Pada tabel 2, V_{RL} hasil perhitungan dibandingkan dengan V_{RL} hasil pengukuran. Setelah dibandingkan, presentase simpangan V_{RL} dihitung dengan menggunakan Pers. (2) dan

simpangan rata-rata V_{RL} dengan menggunakan Pers. (3).

Tabel 2. Perbandingan V_{RL} hasil perhitungan dengan pengukuran

No	Kadar CO (ppm)	V_{RL} (Volt)		S (%)
		A	B	
1	1	1.178	1.184	0.6
2	5	1.319	1.324	0.5
3	10	1.456	1.464	0.8
4	20	1.606	1.615	0.9
Jumlah Simpangan				2.8

Ket:

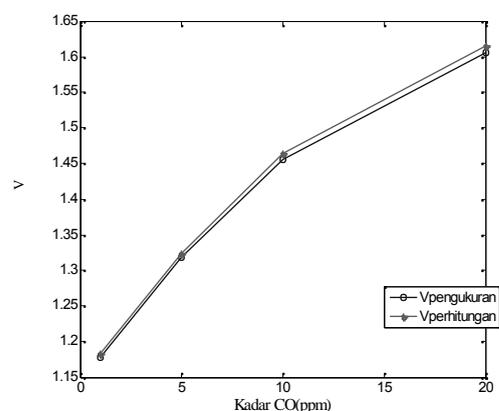
A = Perhitungan

B = Pengukuran

S = Simpangan

$$\text{Simpangan rata-rata} = \frac{\sum \text{simpangan}}{\text{jumlah data}} \quad (2)$$

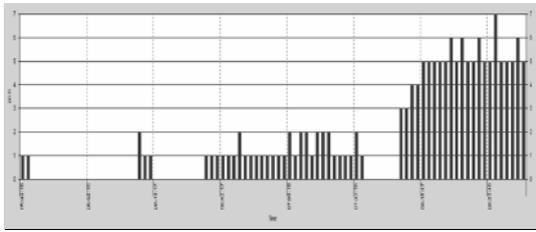
$$\text{Simpangan rata-rata} = \frac{2.8}{4} = 0.7\% \quad (3)$$



Gambar 8. Grafik V_{RL} terhadap Kadar CO.

Dari hasil perhitungan menggunakan Pers. (2), simpangan rata-rata yang diperoleh sebesar 0.7%, menunjukkan kesalahan pengukuran yang kecil dan sensor yang sensitif dalam pengukuran. Pada gambar 8, grafik menunjukkan bahwa semakin meningkat kadar CO, maka semakin meningkat juga besar tegangan V_{RL} .

3.2 Hasil dan pembahasan pengujian respon sensor.



Gambar 9. Sampel hasil *chart monitoring* kadar CO terhadap waktu pada aplikasi *interface*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor TGS 2600 dipengaruhi oleh temperatur dalam mendeteksi kadar CO, terjadi penurunan kadar CO yang dideteksi sebesar 1.11 - 4.67 ppm untuk kenaikan 2 °C.
2. Sensor TGS 2600 sensitif dalam mendeteksi kadar CO, ditunjukkan dari kesalahan pengukuran sebesar 0.7 %.
3. Semakin meningkat kadar CO yang dideteksi, maka semakin meningkat tegangan tegangan V_{RL} pada sensor.

Kadar CO diudara dapat dideteksi oleh alat deteksi yang menggunakan sensor TGS 2600..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saputro, S. *Studi Kondisi Kimiawi Penyebab PB, Debu dan Kebisingan di Kota Jakarta*, available at <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/9208862891.pdf>, 2008
- [2] Cooper and Aley. *Air Pollution Control , Design Approach*,1994.
- [3] Purnomohadi, S. 1995. Peran Ruang Terbuka Hijau Dalam Pengendalian Kualitas Udara di DKI Jakarta. Disertasi. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.
- [4] Wardhana, Dampak Pencemaran Lingkungan, 2001
- [5] Fardiaz. *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta, 1992.
- [6] Figaro USA, Inc. *TGS 2600-for the detection of Solvent Vapors*. Illinos. Available at : <http://www.figarosensor.com/products/general.pdf,2010>
- [7] Noverta,E. *ADC 0804*, available at <http://novertaefendist.wordpress.com/2009/01/05/adc-0804>, 2010.
- [8] Atmel, 8 bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash. San Jose

Atmel Corporation.available at : http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/docs2487.pdf, 2010.

- [1] Avinash, *RS232 Communication*. Available at : <http://extremeelectronics.co.in/avr-tutorials/rs232-communication-the-level-conversion/>