

PURWARUPA PEMANTAU GAS HIDROGEN SULFIDA DALAM RUANG INDUSTRI KIMIA

Ziayurrohman Alladany, Muhammad Arrofiq¹

¹ Program Diploma Teknik Elektro, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV Yogyakarta, 55281, Telp 0274 561111
Email: rofiq@ugm.ac.id

Abstrak

Keselamatan dan Kesehatan Kerja merupakan bagian penting dalam pelaksanaan setiap pekerjaan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja dan lingkungan kerja. Kondisi lingkungan kerja yang mengandung bahan-bahan berbahaya bagi manusia dengan konsentrasi di atas ambang yang diperbolehkan sangat perlu untuk diketahui. Lingkungan kerja yang mengandung bahan gas beracun sebagai contoh gas hidrogen sulfida (H₂S) dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan iritasi mata. Pada konsentrasi yang lebih tinggi akan dapat menimbulkan gangguan pernafasan. Oleh karena itu diperlukan sebuah piranti yang dapat mengukur konsentrasi gas hidrogen sulfida dan dapat memberikan isyarat yang terkait dengan konsentrasi gas tersebut kepada para pekerja. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor gas hidrogen sulfida dengan seri MQ-136. Sensor tersebut merupakan salah satu jenis sensor gas hidrogen sulfida yang mampu mendeteksi gas mulai konsentrasi 10 ppm sampai dengan 200 ppm. Seluruh pirani sistem dikendalikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah isyarat yang dihasilkan sensor kemudian mengubah informasi tersebut menjadi informasi nilai konsentrasi gas yang dideteksi, menampilkannya dan kemudian memberikan isyarat kepada pekerja di sekitar dengan mengaktifkan lampu dan buzzer jika nilai konsentrasi gas mencapai konsentrasi yang mulai membahayakan bagi manusia. Sistem yang telah dibangun telah diuji di Balai Hiperkes. Pengujian dilakukan mulai konsentrasi gas 10 – 100 ppm. Pada pengujian dengan konsentrasi mulai dari 10 – 20 ppm selisih yang terjadi maksimal 7,3 %, sedangkan pada jangkah 30 – 100 ppm selisih maksimal 1,73%

Kata kunci: Hidrogen sulfida; mikrokontroler

Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pekerjaan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja dan lingkungan kerja. Kondisi keadaan lingkungan kerja yang mengandung bahan-bahan berbahaya bagi manusia dalam konsentrasi di atas ambang yang diperbolehkan sangat perlu untuk diketahui. Lingkungan kerja yang mengandung bahan gas beracun sebagai contoh gas *hidrogen sulfida* (H₂S) dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan iritasi mata. Contoh lingkungan kerja yang mengandung unsur gas H₂S antara lain proses produksi minyak dan proses kimia. Dalam konsentrasi yang lebih tinggi akan dapat menimbulkan gangguan pernafasan. Efek fisik gas H₂S terhadap pekerja tergantung dari beberapa faktor antara lain lamanya pekerja berada di lingkungan paparan gas, frekuensi pekerja terpapar, besarnya konsentrasi gas dan daya tahan pekerja terhadap paparan gas (Elnusa, 2013). Tabel 1 menunjukkan efek pada manusia terhadap paparan konsentrasi H₂S. Berdasarkan keadaan tersebut, untuk lingkungan kerja yang berpotensi terhadap paparan gas H₂S memerlukan sistem yang mampu mendeteksi, mengukur, memberikan informasi potensi membahayakan serta dapat menyediakan mekanisme pengeluaran gas tersebut ke luar lingkungan kerja. Keberadaan gas-gas tertentu dapat dideteksi dengan mudah menggunakan salah satu panca indera manusia, namun konsentrasi gas tersebut tidak dapat dibedakan dengan mudah. Untuk mengetahui konsentrasi gas tersedut diperlukan instrumen yang dapat mengukur, memberikan informasi konsentrasi gas yang diukur serta dapat memberikan isyarat tingkat potensi bahaya bagi manusia.

Studi Pustaka

Pemanfaatan komputer sebagai pengolah utama pemantauan kadar gas H₂S telah berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan instrumen virtual (Wenlian Li, 2008). Pengembangan selanjutnya, pemantauan dilakukan secara *remote* terhadap 3 gas berbahaya yaitu NH₃, H₂S dan CO₂ berbasis mikrokontroler dan telah diimplementasikan pada industri peternakan ayam (Li-lihu, 2010). Peningkatan pemanfaatan media komunikasi antara unit sensor dengan unit pemroses utama pada *remote monitoring* terhadap gas-gas berbahaya telah berhasil

direalisasikan melalui jaringan *Industrial Ethernet* (Dong Wenjie, 2011). Penelitian yang dilaksanakan memiliki tujuan untuk merealisasikan purwarupa pemantau gas H₂S pada industri kimia berbasis mikrokontroler serta dapat memberikan isyarat kepada orang di sekitar akan tingkat konsentrasi H₂S melalui lampu penunjuk dan *buzzer* serta pengaktifan *exhaust fan*.

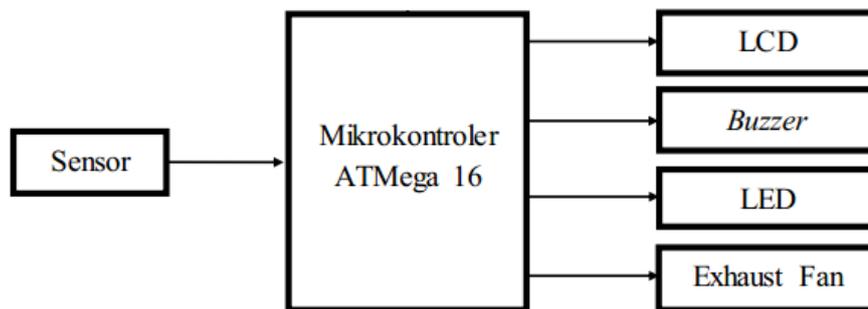
Tabel 1. Tingkat konsentrasi H₂S dan efeknya pada manusia

Tingkat H ₂ S (ppm)	Efek pada Manusia
0,13	Tercium bau kadang-kadang
4,6	Mudah terdeteksi karena bau mulai tercium
10	Mulai iritasi pada mata dan mata mulai berair
27	Bau sangat menyengat dan mengganggu
100	Batuk-batuk, iritasi mata dan indera pencium tidak berfungsi lagi
200-300	Pembengkakan mata dan rasa kering di tenggorokan
500 - 700	Hilang kesadaran dan mematikan dalam waktu 1 jam
>700	Hilang kesadaran dengan cepat dan berlanjut kematian

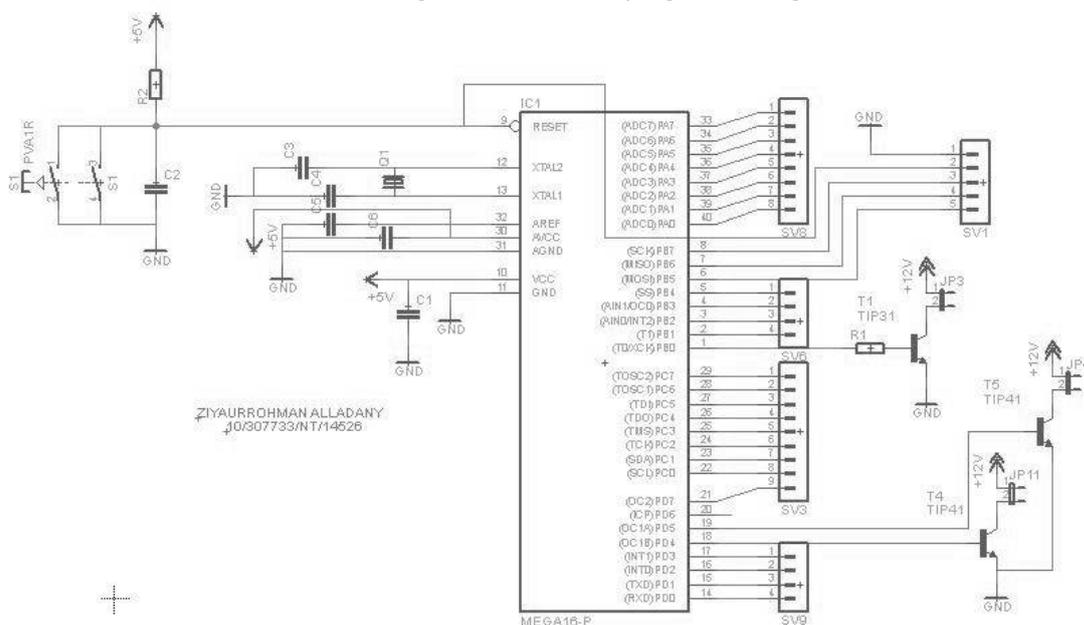
Sumber : <http://www.bencana-kesehatan.net/>

Metodologi

Purwarupa yang dikembangkan memiliki susunan diagram kotak seperti ditunjukkan Gambar 1. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler seri ATMega16 sebagai inti pengendalian, sensor gas H₂S sebagai piranti masukan, LCD, *buzzer*, lampu penunjuk serta *exhaust fan* sebagai piranti keluaran. Sistem mikrokontroler yang digunakan memiliki skema rangkaian yang ditunjukkan Gambar 2. Untuk memanfaatkan mikrokontroler tersebut hanya memerlukan sedikit komponen tambahan, yaitu sistem reset, pembangkit detak luar dengan kristal dan penggerak piranti keluaran dalam hal ini memanfaatkan transistor sebagai saklar untuk mengendalikan *buzzer*, LED dan *exhaust fan*.

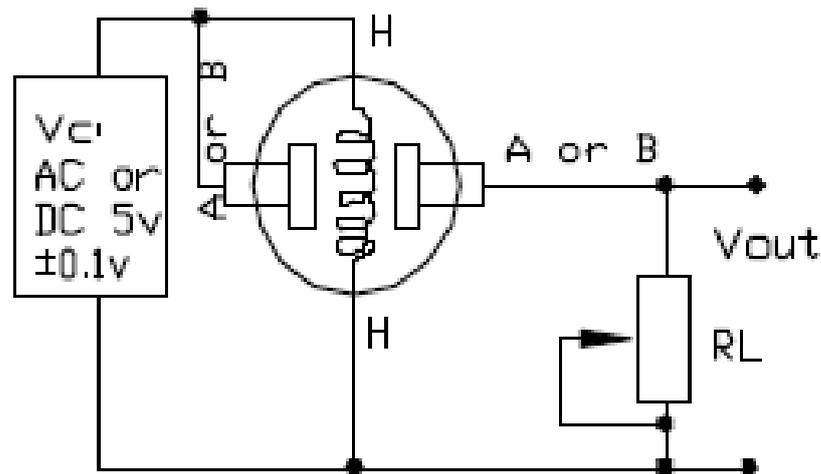


Gambar 1. Diagram kotak sistem yang dikembangkan

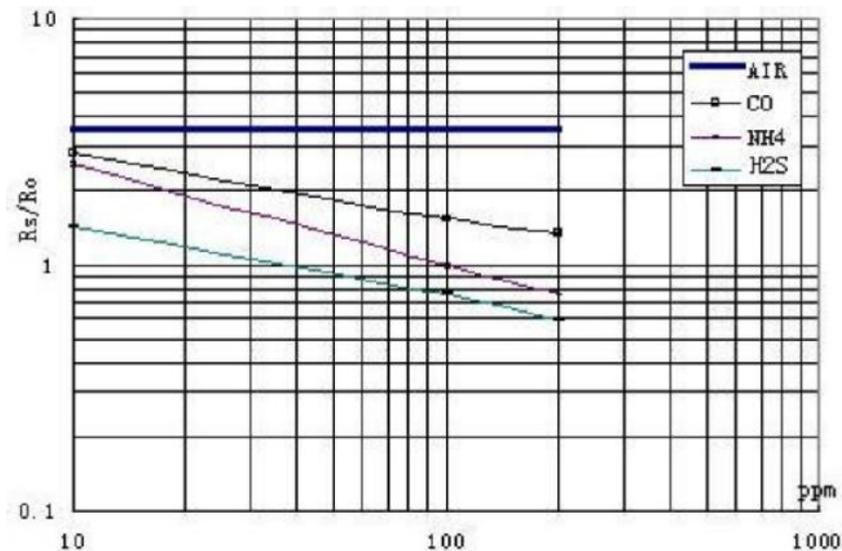


Gambar 2 Skema rangkaian sistem mikrokontroler

Untai sensor yang digunakan memiliki skema seperti ditunjukkan Gambar 2 yang terdiri atas sebuah sensor MQ-136 dan sebuah tahanan beban 20KΩ (R_L). Sensor yang digunakan memiliki dua bagian, yaitu pemanas (*heater*, H) dan elektroda sensor (terminal A dan B). *Heater* dipergunakan untuk mengkondisikan suhu sensor. Tegangan tahanan beban (V_{RL}) merupakan tegangan yang akan dibaca oleh sistem mikrokontroler yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan kadar konsentrasi gas yang diukur. Karakteristik sensitifitas sensor yang digunakan berdasarkan lembar data ditunjukkan Gambar 4. Sumbu horisontal pada Grafik 4 adalah konsentrasi gas (ppm) sedangkan sumbu vertikalnya adalah nilai R_S/R_O (Hanwei). Nilai R_S adalah nilai resistansi sensor pada saat mendapatkan paparan beberapa gas berbeda-beda sedangkan nilai R_O adalah nilai resistansi sensor pada saat menerima paparan H₂S sebesar 10 ppm di udara bersih.



Gambar 3. Skema sensor



Gambar 4. Karakteristik sensor

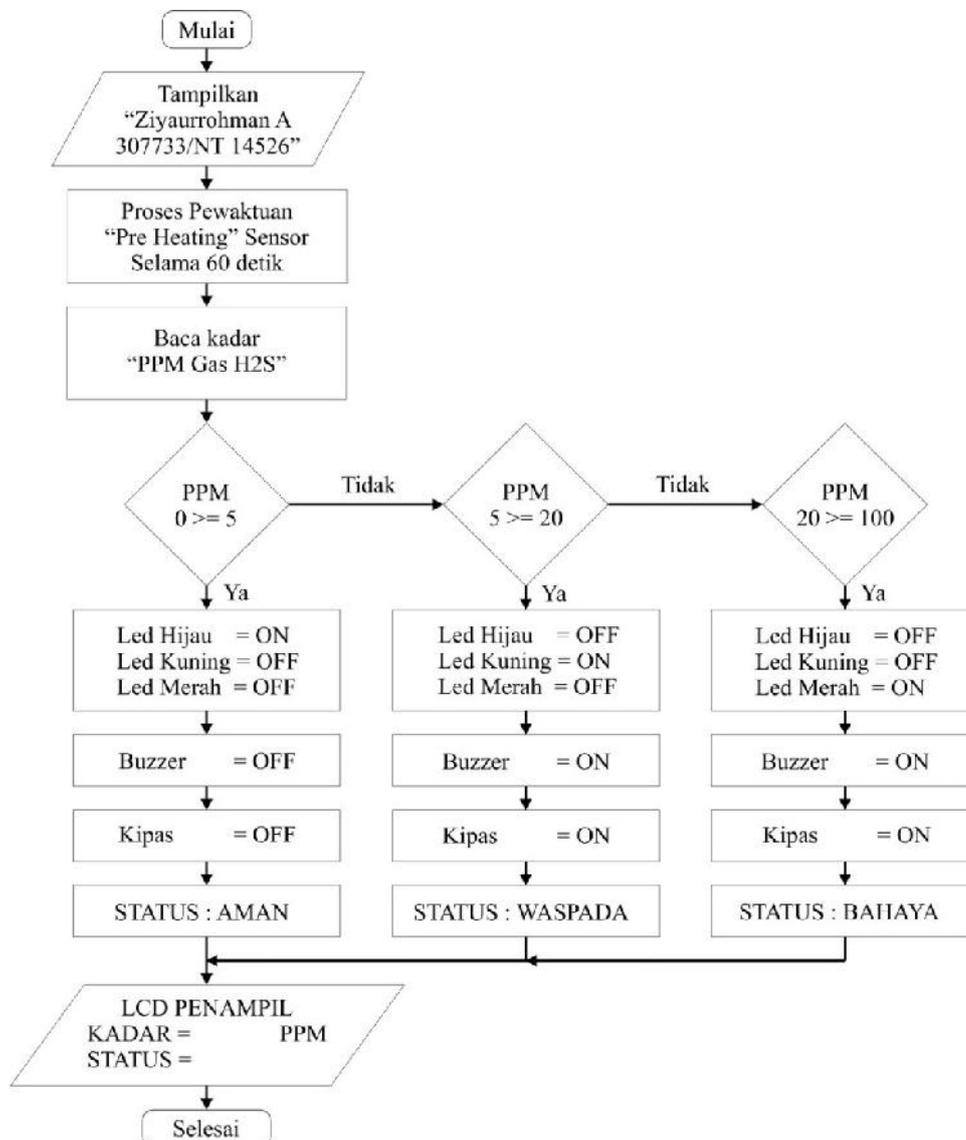
Dengan menggunakan informasi tegangan beban seperti Gambar 3 besarnya resistansi sensor dapat ditentukan menggunakan persamaan (1). Nilai R_O secara definitif tidak tersedia pada lembar data. Nilai resistansi tersebut harus didapatkan melalui proses pengujian. Berdasarkan Gambar 4, pada saat paparan gas H₂S dengan konsentrasi 40 ppm, nilai R_S/R_O sebesar 1. Hal ini merupakan informasi sangat penting untuk mendapatkan nilai R_O. Pada saat tersebut nilai R_S sama dengan nilai R_O. Dengan menggunakan nilai tegangan beban terukur (V_{RL}) saat sensor dikondisikan dan memasukkannya pada persamaan (1) maka nilai R_O definitif dapat diperoleh.

$$R_S = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \cdot R_L \tag{1}$$

Sampai tahap ini, nilai R_S dan R_O telah diperoleh. Selanjutnya adalah bagaimana mentransformasikan nilai R_S/R_O menjadi nilai konsentrasi gas yang diukur. Secara manual dengan memanfaatkan grafik pada Gambar 4 dapat dengan mudah mendapatkan nilai konsentrasi gas yang diukur. Permasalahannya adalah bagaimana proses tersebut dapat dilakukan oleh mikrokontroler. Hal ini dapat dilakukan apabila model dari sensor melalui grafik Gambar 4 tersedia. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah model sensor. Dari grafik Gambar 4 diperlukan sejumlah pasangan-pasangan data antara R_S/R_O dengan konsentrasi (ppm). Dengan data-data tersebut kemudian model dapat diperoleh dengan memanfaatkan perangkat lunak bantu. Model sensor yang digunakan telah diperoleh dan ditunjukkan oleh persamaan (2). Dengan menggunakan hasil pengukuran tegangan keluaran dan nilai-nilai yang telah diketahui maka konsentrasi gas yang diukur dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2).

$$ppm = 39,996 \left(\frac{(V_C - V_{RL}) R_L}{V_{RL} \cdot R_O} \right)^{-3,303} \tag{2}$$

Tahap selanjutnya adalah mengotomatisasikan pengukuran nilai konsentrasi gas menggunakan mikrokontroler. Tahap tersebut tidak lain adalah proses pengembangan perangkat lunak pada mikokontroler. Gambar 5 menunjukkan diagram alir perangkat lunak pengendali yang tertanam pada mikrokontroler.



Gambar 5. Diagram alir perangkat lunak pada mikrokontroler

Hasil Implementasi

Dengan menggunakan peralatan acuan yang dimiliki oleh Balai Hiperkes sebagai pembanding, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem yang dikembangkan. Hasil pengujian untuk jangkah konsentrasi gas H₂S 10 ppm sampai 100 ppm disajikan oleh Tabel 2. Selain mengukur konsentrasi gas, sistem akan memberikan isyarat berupa lampu warna penunjuk keadaan, *buzzer* serta pengaktifan *exhaust fan*. Kondisi lampu penunjuk, *buzzer* serta *exhaust fan* terkait dengan tingkat konsentrasi gas yang diukur disajikan oleh Tabel 3.

Tabel 2 Perbandingan Hasil Pengukuran

No	Hasil Ukur konsentrasi H ₂ S (ppm)		Perbedaan (%)
	Instrumen Pembanding	Sistem yang dikembangkan	
1	10	9.27	7,3
2	20	19.35	3,25
3	30	29.48	1,73
4	40	39.51	1,25
5	50	49.66	0,68
6	60	59.76	0,4
7	70	69.89	0,15
8	80	79.93	0,087
9	90	90.05	0,056
10	100	101.24	1,24

Tabel 3. Kondisi lampu penunjuk, *buzzer* dan kipas

No	Konsentrasi H ₂ S (ppm)	Keadaan		
		Lampu Penunjuk	<i>Buzzer</i>	<i>Exhaust fan</i>
1	0 – 5	Hijau Menyala	OFF	OFF
2	5 – 20	Kuning Menyala	ON	ON
3	20 - 100	Merah Menyala	ON	ON

Kesimpulan

Purwarupa sistem yang dikembangkan telah bekerja sesuai dengan rencana dan mampu mendeteksi gas H₂S dengan konsentrasi 10 sampai 100 ppm. Persentase perbedaan pada jangkah 10 ppm sampai 20 ppm masih tinggi, 7,3%, sedangkah mulai 30 sampai 100 ppm persentase perbedaannya di bawah 2 % yaitu 1,73%.

Daftar Pustaka

Dong Wenjie, Zhou Chunmei, Lin Jinyoung, Zhang Chunxia, Zhang Jun, (2011), “Embedded Ethernet Remote Monitoring System Basedn on DSP”, International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control, Beijing, pp.635-638.

Elnusa, PT., (2013), “Pengetahuan Umum Tentang Gas H₂S”, 2013.

Gao Xiaolan, (2011), “Networked Control and Monitoring System Based on Industrial Ethernet”, IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, Beijing.

Hanwei, “Technical Data MQ-136 Gas Sensor”, hwsensor.com

Li-lihua, Gao-li ai, (2010), “Remote monitoring system of henhouse harmful gases”, International Conference on Computer Application and System Modeling. pp.176-178.

Wenlian Li, Chuangqing Liu, Yang Li, Fang Xiao, (2008), “The Design and Implementation of Monitoring System for H₂S Gas Volume Fraction with Virtual Instrument”, IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application. Wuhan, pp.567,570.