

APLIKASI SENSOR GAS UNTUK SISTEM PERINGATAN DINI DETEKSI GAS AMONIAK

Eva InaiyahAgustin¹⁾, Winarno²⁾, Dandung Wahyu Amrulloh³⁾, Septilia Regita Cahyani⁴⁾

Departemen Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga Surabaya
Jl. Dharmawangsa Dalam 28-30 (Kampus B), Surabaya 60286, Indonesia
eva-inaiyah-a@vokasi.unair.ac.id

ABSTRACT

Gas leakage is a major problem in the industrial sector, especially for dangerous gases such as ammonia (NH₃). This automatic gas detection device is made to provide information about the levels of ammonia gas in the event of a gas leak and provide an early warning. The gas sensor used is a type of semiconductor that is MQ-135 which is stable and has high sensitivity. Gas evaporation method was performed to compare between standard ppm (calculation) with measurable ppm. The analog voltage coming out of the sensor is converted to the ADC value by the ATmega 328 microcontroller. The transfer equation functions $y = 153.7 \ln(x) + 223.11$ obtained from the relationship between ppm value and ADC. This equation is used as a reference for detecting gas in accordance with sensor characteristics. A warning alarm will sound when the ammonia gas levels more than 100 ppm.

Keywords: ammonia, gas detection, gas sensor, semiconductor.

ABSTRAK

Kebocoran gas menjadi masalah utama pada sektor industri, terutama untuk gas yang berbahaya seperti amoniak (NH₃). Perangkat deteksi gas otomatis ini dibuat untuk memberi informasi tentang kadar gas amoniak apabila terjadi kebocoran gas serta memberi peringatan dini. Sensor gas yang digunakan adalah jenis semikonduktor yaitu MQ-135 yang stabil dan memiliki sensitivitas tinggi. Metode penguapan gas dilakukan untuk membandingkan antara ppm standar (perhitungan) dengan ppm yang terukur. Tegangan analog yang keluar dari sensor dikonversi menjadi nilai ADC oleh mikrokontroler ATmega 328. Persamaan *transfer function* $y = 153.7 \ln(x) + 223.11$ didapatkan dari hubungan antara nilai ppm dan ADC. Persamaan inilah yang dijadikan acuan untuk mendeteksi gas yang sesuai dengan karakteristik sensor. Peringatan berupa alarm akan berbunyi ketika kadar gas amoniak lebih dari 100 ppm.

Kata Kunci: amoniak, deteksi gas, sensor gas, semikonduktor

I. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi deteksi gas telah dilakukan oleh beberapa peneliti [1], [2], [3], [4]. Teknologi ini banyak diimplementasikan pada sektor industri [5]. Salah satu bahan kimia yang terdapat pada sektor industri khususnya industri kimia dan otomotif adalah amoniak [6]. Amoniak tidak berwarna tetapi berbau tajam serta bersifat eksplosif dan korosif. Gas amoniak adalah

racun sehingga berbahaya bagi manusia apabila terpapar dalam jumlah banyak. Karena dapat merusak sel-sel tubuh, iritasi pada kulit, mata, serta menimbulkan penyakit pada saluran pernapasan. Batas paparan gas amoniak yang dapat diterima adalah 25 ppm selama 8 jam dan 35 ppm (*part per million*) selama 15 menit berdasarkan volume [7], [8]. Bahkan amoniak juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan hewan [9].

Kebocoran gas menjadi masalah utama pada sektor industri [shrivastava], karena menyebabkan area perusahaan menjadi tercemar, pekerja keracunan, bahkan dapat menyebabkan kebakaran. Semua masalah tersebut menjadi kerugian bagi perusahaan [10], [11]. Sistem keamanan pendeteksi kebocoran gas berbahaya telah banyak dikembangkan [3], [12], [13], khususnya gas amoniak [7], [14]. Beberapa orang dengan penciuman yang kurang sensitif, kemungkinan besar akan kurang merespon jika ada gas yang bocor. Sehingga diperlukan sistem keamanan kebocoran gas untuk menghindari kecelakaan kerja [12].

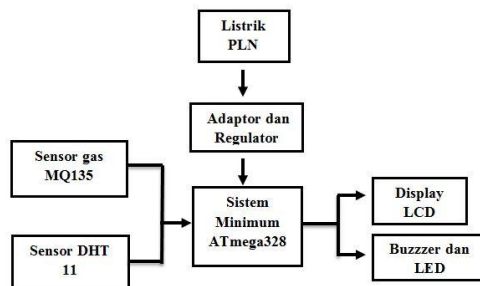
Sensor gas adalah salah satu detektor yang paling efektif [15]. Material sensor yang berupa *Metal Oxide Semiconductors (MOS)* seperti SnO₂ sudah digunakan sejak lama [7], [8], [15]. Hal ini karena harganya murah, stabil, serta sensitivitasnya tinggi [14], [16].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar gas amoniak dalam satuan ppm sehingga dapat memberikan peringatan dini jika kadarnya melebihi batas aman. Dengan adanya sistem ini maka kebocoran gas lebih cepat tertangani dan dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja serta mencegah terjadinya paparan yang menyebabkan gangguan kesehatan.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dirancang sebuah *automatic gas detection* yang dapat mendeteksi kadar gas amonia menggunakan sensor semikonduktor tipe MQ-135. Sensor suhu dan kelembaban DHT-11 diperlukan agar sensor gas dapat bekerja secara optimal. Karena suhu dan kelembaban yang diperlukan adalah minimal 20°C dan 65%. Catu daya berasal dari Listrik PLN yang dihubungkan ke adaptor 12 V dan regulator *step-down* 5 V agar tegangan dapat dibaca oleh Mikrokontroler ATmega 328. Keluaran sensor yang berupa ADC akan diproses oleh

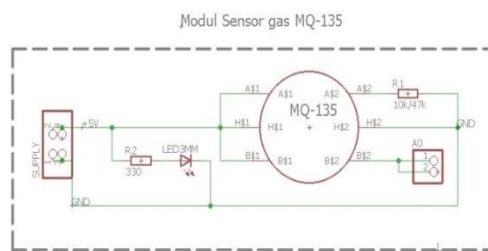
mikrokontroler. Kemudian keluaran sistem yang berupa nilai kadar gas amoniak akan ditampilkan pada LCD 16x2. Selain itu keluaran sistem juga terdapat indikator peringatan berupa suara/*alarm* yang berasal dari *buzzer* dan lampu berkedip yang berasal dari LED. Pada Gambar 1 berikut adalah diagram blok sistem *automatic gas detection device*.



Gambar 1. Diagram blok *automatic gas detection device*

1. Rangkaian Sensor Gas MQ-135

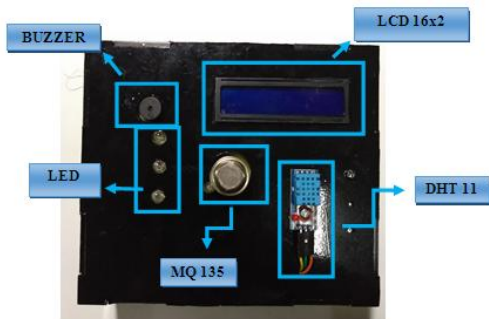
Untuk mengatur sensitivitas sensor, maka diperlukan tahanan RL sebesar 10 Kohm sampai 47 Kohm. Pada rangkaian ini, nilai tahanan RL yang digunakan adalah sebesar 22 Kohm. Pada Gambar 2 berikut adalah skematik rangkaian sensor gas MQ-135.



Gambar 2. Skematik rangkaian sensor gas

2. Mekanik Sistem

Pada Gambar 2 adalah mekanik sistem yang memiliki panjang 15,5 cm, lebar 13,5 cm, dan tinggi 6,5 cm. Mekanik dirancang tidak terlalu besar agar mudah dalam penempatan di dalam lingkungan industri serta mudah dibawa kemana-mana.



Gambar 3. Mekanik automatic gas detection device

3. Skema Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan dengan menguapkan cairan amoniak yang memiliki konsentrasi 25% ke dalam wadah tertutup yang bervolume 19,2 liter. Sensor Gas MQ-135 dan sensor DHT-11 dipasang di dalam wadah tersebut. Metode penguapan ini dilakukan untuk mengetahui berapa nilai ppm pada cairan amoniak. Oleh karena itu suhu dan kelembaban tidak bersifat konstan. Jika amoniak tidak diuapkan maka nilai ppm yang terukur tidak akan akurat atau tidak akan mendekati nilai ppm yang sebenarnya (ppm yang terhitung).

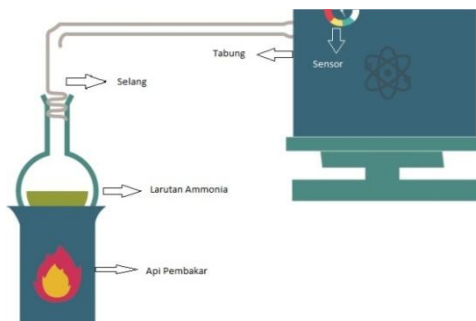
Pertama-tama, cairan amoniak disiapkan sesuai dengan jumlah volume yang diinginkan. Kemudian nilai ppm dihitung menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2).

$$ppm = \frac{\text{Massa zat } NH_3 \text{ (mg)}}{\text{Volume ruang (l)}} \quad (1)$$

dimana

$$\text{massa zat } NH = \text{konsentrasi} \times \text{volume zat} \quad (2)$$

Pengambilan sample uji dilakukan sebanyak 3 kali untuk masing-masing variasi larutan. Variasi larutan untuk pengujian yaitu 1 ml sampai 10 ml. Keluaran dari tahap ini berupa nilai ADC dan tegangan sensor. Dengan adanya keluaran ini maka dapat diketahui karakteristik sensor gas yang digunakan. Skema pengujian sample ditunjukkan pada Gambar 4.



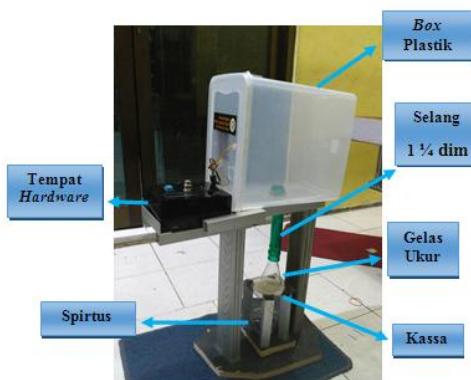
Gambar 4. Skema pengujian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 5 berikut adalah hasil mekanik pengujian alat. Dan Pada Gambar 6 merupakan bagian-bagian dari sistem pengujian gas amoniak.



Gambar 5. Hasil mekanik pengujian alat tampak depan (kiri) dan tampak samping (kanan)



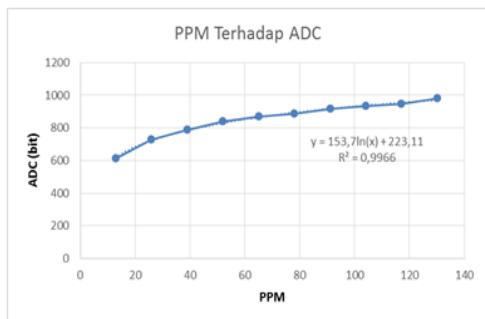
Gambar 6. Bagian-bagian mekanik pengujian gas amoniak

Pada pengujian sensor gas, tegangan yang keluar dari sensor adalah tegangan analog. Sehingga perlu dikonversi menjadi tegangan digital oleh ADC pada mikrokontroler. Setelah mendapatkan nilai ADC, maka selanjutnya tegangan RL (VRL) dapat diketahui berdasarkan rumus pada Persamaan (3).

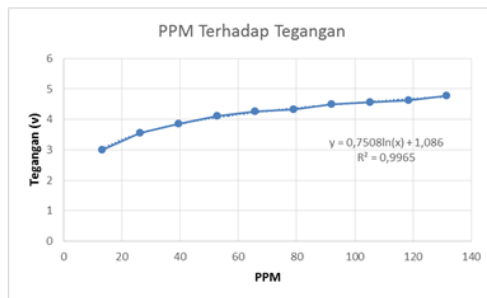
$$VRL = \text{nilai ADC} \times (VC/1023)$$

(3)Dimana VC adalah tegangan *circuit* dan VRL adalah tegangan *load resistance*.

Untuk mengetahui hubungan antara ppm, ADC, dan tegangan, maka Nilai ppm dapat dihitung menggunakan Persamaan (1). Sample yang diujikan adalah mulai dari 0 ml sampai 10 ml. Kemudian untuk mendapatkan nilai ADC dan tegangan yang optimal, maka masing-masing sample diuji sebanyak 3 kali dan dirata-rata. Gambar 7 adalah grafik hubungan PPM terhadap ADC dan Gambar 8 adalah grafik hubungan PPM terhadap tegangan. Dari data grafik tersebut, dapat diketahui persamaan *Transfer Function* (TF) yaitu $y = 153.7\ln(x) + 223.11$ dengan nilai $R^2 = 0.9966$ dan $y = 0.7508\ln(x) + 1.086$ dengan nilai $R^2 = 0.9965$. Pada penelitian ini digunakan nilai TF dari hubungan antara ppm dan adc yaitu $y = 153.7\ln(x) + 223.11$. Kemudian persamaan TF tersebut dimasukkan ke program pada software IDE arduino untuk dijadikan sebagai acuan karakteristik sensor gas.



Gambar 7. Grafik hubungan PPM terhadap ADC



Gambar 8. Grafik hubungan PPM terhadap tegangan

Tabel 1. Hasil pengujian suhu dan kelembaban

No	NH3 (ml)	Suhu Terukur (°C)	Kelembaban Terukur (%)
1	0	28,9	77
2		29,8	77
3		29,4	78
4	1	30,7	80
5		30,5	81
6		31,3	80
7	3	34,5	88
8		34,4	88
9		34,9	89
10	5	36,4	92
11		37,3	93
12		36,5	94
13	7	39,7	95
14		38,1	95
15		41,8	95

Suhu dan kelembaban ruang yang ditentukan oleh datasheet berbeda dengan suhu dan kelembaban pada saat pengukuran. Pada datasheet, suhu awal adalah 20°C dan kelembabannya 65% sedangkan pada saat pengukuran, suhu awal adalah 29°C dan kelembabannya 76%. Data pengukuran suhu dan kelembaban ditunjukkan pada Tabel 1. Hal ini karena metode yang digunakan adalah metode penguapan yang melalui proses pemanasan.

Pada Tabel 2 adalah perbandingan antara nilai ppm standar (perhitungan) dan ppm

perhitungan. Dari 4 macam volume amoniak yang diujikan, maka didapatkan prosentase error adalah sebesar 4,95%.

Tabel 2. Perbandingan nilai ppm

No.	Volume amoniak (ml)	PPM Standar (ppm)	PPM Terukur (ppm)	Error (%)
1	1	13.02	11.6	10.91
2	4	52,08	54.6	4.84
3	5	65.10	65.50	0.61
4	7	91.14	94.30	3.47
Rata-rata				4.95

Pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan pada Tabel 3. Ketika ppm yang terukur nilainya kurang dari 35 ppm, maka led hijau menyala. Ketika ppm yang terukur nilainya lebih dari atau sama dengan 35 ppm dan kurang dari atau sama dengan 100 ppm, maka led kuning menyala. Dan ketika ppm yang terukur nilainya lebih dari 100, maka led merah menyala dan buzzer aktif. Dengan adanya suara buzzer maka kondisi yang berbahaya ini dapat lebih cepat tertangani.

Tabel 3. Pengujian keseluruhan sistem

N o.	NH 3 (ml)	ppm	LED	Buzzer	Ket.
1	0	0	Hijau	Tidak aktif	Sesuai
2	2	30	Hijau	Tidak aktif	Sesuai
3	4	56	Kuning	Tidak aktif	Sesuai
4	8	107	Merah	aktif	Sesuai

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini telah dirancang sebuah alat pendeteksi gas amoniak otomatis yang dilengkapi dengan sistem keamanan berupa peringatan alarm dan indikator led. Kadar gas amoniak dapat terukur dengan satuan

ppm menggunakan persamaan *transfer functiony* = 153.7ln(x) + 223.11. Alarm akan berbunyi ketika kadar gas amoniak mencapai lebih dari 100 ppm. Untuk pengembangan lebih lanjut, maka dapat ditambahkan monitoring kadar gas berbasis *Internet of Things (IoT)* atau *sms gateway*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahardi, G.A., Rivai, M. and Purwanto, D., Implementation of Hot-Wire Anemometer on Olfactory Mobile Robot to Localize Gas Source.
- [2] Rivai, M., Arifin, A. and Agustin, E.I., 2016, October. Mixed vapour identification using partition column-QCMs and Artificial Neural Network. In *Information & Communication Technology and Systems (ICTS), 2016 International Conference on* (pp. 172-177). IEEE.
- [3] Keshamoni, K. and Hemanth, S., 2017, January. Smart Gas Level Monitoring, Booking & Gas Leakage Detector over IoT. In *Advance Computing Conference (IACC), 2017 IEEE 7th International* (pp. 330-332). IEEE.
- [4] Rouhillah, Hasbiullah, I., and Furgan, A., 2017, Desember. Identifikasi Ikan Bercampur Formalin Berbasis Sensor Gas. *Jurnal J-Innovation Vol. 6, No. 2* (pp. 35-38).
- [5] Dong, M., Zheng, C., Miao, S., Zhang, Y., Du, Q., Wang, Y. and Tittel, F.K., 2017. Development and Measurements of a Mid-Infrared Multi-Gas Sensor System for CO, CO2 and CH4 Detection. *Sensors, 17*(10), p.2221.
- [6] Xing, Y., Urasinska-Wojcik, B. and Gardner, J.W., Plasmonic enhanced CMOS non-dispersive infrared gas sensor for acetone and ammonia detection.
- [7] Rekha, P., Panda, S.K. and Suresh, M.S., 2017, August. Pencil drawn films as Ammonia gas sensors. In *Smart grids, Power and Advanced Control Engineering (ICSPACE), 2017 International Conference on* (pp. 366-371). IEEE.
- [8] Abdulla, S., Mathew, T.L. and Pullithadathil, B., 2015. Highly sensitive, room temperature gas sensor based on polyaniline-multiwalled carbon nanotubes (PANI/MWCNTs) nanocomposite for trace-level ammonia detection. *Sensors and Actuators B: Chemical, 221*, pp.1523-1534.
- [9] Zhang, W., Gao, X., Tan, Q., Xiao, J., Fang, X. and Gen, X., 2017, December. Design of pump suction ammonia detection device based on TDLAS technology. In *Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), 2017 IEEE 2nd Information* (pp. 1323-

- 1327). IEEE.
- [10] Prasetyo, Aditya, P.P., Rendyansyah, Exaudy, K., 2017, December. Implementasi *Trajectory Planning* pada Robot Manipulator 4 Dof Untuk Mencari Kebocoran Gas. Jurnal J-Innovation Vol. 6, No. 2 (pp. 1-8).
- [11] Murvay, P.S. and Silea, I., 2012. A survey on gas leak detection and localization techniques. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25(6), pp.966-973.
- [12] Shrivastava, A., Prabhaker, R., Kumar, R. and Verma, R., 2013. GSM based gas leakage detection system. *International Journal of Emerging Trends in Electrical and Electronics (IJETEE-ISSN: 2320-9569)*, 3(2).
- [13] Indhuja, P., Keerthana, A., Kiruthika, M., Keerthiga, M., Kumar, B.M. and Mohanraj, S., Smart System for Hazardous Gases Detection. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences ISSN, 974*, p.2115.
- [14] Seekaew, Y., Lokavee, S., Phokharatkul, D., Wisitsoraat, A., Kerdcharoen, T. and Wongchoosuk, C., 2014. Low-cost and flexible printed graphene-PEDOT: PSS gas sensor for ammonia detection. *Organic Electronics*, 15(11), pp.2971-2981.
- [15] Xue, N., Zhang, Q., Zhang, S., Zong, P. and Yang, F., 2017. Highly Sensitive and Selective Hydrogen Gas Sensor Using the Mesoporous SnO₂ Modified Layers. *Sensors*, 17(10), p.2351.
- [16] Kalinowski, P., Wozniak, L., Jasinski, G. and Jasinski, P., 2017, September. Time window based features extraction from temperature modulated gas sensors for prediction of ammonia concentration. In *Microelectronics and Packaging Conference (EMPC) & Exhibition, 2017 21st European* (pp. 1-5). IEEE.