

IMPLEMENTASI SENSOR SEMIKONDUKTOR SEBAGAI ROBOT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS

Rouhillah¹, Zoel Fachri², Zaki Akbar³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Aceh

Jl. Politeknik Aceh, Pango Raya, Banda Aceh 23119

¹rouhillah@politeknikaceh.ac.id, ²zoel@politeknikaceh.ac.id

ABSTRACT

Hazardous gas detection robot using semiconductor sensor is aimed to help operators high risk jobs. This harmful gas detector robot using RF Wireless is able to detect gas leaks by using the semiconductor sensor such as MQ2 sensors. Robot use the LCD to display the presence or absence of gas detected by the MQ2, and a buzzer as the alarm if gas is detected. The advantage of this robot is the robot can detect locations of gas that can't be reached by humans. The robot is controlled by using a joystick which data is sent by NRF24L01 transmitter with maximum distance ± 100 meter, so it helps people in the finding of a gas leak location process.

Keywords: RF Wireless, MQ2 sensors, semiconductor sensor.

ABSTRAK

Robot pendeteksi gas berbahaya menggunakan sensor semikonduktor ini dibuat dengan tujuan untuk membantu operator melakukan pekerjaan yang beresiko tinggi. Alat ini menjelaskan tentang robot pendeteksi gas berbahaya menggunakan RF Wireless yang mampu mendeteksi kebocoran gas yang dideteksi oleh sensor semikonduktor seperti sensor MQ2. Robot juga menggunakan LCD yang berfungsi menampilkan ada tidaknya gas yang terdeteksi oleh MQ2, dan buzzer sebagai alarm apabila gas terdeteksi. Robot ini dikontrol menggunakan joystick yang datanya dikirim menggunakan NRF24L01 transmitter dan receiver. Keunggulan dari robot ini adalah robot mampu mendeteksi titik lokasi dengan jarak maksimum ± 100 meter, sehingga membantu manusia dalam proses pencarian lokasi terjadinya kebocoran gas.

Kata kunci: RF Wireless, sensor MQ2, Sensor Semikonduktor.

I. PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang robotika saat ini berkembang dengan sangat pesat dilihat dari banyaknya pengaplikasian teknologi robotika berbasis sistem kontrol dan kecerdasan buatan dalam bidang industri, pendidikan, maupun kehidupan sehari-hari. Instrument untuk pengukuran gas dengan menggunakan MOS diterapkan yang berfokus pada deteksi methanol dan propanol diukur sebagai pergeseran kurva tegangan dan kurva

konduktifitas [1]. Sensor gas MOS yang berbahan SnO₂ digunakan untuk memantau kualitas udara berdasarkan deteksi perubahan senyawa organik (VOC) yang mudah menguap di dalam ruangan dalam hal prediksi CO₂ [2]. Disamping itu juga sensor MOS digunakan untuk memonitoring konsentrasi amonia (NH₃) di dalam kandang unggas [3]. Teknologi robotika dikembangkan pada dasarnya bertujuan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan tertentu, seperti pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi, berisiko

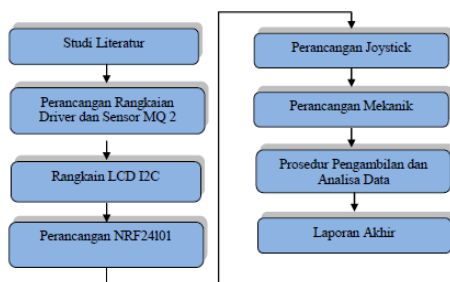
tinggi, maupun pekerjaan yang berulang- sering terjadi kebocoran gas yang membahayakan para pekerja jika mendekati atau mencari tahu di titik mana letak kebocoran gas. Oleh karena itu di perlukan sebuah rancang bangun robot yang mampu mendeteksi kebocoran gas dengan menggunakan sensor semikonduktor.

Tujuan dalam rancang bangun robot tersebut dapat membantu pekerjaan manusia, baik berupa indikator awal untuk mengetahui kebocoran gas, resiko terkena ledakan gas, maupun terhirup gas beracun yang dapat membahayakan penerapannya.

I. METODE PENELITIAN

1. Perancangan sistem robot

Metode yang digunakan dalam rancang bangun robot pendeteksi kebocoran gas dengan menggunakan *sensor semikonduktor* terdapat dua pokok pengerjaan yakni elektronika dan mekanik. Adapun tahapan perancangan secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 1. Diagram blok perancangan sistem robot

Pada proses perancangan elektrik ini yang perlu dibuat adalah pembuatan rangkaian untuk driver motor, pemrograman modul sensor MQ2, rangkaian lcd 12C, Perancangan NRF24L01, dan perancangan joystick.

Setelah proses perancangan maka perlu dilakukan pengujian sistem untuk mengetahui sistem yang telah dirancang.

ulang dan monoton. Pada Industri kimia, Sehingga dapat diperoleh data – data yang diperlukan untuk analisa. Analisa yang dilakukan terhadap hasil dari pengujian dan apabila hasil dari pengujian belum sesuai maka perlu proses koreksi atau perancangan ulang pada sistem maupun pengecekan pemrograman.

Selanjutnya, mengenai kerangka robot terdiri dari akrilik sebagai penampang mikrokontrollernya, Motor DC yang dilengkapi dengan *gearbox*, dan sebuah roda bebas. Pada proses perancangan mekanik ini yang perlu dibuat adalah pembentukan rangka robot, perancangan dudukan roda dan roda bebas.

2. Sensor gas semikonduktor

Sensor Metal-Oxide Semiconductor (MOS) memiliki struktur yang terdiri dari tiga lapisan yaitu; lapisan logam, lapisan insulator dan lapisan semikonduktor. Dalam kebanyakan kasus lapisan isolasi dibentuk oleh lapisan oksida. Sensor ini bekerja pada prinsip terbentuknya muatan dan perubahan fungsi kerja penginderaan bahan lapisan yang biasanya terbuat dari beberapa logam mulia atau logam paduan misalnya paduan berbasis paladium. Sensor gas berjenis MOS merupakan salah satu jenis sensor yang paling banyak digunakan untuk membangun sistem *electronic nose*. Hal ini disebabkan oleh sensitivitas sensor yang tinggi dan harganya yang relatif murah.

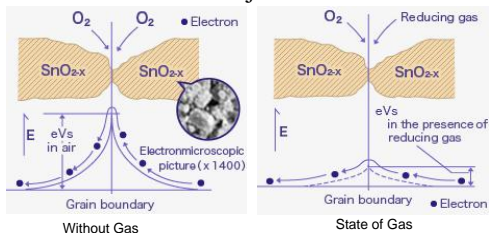
Prinsip kerja dari sensor gas tipe MOS dapat dirangkum menjadi dua tahap seperti pada Gambar 2. Tahap pertama adalah pada saat sensor berada dalam udara bersih, elektron donor yang berada di dalam SnO₂ akan tertarik menuju ke arah oksigen yang diserap pada permukaan dari *sensing material* yang akan mencegah adanya aliran arus listrik. Tahap kedua adalah saat sensor berada dalam paparan gas yang terdeteksi. Hal ini menyebabkan kerapatan permukaan dari oksigen yang diserap akan berkurang seiring dengan reaksi yang terjadi terhadap

gas yang terdeteksi. Elektron kemudian akan dilepaskan menuju ke dalam SnO₂ yang menyebabkan arus listrik mengalir secara bebas pada sensor.

Dalam udara bersih (sekitar 21% O₂), oksigen diserap pada permukaan *metal oxide*. Dengan tingkat affinitas elektron yang tinggi, oksigen yang diserap akan menarik elektron bebas ke dalam *metal oxide*, dan membentuk sebuah *potential barrier* (eVs di udara) pada *grain boundaries*. *Potential barrier* yang terbentuk akan mencegah aliran elektron dan mengakibatkan sensor memiliki resistansi yang tinggi di udara bersih.

Ketika sensor terpapar terhadap gas yang terdeteksi (seperti karbon dioksida), reaksi oksidasi antara gas tersebut dengan oksigen yang diserap akan terjadi pada permukaan dari *tin dioxide*. Sebagai akibatnya kerapatan dari oksigen yang diserap pada permukaan *tin dioxide* akan berkurang, dan ketinggian dari *potential barrier* akan berkurang. Elektron dapat mengalir dengan mudah melalui *potential barrier* yang telah mengalami pengurangan ketinggian dan resistansi sensor akan berkurang.

Konsentrasi gas di udara dapat dideteksi dengan mengukur perubahan resistansi dari sensor gas tipe MOS. Reaksi kimia dari gas yang terdeteksi dan oksigen yang diserap pada permukaan *tin dioxide* bervariasi bergantung pada reaktivitas dari *sensing materials* dan suhu kerja dari sensor tersebut.

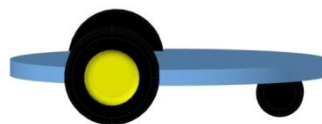


Gambar 2. Bagian penghubung tanpa adanya gas dan dalam lingkungan adanya gas

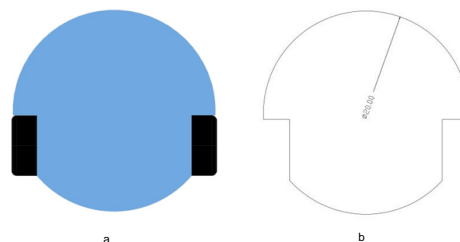
3. Mekanik Robot

Perancangan alat sistem robot pendeteksi gas berbahaya ini akan bekerja berdasarkan jumlah konsentrasi kadar gas

yang dideteksi oleh sensor MQ2, serta memanfaatkan LED sebagai lampu *indicator* dan *buzzer* sebagai alarm. Pada perancangan robot pendeteksi kebocoran gas ini, kerangka robot terdiri dari akrilik sebagai penampung mikrokontrollernya, Motor DC yang dilengkapi dengan *gearbox*, dan sebuah roda bebas. Gambar dari desain robot yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain rangka robot tampak samping



Gambar 4 a. Rangka robot tampak depan, b. Ukuran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Driver Motor

Pengujian yang dilakukan pada *driver motor* adalah berupa pengujian pergerakan dan arah putaran motor. Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui bagaimana karakteristik motor *DC* terhadap nilai *input* yang diberikan oleh kontroler kepada *driver motor* berupa *PWM* yang digunakan serta apakah berputar sesuai dengan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler.

Tabel 1 Arah Putaran Motor

Arduino Pin						Keterangan
3	4	5	6	7	8	
L	H	42%				CW, Motor1
H	L	42%				CCW, Motor 1
			42%	L	H	CW, Motor 2

			42%	H	L	CCW, Motor 2
--	--	--	-----	---	---	--------------

Pada tabel 1 merupakan arah putaran motor saat keadaan *high* dan *low* jika dilihat dari satu sisi motor. Motor 1 di hubungkan ke *pin* arduino 3 dan 4 (digital) dan pwm ke *pin* 5, sedangkan motor 2 di hubungkan ke *pin* 7 dan 8 (digital) dan pwm *pin* 6. Pada kondisi pergerakan putaran motor 1 dan motor 2, untuk pergerakan maju dimana motor 1 dan motor 2 dalam keadaan *CW* dan lain sebagainya.

Tabel 2 Kecepatan Motor

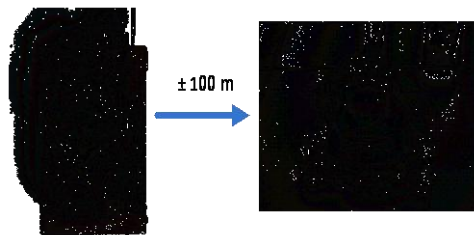
Device	Nilai desimal	PWM	Keterangan
Motor 1 dan Motor 2	255-180	0-30%	Tidak bergerak
	170-160	34%-38%	Bergerak
	150-100	42%-61%	kecepatan rendah
	90-0	65%-100%	Kecepatan maksimum

Dari hasil pengujian tabel 2, dapat diketahui bahwa jika tidak ada beban, motor mulai dapat bergerak pada nilai *pwm* 170 dan pada nilai *pwm* 90 – 0 kecepatan motor maksimum, dikarenakan rangkaian yang digunakan pada *driver* motor menggunakan rangkaian *aktif low*. Maka dapat dianalisa bahwa kecepatan putar motor tergantung pada nilai *pwm* yang di berikan semakin kecil nilai *pwm* maka semakin tinggi kecepatan putar motor, dan semakin besar nilai *pwm* yang diberikan maka semakin kecil kecepatan putar motor


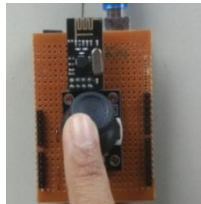

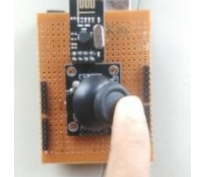

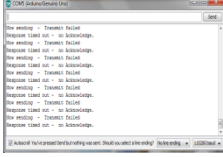
2. Pengujian Joystick dan NRF24L01

Jarak maksimum yang mampu diterima oleh NRF24L01(*receiver*) adalah 100m, apabila jarak NRF24L01 (*transmitter*) berada diatas jarak maksimum maka *receiver* tidak akan mampu menerima data *decode* yang dikirimkan oleh *transmitter*. Pada pengujian diatas saat jarak NRF24L01

(*transmitter*) sekitar $\pm 100m$ dari NRF24L01(*receiver*) data yang diterima mulai tidak stabil, dan akan tidak terkirim total (*not respon*) saat melebihi jarak $\pm 100m$.



Tabel 3 Pengujian data joystick

	
joystick posisi tengah, data NRF24L01 adalah 518 dan 511	joystick posisi maju, data NRF24L01 adalah 1023 dan 511.
	
joystick posisi mundur, data NRF24L01 adalah 0 dan 511	Joystick posisi kanan, data NRF24L01 adalah 518 dan 1023.
	
Joystick posisi kiri, data NRF24L01 adalah 518 dan 0.	data yang dikirim oleh NRF24L01 tidak ada respon dari penerima.

II. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengujian sistem ini, maka dapat diambil kesimpulan. Sistem robot pendeteksi kebocoran dengan menggunakan sensor semikonduktor dirancang untuk mempermudah operator dalam memantau kebocoran gas. sistem pengontrolan antara robot dan *joystick* dengan menggunakan wireless mampu sejauh jarak ± 100 meter. Selain itu sistem robot akan mengaktifkan buzzer apabila gas terdeteksi oleh sensor MQ2.

Untuk pengembangan selanjutnya, penambahan kamera, menggunakan roda yang mampu bergerak dalam segala kondisi, dan pergerakan motor menggunakan besaran *range joystic*, sehingga memudahkan dalam pengontrolan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pandey, P., Srivastava, J. K., Mishra, V. N dan Dwivedi, R. (2011), "Pd-gate MOS sensor for detection of methanol and propanol", *ScienceDirect, Journal of Natural Gas Chemistry*, Vol 20, pp 123-127.
- [2] Herberger, S., Herold, H., Ulmer, H., Burdack-Freitag, A., and Mayerb, F (2010)," Detection of human effluents by a MOS gas sensor in correlation to VOC quantification by GC/MS", *ScienceDirect, Building and Environment*, Vol 45, pp 2430-2439.
- [3] Lin, T., B. Shah, S., Wang-Li, L., Oviedo-Rondón, E., and Post, J (2016), "The prediction of food additives in the fruit juice based on electronic nose with chemometrics", *ScienceDirect, Computers and Electronics in Agriculture*, Vol 230, pp 208-214.