

Larik Sensor Gas Berbasis *IoT* untuk Monitoring dan Kontrol Gas Berbahaya

Iyan Muhammad Farhan

Jurusan Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. DI Panjaitan no 128 Purwokerto 53147

Telp. (0281) 641629

E-mail: 16101097@ittelkom-pwt.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan industri di Indonesia tidak lepas dari penggunaan bahan kimia yang memiliki dampak negatif. Salah satu dampak negatif yaitu pencemaran dari hasil produksi yang dapat menghasilkan gas-gas berbahaya. Pencemaran gas berbahaya dalam suatu ruangan pabrik industri memiliki dampak negatif bagi keselamatan dan kesehatan pekerja. Maka dibutuhkan suatu alat yang dapat memonitoring gas berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring gas berbahaya dalam ruangan berbasis Internet of Things (*IoT*). Penelitian dilakukan untuk merancang prototype monitoring gas berbahaya dalam ruangan dan mengetahui jumlah sensor yang dibutuhkan berdasarkan volume ruangan. Dalam melakukan pemrosesan informasi menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Sensor yang digunakan terdiri dari tiga sensor yaitu MQ-2, MQ-6 dan MQ-7. Gas berbahaya yang dideteksi meliputi gas metana (CH_4), butana (C_4H_{10}) dan karbon monoksida (CO). Hasil dari pendeteksian sensor dapat disimpan dan diakses dengan menggunakan platform Thingspeak. Penelitian ini memberikan hasil yang memuaskan. Prototype mampu membaca kadar gas berbahaya dalam ruangan dengan baik. Terlihat dari percobaan menggunakan berbagai sumber asap, sensor mampu membaca kadar gas dan menyalakan exhaust fan untuk melakukan kontrol gas.

Kata Kunci: gas, *IoT*, sensor, monitoring, kontrol

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah yang memiliki pembangunan industri yang besar yang ditandai dengan banyaknya pabrik industri di setiap daerah Indonesia. Pembangunan industri memiliki beberapa dampak negatif untuk daerah di sekitar pabrik industri. Selain itu, kegiatan industri dalam proses produksinya juga dapat menyebabkan beberapa faktor yang mengandung risiko kecelakaan akibat kerja. Hal ini disebabkan karena pembangunan industri di Indonesia tidak lepas dari penggunaan bahan kimia sebagai bahan baku dan bahan pembantu atau produk. Penanganan bahan kimia harus tepat mulai dari penyiapan bahan, pengolahan bahan, penyimpanan bahan sampai pengangkutannya. Jika tidak dilakukan dengan tepat dapat menimbulkan dampak negatif terhadap tenaga kerja, lingkungan dan masyarakat seperti pencemaran, keracunan, ledakan dan kebakaran [1].

Sumber daya alam berupa minyak dan gas (*migas*) di Indonesia sangat kaya. Proses produksi minyak dan gas menurut laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) merupakan sektor penghasil limbah bahan berbahaya dan beracun (B-3) terbesar yaitu sebanyak 6.658.863 ton (52%) disusul industri manufaktur 3.083.012 ton (45%) serta makanan dan pertanian sebanyak 56.883 ton (1%). Berdasarkan data monitoring yang dilakukan oleh Tim Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER),

data menunjukkan indikasi bahwa peringkat hitam umumnya diakibatkan oleh kegiatan *dumping* limbah B3. Salah satu penyebabnya karena mahalnya biaya untuk melakukan pengolahan limbah B3. Kondisi ini dikarenakan hanya baru satu instalasi pengolahan limbah B3 yang selevel dengan PT. PPLi di Indonesia. PT. PPLi hanya mampu mengolah limbah B3 di bawah 100.000 ton. Limbah B3 menurut PP No 18/1999 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya [2].

Pencemaran yang disebabkan oleh pabrik industri dapat menghasilkan gas-gas berbahaya seperti CO dan NO yang dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan. Dampak negatif bagi kesehatan manusia yang banyak terjadi adalah iritasi mata dan gangguan Infeksi Saluran Pernafasan Atas (ISPA) seperti radang batang tenggorokan, bronchitis dan hidung berair. Partikel gas yang berukuran kecil dapat masuk sampai ke paru-paru dan menyebar melalui sistem peredaran darah ke seluruh tubuh. Untuk mengetahui apakah udara dalam suatu area atau ruangan khusus mengandung gas berbahaya atau tidak, maka

dibutuhkan sebuah alat yang dapat memantau tingkat kandungan gas berbahaya [3].

Oleh karena itu teknologi yang mampu memberikan informasi tentang gas berbahaya secara *real-time* sangat diperlukan. Salah satu teknologi yang dapat mendukung pengiriman notifikasi secara langsung dan jarak jauh adalah *Internet of Things (IoT)*. Teknologi ini dapat memanfaatkan teknologi internet untuk monitoring gas berbahaya di dalam ruangan yang hasil pendeteksiannya dapat diakses melalui *platform Internet of Things*.

2. LANDASAN TEORI

H R. Gaguk Pratama Yudha, Alfi Tranggono Agus Salim, Rakhmad Gusta Putra dan R. Oktav Yama Hendra (2019) melalui penelitian "*Performance Analysis Air Quality Monitoring Based on Arduino with Web Server*" melakukan perancangan sistem pemantauan kualitas udara untuk mengetahui pencemaran udara di lingkungan sekitar berbasis *Internet of Things (IoT)*. Data ditampilkan melalui halaman web dan data yang ditampilkan adalah nilai dari sensor suhu dan kelembaban, sensor CO (karbon monoksida), sensor CO₂ (karbon dioksida) dan sensor O₃ (ozon). Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan modul Wi-Fi ESP8266. Sistem ini menggunakan beberapa sensor yaitu DHT-11, MQ-131 dan MQ-135. Beberapa konsentrasi yang dipantau yaitu karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO) serta Ozon (O₃), suhu dan kelembapan. Beberapa parameter gas dibagi menjadi beberapa nilai ambang yaitu sehat (1-50 ppm), medium (51-100 ppm), tidak sehat (1010-199 ppm), sangat tidak sehat (200-299 ppm) dan berbahaya (>300 ppm). Dari pembacaan sensor data yang dihasilkan dapat diperoleh kesalahan 3% pada sensor CO₂, 2% untuk O₃ sensor pembacaan, dan 4% untuk CO sensor. Jadi penggunaan sensor MQ memiliki tingkat kesalahan yang kecil yaitu kurang dari 4% [4].

Fathur Zaini Rachman (2018) melalui penelitian "*Sistem Pemantauan Gas di Tempat Pembuangan Sampah Akhir Berbasis Internet of Things*" melakukan perancangan sistem pemantauan gas berbahaya di tempat pembuangan sampah berbasis *Internet of Things (IoT)*. Beberapa gas yang dipantau terdiri dari konsentrasi gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) serta kelembapan dan suhu. Sistem pemantauan ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sedangkan untuk mengirimkan informasi hasil pemantauan ke *platform Internet of Things* menggunakan modul Wi-Fi ESP8266 sebagai media komunikasi melalui Wi-Fi pita 2,4 GHz terhadap server Thingspeak sehingga data dapat tersedia di internet dan dapat diakses publik, ESP8266 ini dapat mengirimkan data sampai jarak 245 meter. Sensor yang digunakan yaitu sensor DHT untuk suhu dan kelembapan, sensor MQ-4 untuk gas

metana (CH₄) dan sensor MQ-135 untuk gas karbon dioksida (CO₂). Data pemantauan dapat ditampilkan di layar LCD OLED untuk pemantauan lokal dan dikirimkan ke server Thingspeak untuk pemantauan jarak jauh yang dapat diakses melalui twitter dan beberapa situs web. Pengiriman data tercepat diperoleh dengan interval waktu 16 detik untuk setiap pengiriman paket data saat terdapat koneksi internet [5].

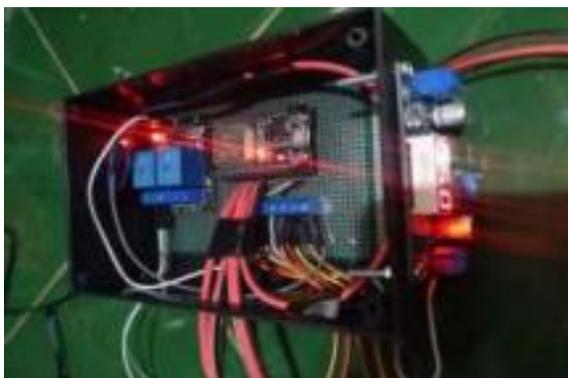
Deka Hardika dan Nurfiana (2019) melalui penelitian "*Sistem Monitoring Asap Rokok Menggunakan Smartphone Berbasis Internet of Things (IoT)*" melakukan perancangan alat untuk mendeteksi asap rokok sehingga dapat melakukan monitoring terhadap tempat yang ada tanda larangan merokok. Sistem ini berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan *platform* Thingspeak sebagai web server penyimpanan data sementara sebelum diterima *smartphone*. Data dari *platform* ke *smartphone* ditampilkan berupa dua keterangan yaitu ada asap dan tidak ada asap. Sistem ini menggunakan sensor MQ-135 sebagai pendeteksi asap, Arduino Uno memproses inputan dari sensor, Arduino Ethernet Shield yang sudah terkoneksi oleh modem mengirimkan data input sensor ke web *server* Thingspeak. Hasil uji coba membuktikan bahwa sistem ini dapat memonitoring asap dimana saja selama *smartphone* masih terkoneksi dengan internet. Sensor MQ 135 mampu mendeteksi asap dengan jarak maksimal 1 meter dari titik asap rokok [6].

Dian Putri Kristiani Zega, Agus Ganda Permana dan Unang Sunarya (2018) melalui penelitian "*Design of Monitoring and Controlling Incinerator Quality Application Based on Internet of Things*" melakukan perancangan aplikasi untuk monitoring dan kontrol kualitas *incinerator* berbasis *IoT*. Pemantauan pada *incinerator* dikarenakan tempat pembaran ini menjadi sumber pencemaran udara seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), dioksin dan furan. Alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega 2560 dan modul Wi-Fi ESP8266. Gas yang dideteksi yaitu karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂) dan oksigen (O₂). Sedangkan sensor yang digunakan yaitu MQ-7, MQ-135 dan TGS 2600. Hasil pendeteksian sensor dikirimkan ke web dalam bentuk data dan dapat diakses secara *real-time*. Tampilan web server dapat menampilkan secara *real-time* setiap 1-5 detik dan langsung menyimpan log pengukuran. Pada pengukuran kadar asap, sensor mengirimkan data nilai kadar asap melalui Arduino Uno yaitu 96% dan keakuratan modul Wi-Fi yaitu 92% dengan jarak tempuh hanya sampai 20 meter. Hasil pengujian sensor MQ memiliki *delay* rata-rata pengiriman data pendeteksian sensor ke web *server* adalah 6,31 detik [7].

3. METODOLOGI

Penelitian ini melibatkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan di antaranya laptop digunakan untuk melakukan pemrograman dan melakukan *setting platform*, sensor gas untuk mendeteksi gas berbahaya dalam ruangan, NodeMCU ESP32 untuk melakukan proses pemrograman data hasil pembacaan sensor yang kemudian dapat dikirim ke *platform Thingspeak*, dan *relay* untuk mengaktifkan *exhaust fan* untuk mengeluarkan gas berbahaya dari dalam ruangan. Proses awal yang dilakukan yaitu melakukan proses kalibrasi sensor. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap masing-masing sensor MQ. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor gas yang digunakan. Digunakan tiga media asap dari pembakaran rokok, obat nyamuk, dan kertas. Proses pengujian ini mengubah nilai ADC sensor menjadi nilai ppm. Sehingga diketahui nilai masing-masing sensor yang dapat diketahui dari nilai kadar gas dalam nilai ppm, R_s/R_o , *resistor* sensor (R_s), resistensi sensor pada udara bersih (R_o), tegangan keluaran rangkaian (VRL) dan keadaan *exhaust fan*. Hasil pembacaan dikirim ke *platform Thingspeak* dalam bentuk grafik. Dalam *platform Thingspeak*, diakses hasil pembacaan sensor gas yaitu grafik nilai kadar gas dan grafik nilai tegangan keluaran rangkaian (VRL).

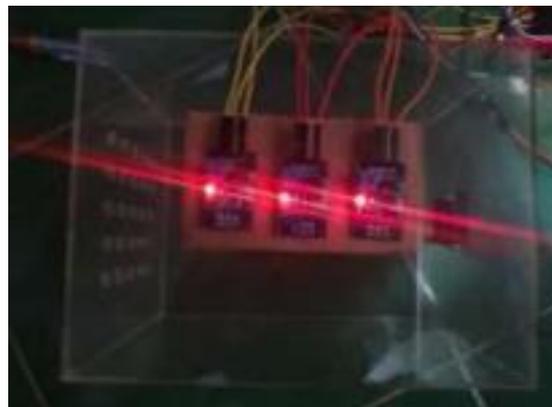
Selanjutnya, dilakukan perancangan miniatur ruangan. Miniatur dirancang untuk mengetahui skema penerapan alat dan mengetahui jangkauan satu larik sensor dalam volume ruangan yang sebenarnya. Maka, dibuat miniatur yang terbuat dari akrilik dengan bentuk bangun balok. Miniatur ini dimodelkan sebagai gambaran ruangan yang dipasang alat pendeteksi gas berbahaya dan *exhaust fan*. Gambar 1 merupakan rancangan miniatur ruangan.



Gambar 1. Rancang *Hardware* Monitoring Gas

Perancangan *software* menggunakan Thingspeak sebagai *platform Internet of Things (IoT)* dan Arduino IDE untuk melakukan pemrograman. Arduino IDE digunakan untuk pemrograman mikrokontroler

NodeMCU ESP32. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Arduino IDE yaitu bahasa C++ dimana dilakukan pemrosesan informasi hasil pendeteksian gas berbahaya dan untuk mengirimkan ke *platform Thingspeak*. Pada *platform Thingspeak* nanti, dapat diakses grafik dari nilai kadar gas dalam bentuk ppm dan nilai tegangan dari masing-masing sensor.



Gambar 2. Rancangan Larik Sensor

Setelah dilakukan perancangan *hardware* dan *software*, dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja dan kesesuaian alat tersebut. Jika pengujian sistem terdapat ketidaksesuaian, maka perlu dilakukan optimasi atau perbaikan alat. Optimasi pada *hardware* dilakukan dengan *troubleshooting* yaitu mencari bagian *hardware* yang mengalami kesalahan, tidak dapat berfungsi atau rusak. Jika optimasi *hardware* telah dilakukan pada perancangan *hardware*, maka dapat dilanjutkan dengan melakukan optimasi *software*.

Tahap terakhir yaitu melakukan analisis hasil pengujian. Hasil pengujian dapat disimpan dan diakses dalam *platform Internet of Things (IoT)*. Analisa yang dilakukan terhadap hasil pengujian alat pendeteksian gas berbahaya yaitu dengan mengukur akurasi sensor gas MQ. Pada analisis pengujian ini, digunakan tiga media asap dari pembakaran rokok, obat nyamuk dan kertas. Pengujian ini untuk mengetahui keakuratan sensor gas yang digunakan. Sensor gas yang digunakan yaitu sensor gas tipe MQ. Ada tiga sensor yang digunakan yaitu sensor MQ-2 untuk membaca gas metana, sensor MQ-6 untuk membaca gas butana dan sensor MQ-7 untuk membaca gas karbon monoksida. Nilai ppm tidak dapat diakses secara langsung untuk mendapat masing-masing data konsentrasi gas maka menggunakan grafik datasheet dari masing-masing sensor gas. Pada grafik dapat mengetahui nilai ppm dan nilai R_s/R_o .

3.1 Kalibrasi sensor

Pengujian kalibrasi sensor dilakukan untuk mencari nilai ppm sensor gas. Tahap pertama yaitu

mengetahui grafik datasheet setiap sensor gas MQ. Setelah mengetahui grafik 5 datasheet dari masing-masing gas sensor, maka data yang dibutuhkan untuk mengetahui nilai ppm masing-masing gas diambil, yaitu data R_s dan R_o . R_s merupakan tahanan *resistor*, sedangkan R_o digunakan untuk kalibrasi sebagai hasil pengukuran untuk menyamakan hasil pengukuran sensor dengan hasil yang sebenarnya. Hasil dari sensor tersebut kemudian menjadi output dari alat yang dirancang dan menjadi acuan status *on* dan *off* dari *exhaust fan*. Nilai R_s diperoleh menggunakan persamaan 1.

$$R_s = \frac{V_c \times R_L}{V_{RL}} - R_L \quad (1)$$

Dimana R_s adalah resistansi sensor, V_c adalah tegangan yang masuk ke sensor, R_L adalah tahanan beban pada rangkaian, dan V_{RL} adalah tegangan keluaran rangkaian. Pada sistem kontrol gas berbahaya, digunakan NodeMCU ESP32, sehingga tegangan yang masuk ke sensor (V_c) adalah 3,3 volt. Sedangkan, untuk nilai R_L untuk masing-masing sensor memiliki nilai yang berbeda-beda. Tegangan keluaran rangkaian (V_{RL}) dapat diperoleh dengan mengukurnya dengan menggunakan fungsi ADC pada persamaan 2.

$$V_{RL} = \frac{\text{sensor_value} \times 3,3 \text{ volt}}{4095} \quad (2)$$

Dimana V_{RL} adalah tegangan keluaran rangkaian, sensor_value adalah pembacaan sensor ADC. Setelah nilai R_s sudah diketahui, maka nilai R_o dapat dicari. Sedangkan untuk mencari nilai R_o harus ada alat pembanding, karena keterbatasan maka dicari pendekatannya. Untuk mencari pendekatan tersebut, digunakan grafik datasheet masing-masing sensor MQ sehingga dapat diperoleh grafik hubungan antara R_s/R_o dengan PPM. Dari grafik hubungan antara R_s/R_o dengan PPM, dapat diperoleh persamaan untuk mencari R_s/R_o . Untuk masing-masing sensor memiliki persamaan yang berbeda-beda sesuai dengan persamaan 3.

$$Y = 100 \times (X - 1.53) \quad (3)$$

Dimana Y adalah nilai PPM dan X adalah nilai R_s/R_o . Jika nilai R_s/R_o sudah diketahui, maka nilai tersebut digunakan untuk mencari nilai R_o . Untuk mencari nilai R_o , digunakan persamaan 4 dan 5 dengan nilai yang sudah dimasukkan dalam proses pemrograman.

$$\frac{R_s}{R_o} = X \quad (4)$$

$$R_o = \frac{R_s}{X} \quad (5)$$

Dimana, X adalah nilai R_s/R_o , R_s adalah resistansi sensor, dan R_o adalah resistansi sensor pada udara bersih. Dengan formula di atas, dapat diketahui nilai R_o . Karena nilai R_o adalah suatu ketetapan, maka dalam kondisi ppm berapapun nilai R_o akan sama untuk satu kadar gas. Jadi, dengan menggunakan tiga sensor gas yang berbeda maka ada tiga nilai R_o yang berbeda untuk masing-masing sensor gas. Setelah nilai R_o diketahui, selanjutnya dapat dicari nilai ppm.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian keakuratan sensor MQ-2 dilakukan untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor terhadap gas metana dalam satuan ppm. Pengujian ini menggunakan tiga media untuk mengetahui kandungan gas metana dari ketiga media tersebut. Ketiga media tersebut yaitu asap rokok, asap obat nyamuk dan asap pembakaran kertas. Setiap sensor gas dilakukan pengujian sebanyak 10 percobaan.

Tabel 1 Percobaan Sensor MQ-2 dengan Asap

No.	Kadar Gas (ppm)	R_s/R_o (ohm)	VRL (volt)	Exhaust Fan
1.	124,55	0,87	1,07	Mati
2.	213,31	0,61	1,34	Hidup
3.	203,91	0,63	1,32	Hidup
4.	202,33	0,63	1,31	Hidup
5.	180,97	0,68	1,26	Mati
6.	197,34	0,64	1,30	Mati
7.	210,35	0,62	1,33	Hidup
8.	120,77	0,88	1,06	Mati
9.	127,33	0,85	1,08	Mati
10.	58,99	1,41	0,75	Mati

Dari data pengujian gas pada Tabel 1 jika nilai kadar gas metana melebihi nilai 200 ppm, maka *exhaust fan* akan menyala. Pada pengujian di atas, nilai kadar gas metana paling tinggi yaitu 213,31 ppm dan nilai kadar gas metana paling rendah yaitu 58,99 ppm. Pada pengambilan data asap, sebanyak empat nilai kadar gas melebihi *threshold*. Setelah *exhaust fan* menyala, nilai gas metana menurun dibawah nilai *threshold*. Jika nilai kadar gas metana menurun kurang dari 200 ppm, maka *exhaust fan* mati. Pada tabel di atas, nilai tegangan paling tinggi yaitu 1,34 volt dan tegangan paling rendah yaitu 0,75V. Data pada Tabel 1 akan ditampilkan dalam bentuk grafik menggunakan *IoT*

platform Thingspeak. Visualisasi dari data telah dipaparkan pada Gambar 3.



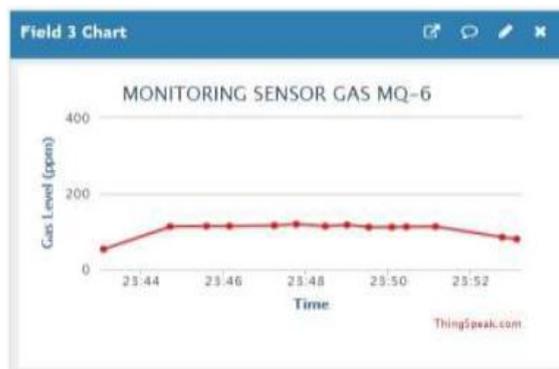
Gambar 3. Grafik IoT Platform untuk Sensor MQ-2

Pada Gambar 3, nilai kadar gas tinggi melebihi 200 ppm dan pada saat *exhaust fan* menyala, maka kadar gas metana menurun. Tetapi setelah *exhaust fan* mati, nilai kadar gas kembali meningkat sampai melebihi nilai *threshold*. Tabel 2 menunjukkan data sensor MQ-6 dengan asap.

Tabel 2. Pengujian Sensor MQ-6 dengan Asap

No.	Kadar Gas (ppm)	Rs/Ro (ohm)	VRL (volt)	Exhaust Fan
1.	77,27	1,18	1,08	Mati
2.	131,18	0,84	1,34	Mati
3.	126,39	0,86	1,32	Mati
4.	124,82	0,87	1,32	Mati
5.	106,12	0,96	1,23	Mati
6.	121,37	0,88	1,30	Mati
7.	129,57	0,84	1,34	Mati
8.	74,56	1,21	1,06	Mati
9.	79,80	1,16	1,09	Mati
10.	36,48	1,98	0,76	Mati

Dari data pengujian asap obat nyamuk pada Tabel 2, nilai kadar gas butana yang dihasilkan semuanya dibawah 200 ppm. Nilai kadar gas paling tinggi adalah 119,29 dan nilai kadar gas paling rendah adalah 51,49. Sehingga, pada pengambilan data dengan media asap obat nyamuk ini, *exhaust fan* tidak menyala karena tidak ada data yang melebihi nilai *threshold*. Sedangkan untuk nilai tegangan paling tinggi adalah 1,29V dan nilai tegangan paling rendah adalah 0,90.



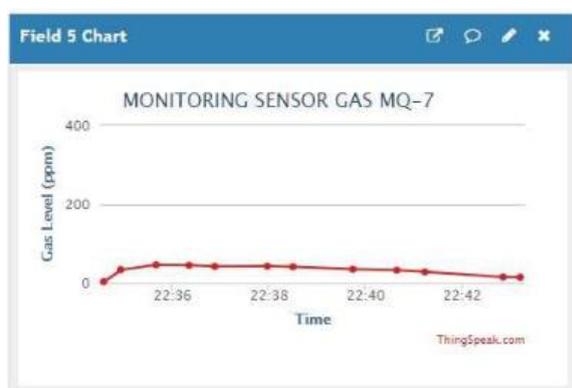
Gambar 4. Grafik IoT Platform untuk Sensor MQ-6

Pada Gambar 4, nilai kadar gas dibawah nilai *threshold* sehingga *exhaust fan* tidak menyala. Pada awal proses pengujian nilai kadar gas masih rendah dan setelah beberapa detik kemudian nilai kadar gas meningkat. Nilai kadar gas butana yang dibaca oleh sensor MQ-6 hampir stabil. Setelah pembakaran obat nyamuk selesai nilai kadar gas butana menurun hingga seperti nilai awal. Tabel 3 menunjukkan data sensor MQ-7 dengan asap.

Tabel 3. Pengujian Sensor MQ-7 dengan Asap

No.	Kadar Gas (ppm)	Rs/Ro (ohm)	VRL (volt)	Exhaust Fan
1.	34,23	2,02	1,06	Mati
2.	46,44	1,65	1,21	Mati
3.	45,25	1,68	1,20	Mati
4.	42,54	1,75	1,16	Mati
5.	42,96	1,74	1,17	Mati
6.	41,51	1,78	1,15	Mati
7.	35,11	1,98	1,07	Mati
8.	32,90	2,07	1,04	Mati
9.	28,47	2,27	0,98	Mati
10.	15,52	3,38	0,73	Mati

Dari data pengujian asap rokok pada Tabel 3, nilai kadar gas karbon monoksida tidak ada yang melebihi nilai *threshold*. Pada pengujian di atas, nilai kadar gas butana semuanya dibawah 50 ppm. Nilai kadar gas karbon monoksida paling tinggi adalah 46,44 ppm dan nilai kadar gas karbon monoksida paling rendah adalah 15,52 ppm. Pada pengambilan data di atas, *exhaust fan* tidak menyala karena kadar gas karbon monoksida tidak melebihi nilai *threshold*. Sedangkan untuk nilai tegangan paling tinggi yaitu 1,21 V dan nilai tegangan paling rendah yaitu 0,73 V.



Gambar 5. Grafik *IoT Platform* untuk Sensor MQ-7

Pada Gambar 5, nilai kadar gas karbon monoksida memiliki nilai yang rendah. Grafik mengalami kenaikan satu kali dan nilai kadar gas karbon monoksida yang dibaca oleh sensor MQ-7 stabil pada data selanjutnya. Setelah pembakaran obat nyamuk selesai, nilai gas mengalami penurunan. Hal itu dikarenakan nilai kadar gas karbon monoksida dalam miniatur ruangan berkurang.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pembahasan mengenai sistem larik sensor gas berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk monitoring gas berbahaya dalam ruangan, maka diperoleh kesimpulan bahwa pengujian sistem monitoring gas berbahaya menggunakan satu larik sensor gas, dimana satu larik terdiri dari tiga sensor yaitu sensor MQ-2, sensor MQ-6 dan sensor MQ-7. Setiap sensor mendeteksi gas yang berbeda-beda, sensor MQ-2 untuk deteksi gas yang berbeda-beda, sensor MQ-6 untuk deteksi gas metana, sensor MQ-6 untuk deteksi gas butana dan sensor MQ-7 untuk deteksi gas karbon monoksida. Jika pembacaan sensor gas melebihi nilai *threshold*, yaitu >200 ppm, maka *exhaust fan* menyala sampai kadar gas didalam ruangan berkurang ≤ 200 ppm. Hasil dari pengujian sensor MQ dengan menggunakan media menunjukkan bahwa semakin besar nilai tegangan keluaran rangkaian (VRL), maka nilai kadar gas (ppm) yang dihasilkan semakin besar. Hal ini menunjukkan hubungan antara VRL dengan kadar gas (ppm) berbanding lurus. Namun, berbeda hubungan VRL dengan Rs/Ro. Semakin besar nilai VRL, maka nilai Rs/Ro semakin kecil. Di sisi lain, nilai resistansi sensor pada udara bersih (Ro) pada satu sensor jenis sensor MQ memiliki nilai ketetapan maka dalam kondisi ppm berapapun maka nilai Ro sama untuk satu kadar gas.

PUSTAKA

[1] F. Rinanda, "FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN PERILAKU SELAMAT PADA PENGEMUDI PENGANGKUT BAHAN KIMIA 12 BERBAHAYA PT ANEKA GAS INDUSTRI, SIDOARJO," Indones. J. Occup. Saf. Heal., vol. 3, no. C, pp. 58–70, 2014.

[2] L. Hakim, P. Yulianto, A. Yulianto, D. Willyam, A. Wilaksono, and B. Ardi, "Produksi Panel Dinding Bangunan Tahan Gempa dan Ramah Lingkungan dari Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Industri Minyak dan Gas," J. Sains dan Teknol. Lingkung., vol. 2, no. 2, pp. 97–110, 2010.

[3] Z. Iqbal and L. Hermanto, "SISTEM MONITORING TINGKAT PENCEMARAN UDARA BERBASIS TEKNOLOGI JARINGAN SENSOR," J. Inform. dan Komput. Vol., vol. 22, no. 1, pp. 10–20, 2017.

[4] R. G. P. Yudha, A. Tranggono, A. Salim, R. G. Putra, and R. O. Y. Hendra, "Performance Analysis Air Quality Monitoring Based on Arduino with Web Server," International Research Journal of Advanced Engineering and Science. Vol. 4, no. 3, pp. 412–417, 2019.

[5] F. Z. Rachman, "Sistem Pemantau Gas di Tempat Pembuangan Sampah Akhir Berbasis Internet of Things," J. Teknol. dan Sist. Komput., vol. 6, no. 3, pp. 100–105, 2018.

[6] J. Sistem, S. Pendukung, K. Pemilihan, and P. Di, "Fakultas Ilmu Komputer," J. Sist. Inf. dan Telemat., vol. 10, no. 1, pp. 1–9, 2019.

[7] D. Prodi, T. Telekomunikasi, and U. Telkom, "RANCANG BANGUN APLIKASI MONITORING" e-Proceeding Appl. Sci., vol. 4, no. 3, pp. 2857–2863, 2018.

[8] F. A. Saputra and I. D. Wahyono, "WATERSOR (WATERLOGGING SENSOR) MONITORING GENANGAN AIR DI KOTA MALANG BERBASIS THINGSPEAK FRAMEWORK," Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, vol. 3, no. 2, pp. 2540–2902, 2019.

[9] F. N. Iksan and G. Tjahjadi, "PERANCANGAN STOP KONTAK PENGENDALI ENERGI LISTRIK DENGAN SISTEM KEAMANAN HUBUNGAN SINGKAT DAN FITUR NOTIFIKASI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," J. Elektro, vol. 11, no. 2, pp. 83–92, 2018.

[10] B. Aufa, H. Nasrullah, A. G. Permana, D. N. Ramadan, and S. Pd, "PERANCANGAN MONITORING STASIUN CUACA DAN KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) Design Monitoring Weather Station and Air Quality Based on Internet of Things (IoT)," e-Proceeding Appl. Sci., vol. 4, no. 3, pp. 2726–2734, 2018.

[11] P. Sistem, K. Exhaust, F. Terintegrasi, and G. Detector, "Pemodelan Sistem Kontrol Exhaust Fan Terintegrasi Gas Detector CO Pada Kamar Pompa (Pump Room) Kapal Tanker," KAPAL, vol. 14, no. 2, pp. 33–39, 2017.

[12] N. Adhim and R. M. Yasi, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN SEPEDA MOTOR BERBASIS RELAY," ZETROEM, vol. 1, no. 1, pp. 10–12, 2019.