



Rancang Bangun Sistem Monitoring Asap Rokok di Toilet Sekolah Menggunakan Sensor MQ-7 dan *Transceiver* nRF24L01+ dengan Output Suara Berbasis Modul ISD 1820

Feby Husna Mahdalena

Universitas Andalas, Padang, Indonesia

E-mail: febyhusna98@gmail.com

Nini Firmawati*

Universitas Andalas, Padang, Indonesia

E-mail: firmawatinini@gmail.com

Rahmat Rasyid

Universitas Andalas, Padang, Indonesia

E-mail: rahmatrasyid1967@gmail.com

*) Corresponding Author

Abstract: A cigarette smoke monitoring system in school toilets has been designed using MQ-7 sensor and transceiver nRF24L01+ with ISD 1820 module based sound output. This hardware system consists of two units that is a transmitter and receiver. The transmitter unit consists of a MQ-7 sensor, a transceiver circuit nRF24L01+, Arduino Uno R3. The receiver unit consists of transceiver circuit nRF24L01+, LCD, Arduino Uno R3, ISD 1820 module. The MQ-7 sensor functions to detect carbon monoxide gas in cigarette smoke. MQ-7 sensor characterization obtained transfer function $y = 0.0635x + 0.3808$ with a regression value of $R^2 = 0.9808$. The error value obtained from the comparison of gas read by the MQ-7 sensor with a biogas analyzer is 5.35%. The transceiver nRF24L01+ test obtained that the maximum distance of data transmission is 502 m without barrier and 68 m with wall barrier. The overall design of the device can function properly, the MQ-7 sensor can detect carbon monoxide gas as far as 110 cm and when the concentration is more than 1 ppm the speaker on the ISD 1820 module will be activated as a warning alarm.

Abstrak: Telah dirancang sistem monitoring asap rokok di toilet sekolah menggunakan sensor MQ-7 dan *transceiver* nRF24L01+ dengan *output* suara berbasis modul ISD 1820. Sistem perangkat keras ini terdiri dari dua unit yaitu *transmitter* dan *receiver*. Unit *transmitter* terdiri dari sensor MQ-7, rangkaian *transceiver* nRF24L01+, Arduino Uno R3. Unit *receiver* terdiri dari rangkaian *transceiver* nRF24L01+, LCD, Arduino Uno R3, modul ISD 1820. Sensor MQ-7 berfungsi untuk mendeteksi gas karbon monoksida pada asap rokok. Karakterisasi sensor MQ-7 didapatkan fungsi transfer $y = 0,0635x + 0,3808$ dengan nilai regresi sebesar $R^2 = 0,9808$. Nilai *error* yang didapatkan dari perbandingan gas yang terbaca oleh sensor MQ-7 dengan *biogas analyzer* sebesar 5,35%. Pengujian *transceiver* nRF24L01+ didapatkan jarak maksimum pengiriman data sejauh 502 m tanpa penghalang dan 68 m dengan penghalang dinding. Rancangan keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik, sensor MQ-7 dapat mendeteksi gas karbon monoksida sejauh 110 cm dan saat konsentrasi lebih dari 1 ppm maka speaker pada modul ISD 1820 akan aktif sebagai alarm peringatan

Keywords: gas karbon monoksida, arduino UNO R3, sensor MQ-7, *transceiver* nRF24L01+, *biogas analyzer*

PENDAHULUAN

Para perokok mengetahui bahwa dampak yang dapat diterima akibat mengonsumsi rokok sudah sering ditulis

pada surat kabar, majalah, dan media massa lain, bahkan dari bungkus rokok itu sendiri tetapi tidak membuat khawatir untuk mengonsumsinya. Konsumsi dan paparan asap rokok dapat mengakibatkan

dampak yang serius bagi kesehatan yaitu dapat menyebabkan kanker paru-paru, kanker mulut, kanker organ lain, penyakit jantung, gangguan kehamilan, dan juga dapat menyebabkan kematian (Depkes RI, 2006).

Perokok bukan hanya orang dewasa tetapi juga anak-anak atau remaja usia sekolah. Menurut penelitian *Global Youth Tobacco Survey* (GYTS) tahun 2014 menunjukkan bahwa 20,3% anak sekolah di Indonesia adalah perokok aktif. Pada tahun 2018 Risdas telah melakukan survei dan menyatakan bahwa terjadi peningkatan perokok anak dan remaja usia (10-18) tahun dari 7,2% di tahun 2013 menjadi 9,1% di tahun 2018 (Kemenkes RI, 2019).

Remaja yang sudah menjadi perokok aktif selain merokok di tempat-tempat umum juga melakukannya di lingkungan sekolah. Remaja biasanya menyalurkan kebiasaan merokoknya di lingkungan sekolah pada tempat yang jarang dijangkau oleh guru salah satu contohnya yaitu di toilet sekolah. Beberapa sekolah menggunakan cctv untuk meminimalisir siswa merokok di lingkungan sekolah tetapi cctv tidak bisa dipasang pada toilet sekolah dikarenakan dapat mengganggu hak privasi siswa. Pemerintah Indonesia mengatur pemanfaatan cctv dengan menjamin hak privasi setiap orang dan aturan tersebut tertuang pada Pasal 26 UU ITE (Hukum Online, 2013). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan sistem monitoring untuk melakukan pengawasan kepada siswa agar tidak merokok dengan tidak melanggar hak privasinya di lingkungan sekolah.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat tidak menutup kemungkinan untuk membuat sistem monitoring terhadap perilaku siswa yang sering merokok di sekolah. Penelitian sebelumnya membuat alat untuk mendeteksi asap rokok dengan sistem *multiple warning* yang menggunakan sensor MQ-135 berbasis arduino. Alat ini menggunakan modul ISD 1820 untuk

menghasilkan *voice note* dan menggunakan kipas dc sebagai pengurai udara dalam ruangan (Gustavia dan Nurraharjo, 2018). Kekurangan dari penelitian ini adalah tidak adanya pemberitahuan untuk jarak jauh.

Sujatmoko dkk. (2015) juga telah melakukan penelitian untuk mendeteksi asap rokok menggunakan SMS Gateway untuk asrama Crystal di Universitas Klabat. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor MQ-7, sensor ini mendeteksi karbon monoksida pada asap rokok dan sensor UV-Tron untuk mendeteksi api. Sistem ini hanya menggunakan *buzzer* sebagai alarm peringatan.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi penelitian sebelumnya maka diperlukan pengembangan alat untuk monitoring deteksi asap rokok di lingkungan sekolah khususnya di toilet sekolah. Penelitian ini menggunakan sensor MQ-7 yang memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat, dan juga menggunakan *transceiver* nRF24L01+ dengan keunggulan dapat mentransmisikan data dengan jarak jauh tanpa kabel. Penelitian ini dilengkapi dengan modul ISD 1820 untuk merekam dan memutar ulang suara. Jika asap rokok terdeteksi maka speaker akan mengeluarkan suara yang telah direkam pada modul ISD 1820 sebagai peringatan.

METODE

Metode yang digunakan untuk menghasilkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada sensor MQ-7 dengan menghitung rasio antara nilai resistansi sensor (R_s) dengan resistansi sensor pada udara bersih (R_o). Nilai keluaran dari sensor masih berupa tegangan analog (V_{RL}). Nilai V_{RL} didapatkan dengan memanfaatkan teori pembagi tegangan antara nilai tahanan sensor (R_s) dengan tahanan beban (R_L) pada Persamaan 1.

$$V_{RL} = \frac{RL \times Vc}{Rs + RL} \quad (1)$$

Maka nilai Rs,

$$Rs = \left(\frac{Vc \times RL}{V_{RL}} \right) - RL \quad (2)$$

Keterangan:

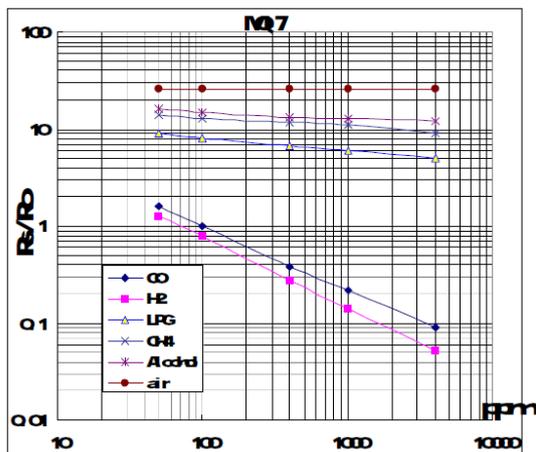
V_{RL} = Tegangan keluaran sensor (V)

RL = Tahanan beban pada rangkaian (Ω)

Vc = Tegangan sumber (V)

Rs = Tahanan pada sensor

Perbandingan Rs/Ro menjadi acuan untuk mendapatkan hasil akhir dengan satuan ppm. Karakterisasi terhadap sensor dengan melakukan pendekatan pada nilai yang telah ada pada *datasheet*. Hubungana Rs/Ro dengan nilai konsentrasi CO (ppm) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Rs/Ro dengan nilai konsentrasi CO (ppm)

Pada *datasheet* didapatkan bahwa rasio resistansi sensor MQ-7 (Rs/Ro) akan bernilai 1 saat konsentrasi gas CO = 100 ppm sehingga nilai Rs = nilai Ro yang dibuktikan dengan Persamaan 3

$$100 \text{ ppm CO} = \frac{Rs}{Ro} = 1 \quad (3)$$

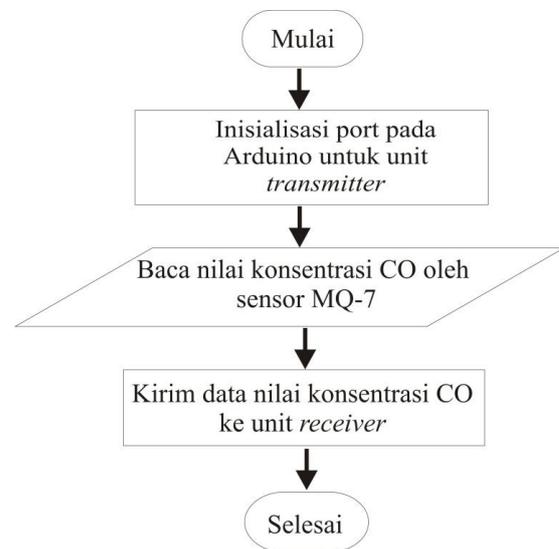
Maka,

$$100 \text{ ppm CO} = Rs = Ro \quad (4)$$

Prinsip kerja dari sensor MQ-7 adalah mendeteksi keberadaan gas karbon

monoksida. Sensor MQ-7 pada saat terdeteksi gas karbon monoksida maka resistansi elektrik sensor akan menurun. Sensor MQ-7 memiliki *heater* yang berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan 5 V (Manurung, 2018).

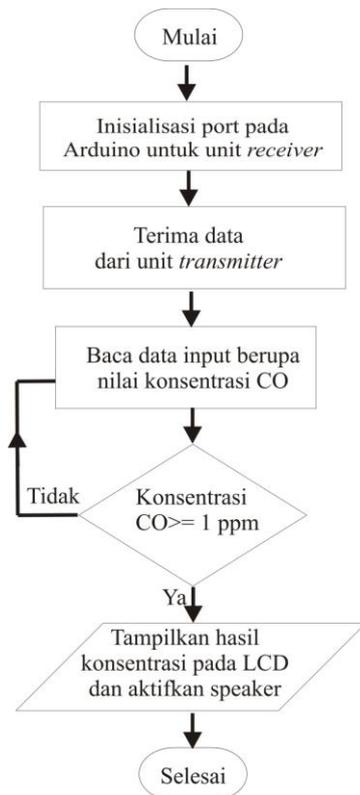
Selanjutnya perancangan perangkat lunak sistem telemetri yang dibagi menjadi dua unit yaitu unit *transmitter* dan unit *receiver* dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Diagram Alir Program unit *transmitter*

Diagram alir menunjukkan perancangan sistem deteksi gas karbonmonoksida pada asap rokok dengan pemrograman bahasa C sebagai pengolah data sensor MQ-7. Diagram alir dimulai dengan menginisialisasi pin arduino pada unit *transmitter* dan unit *receiver*. Unit *transmitter* terdiri dari sensor MQ-7 dan modul nRF24L01+. Ketika sensor MQ-7 mendeteksi gas karbonmonoksida pada asap rokok maka nilai konsentrasi gas karbon monoksida dikirim ke unit *receiver*.

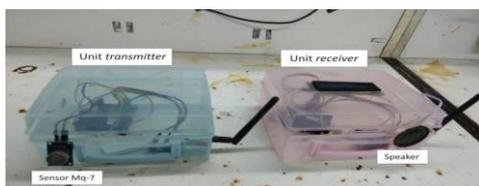
Diagram alir unit *receiver* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Program unit receiver

Pada unit receiver terdiri dari modul nRF24L01+, LCD, modul ISD 1820 dan speaker, yang terhubung dengan arduino. Nilai konsentrasi yang diterima oleh unit receiver akan ditampilkan oleh LCD. Jika nilai konsentrasi melebihi 1 ppm maka akan memberikan *output high* yang selanjutnya akan diproses oleh arduino dan speaker akan menghasilkan suara “ Terdeteksinya Asap Rokok” sebagai peringatan.

Berikutnya perancangan bentuk fisik alat dibuat dalam bentuk *prototype* dengan mempertimbangkan keefisienan dan kemudahan dalam penggunaan kerja alat. Gambaran umum rancang bangun sistem monitoring alat deteksi asap rokok dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk fisik alat secara keseluruhan

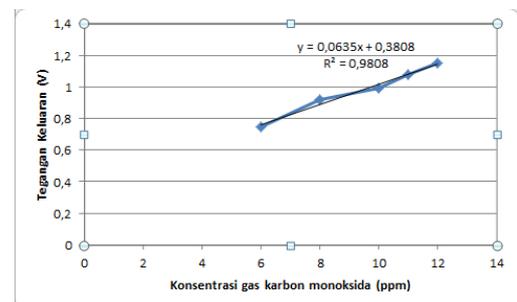
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sensor MQ-7 didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi gas karbon monoksida semakin besar tegangan yang dihasilkan. Berikut tabel hasil tegangan keluaran sensor MQ-7 terhadap konsentrasi gas karbon monoksida

Tabel 1. Hasil tegangan keluaran sensor MQ-7 terhadap konsentrasi gas karbon monoksida

No	Konsentrasi gas karbon monoksida (ppm)	Tegangan keluaran sensor (V)
1	6	0,75
2	8	0,92
3	10	0,99
4	11	1,08
5	12	1,11

Plot data tegangan keluaran terhadap konsentrasi gas karbon monoksida dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan tegangan keluaran sensor MQ-7 terhadap konsentrasi gas karbon monoksida

Gambar 5 menunjukkan bahwa grafik berbentuk linear. Fungsi transfer pada grafik menunjukkan bahwa variasi konsentrasi gas karbon monoksida sebanding dengan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor MQ-7 dengan nilai regresi sebesar $R^2 = 0,9808$. Hal ini juga menunjukkan bahwa sensitivitas sensor sebesar 0,0635 V/ppm dan tegangan *offset* sebesar 0,3808.

Nilai karakteristik sensor MQ-7 dapat diketahui dengan grafik perbandingan R_s/R_o yang ada pada *datasheet* sensor MQ-7 sebagai acuan untuk mendapatkan nilai konsentrasi gas

dengan satuan ppm. R_s adalah tahanan sensor pada kadar CO tertentu atau yang sedang diukur dan R_o adalah tahanan sensor pada udara yang bersih. Hubungan R_s/R_o dengan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan R_s/R_o dengan konsentrasi gas karbon monoksida (CO)

No	V_{RL} (V)	R_s (Ω)	R_o (Ω)	R_s/R_o	C_o (ppm)
1	0,75	5666,5	873	6,49	5,25
2	0,92	4434,7	873	5,07	7,67
3	0,99	4050,5	873	4,64	9,58
4	1,08	3629,6	873	4,15	10,54
5	1,11	3504,5	873	4,01	11,79

Hasil pada tabel menunjukkan bahwa nilai R_s/R_o berbanding terbalik dengan nilai konsentrasi dan tegangan yang dihasilkan. Sesuai dengan teori bahwa nilai resistansi sensor mempengaruhi tegangan dan konsentrasi yang dihasilkan.

Selanjutnya pengujian sensor MQ-7 dilakukan dengan membandingkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada sensor MQ-7 dan *biogas analyzer*. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan konsentrasi gas karbon monoksida yang terukur pada rancangan dengan *biogas analyzer*

No	Sensor MQ-7 (ppm)	<i>Biogas Analyzer</i> ' (ppm)	Error (%)
1	5,25	6	12,5
2	7,67	8	4,12
3	9,58	10	4,2
4	10,54	11	4,18
5	11,79	12	1,75
Error rata-rata			5,35

Error rata-rata dari hasil perbandingan konsentrasi yang terbaca oleh sensor MQ-7 dengan *biogas analyzer* sebesar 5,35%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MQ-7 bekerja dengan baik dengan nilai konsentrasi sensor MQ-7 mendekati nilai yang ditunjukkan oleh *biogas analyzer*.

Karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dilakukan untuk menguji seberapa jauh data yang dapat dikirim oleh *transceiver* saat ada penghalang dan tanpa penghalang pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil pengujian karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ tanpa penghalang

No	Jt (m)	Kt	Kr	Sd
1	100	2043	2043	Terkirim
2	200	2043	2043	Terkirim
3	300	2043	2043	Terkirim
4	400	2043	2043	Terkirim
5	502	2043	2043	Terkirim
6	>502	2043	-	Tidak terkirim

Dimana Jt (Jarak transmisi), Kt (Kode transmitter), Kr (Kode receiver) dan Sd (Status data). Berdasarkan data yang didapatkan jarak maksimum pengiriman data sejauh 502 m. Data yang diperoleh belum sesuai dengan *datasheet* nRF24L01+ yang jarak maksimumnya sebesar 1 km (Docfoc, 2016). Hal ini terjadi karena adanya *noise* pada unit *transmitter* dan area yang digunakan terdapat penghalang seperti pepohonan.

Tabel 5. Hasil pengujian karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dengan penghalang dinding

No	Jt (m)	Kt	Kr	Sd
1	10-20	2043	2043	Terkirim
2	20-40	2043	2043	Terkirim
3	40-68	2043	2043	Terkirim
4	>68	2043	-	Tidak Terkirim

Dimana Jt (Jarak transmisi), Kt (Kode transmitter), Kr (Kode receiver), Sd (Status data). Berdasarkan data yang diperoleh jarak maksimum yang didapatkan sebesar 68 m. Hal tersebut dikarenakan gelombang radio akan mengalami penyerapan, pemantulan, dan hamburan ketika ada penghalang. Ketebalan dinding juga mempengaruhi gelombang saat merambat sehingga sinyal tidak mampu mengirimkan informasi pada jarak yang sangat jauh (Eriyaldi, 2017).

Selanjutnya pengujian alat secara keseluruhan dengan memvariasikan jarak rokok terhadap sensor MQ-7. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh

jarak gas karbon monoksida yang dapat dideteksi oleh sensor MQ-7 dengan jarak transmisi alat sejauh 1 m pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengukuran alat secara keseluruhan dengan variasi jarak

No	Jarak (cm)	Konsentrasi gas karbon monoksida (ppm)	Speaker (berbunyi/tidak)
1	10	12,31	Berbunyi
2	20	9,13	Berbunyi
3	30	7,48	Berbunyi
4	40	6,65	Berbunyi
5	50	4,60	Berbunyi
6	60	3,81	Berbunyi
7	70	3,38	Berbunyi
8	80	2,53	Berbunyi
9	90	1,67	Berbunyi
10	100	1,36	Berbunyi
11	110	1,16	Berbunyi
12	120	0,89	Tidak
13	130	0,89	Tidak
14	140	0,89	Tidak

Tabel 6. menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antara sensor dengan rokok semakin sedikit nilai konsentrasi yang terbaca. Hal tersebut dikarenakan asap rokok yang terdeteksi kurang pekat karena adanya pengaruh dari angin (Sasmoko dan Mahendra, 2017). Konsentrasi awal yang terbaca oleh sensor MQ-7 yang telah terhubung dengan nRF24101+ pada unit *transmitter* sebesar 0,89 ppm. Hal tersebut dikarenakan adanya *noise* pada rangkaian sehingga mempengaruhi tegangan pada sensor (Eriyaldi, 2017).

Penelitian ini juga dilaksanakan di sekolah MTI Tarusan Kamang Kabupaten Agam dengan jarak transmisi antara ruang guru dan toilet sejauh 30 m. Hasil data pengujian alat keseluruhan di sekolah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil data pengujian alat keseluruhan di sekolah

Keadaan Sensor	Per coba ke	Konsent rasi gas karbon monoksida (ppm)	Speaker (berbunyi/tidak)
Sebelum ada asap rokok	1	0,89	Tidak
	2	0,89	Tidak
	3	0,89	Tidak
Setelah ada asap rokok (jarak sensor dengan rokok sejauh 5 cm)	4	13,73	Berbunyi
	5	13,84	Berbunyi
	6	12,56	Berbunyi
	7	13,50	Berbunyi
	8	13,39	Berbunyi
	9	12,41	Berbunyi

Hasil pengujian dapat dilihat bahwa alat bekerja dengan baik dan speaker berbunyi saat nilai konsentrasi gas karbon monoksida lebih dari 1 ppm. Speaker akan berbunyi selama 20 detik. Pengujian pada saat sebelum ada asap rokok dilakukan dengan cara mengukur gas karbon di toilet tanpa adanya asap rokok didapatkan konsentrasinya sebesar 0,89 ppm. Setelah itu dilakukan pengujian saat kondisi sensor mendeteksi asap rokok dengan jarak antara sensor dengan asap rokok sejauh 5 cm didapatkan bahwa konsentrasi gas karbon monoksida sebesar (12,41- 13,84) ppm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Rancang bangun sistem monitoring asap rokok di sekolah menggunakan sensor MQ-7 dan *transceiver* nRF24L01+ telah berhasil dibuat dan bekerja dengan baik. Hasil karakterisasi konsentrasi gas karbon monoksida terhadap tegangan keluaran sensor MQ-7 didapatkan fungsi transfer $y = 0,0645x + 0,3808$ dengan regresi sebesar $R^2 = 0,9808$. Ketika konsentrasi yang terbaca oleh sensor MQ-7 dibandingkan dengan konsentrasi yang terbaca oleh alat *biogas analyzer* didapatkan *error* sebesar 5,35%. Jangkauan maksimum sensor MQ-7 untuk mendeteksi gas karbon monoksida sebesar 110 cm.

Hasil pengujian *transceiver* nRF24L01+ untuk mendapatkan jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh sinyal *transceiver* nRF24L01+ saat tanpa penghalang sejauh 502 m, sedangkan jarak yang didapatkan saat ada penghalang dinding sebesar 68 m.

Penelitian ini hanya dilakukan di toilet sekolah ada beberapa kekurangan alat ini yang harus diperbaiki. Sebaiknya sensor yang digunakan lebih dari 1 agar alat dapat bekerja maksimal. Alat ini sebaiknya ditambahkan alat penghisap asap untuk meningkatkan konsentrasi asap rokok yang dideteksi oleh sensor. *Transceiver* nRF24L01+ disarankan menggunakan penguat sinyal atau ditambahkan dengan *transceiver* lain agar jangkauan sinyal yang didapatkan lebih jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pembimbing yang telah memberikan bimbingan selama penelitian ini. Terima kasih kepada ketua jurusan fisika dan ketua laboratorium elektronika dan instrumentasi karena telah memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih kepada kepala sekolah MTI Tarusan Kamang yang telah memfasilitasi dalam pengambilan data dan juga kepada Tim Natural Science yang telah meluangkan waktu untuk menerbitkan artikel ini.

REFERENSI

- Depkes RI. 2006. *Panduan Promosi perilaku tidak merokok*. Jakarta: Pusat Promosi Kesehatan.
- Eriyaldi dan Wildian. 2017. Rancang Bangun Sistem Telemetri Konsentrasi Gas Amonia Menggunakan Sensor MQ-137 dan *Transceiver* nRF24L01+. *Journal Fisika Unand*, Vol. 6 No.3.
- Gustavia, R.A.. dan Nurraharjo, E. 2018. Rancang Bangun Sistem Multiple

Warning Deteksi Asap Rokok menggunakan Sensor MQ-135 Berbasis Arduino. *Prosiding SINTAK 2018*.

- Manuruang, M.B. 2018. Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ-7. *e-Proceeding of Engineering*, Vol. 5, No.2.
- Sujatmoko, A.S.R. dkk. 2015. Rancang Bangun Detektor Asap Rokok menggunakan SMS Gateway untuk Asrama Crystal di Universitas Klabat, *Konferensi Nasional Sistem & Informatika 2015*. STMIK STIKOM Bali
- Sasmoko, D. dan Mahendra, A. 2017. Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway menggunakan Arduin. *Jurnal*
- Hukum Online. 2013. *Hukum Merekam menggunakan Kamera Tersembunyi*. <https://www.hukumonline.com/klinik/detail/ulasan/lt508a38edc9c87/hukum-merekam-menggunakan-kamera-tersembunyi-hidden-camera/> diakses 2 Maret 2020.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2019. *Kemendes Meminta Kemkominfo Blokir Iklan Rokok di Internet*. <http://www.depkes.go.id>, diakses Agustus 2019.