

PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI CO₂ MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 BERBASIS INTERNET OF THING

Amsar, Khairuman, Marlina

Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Aceh Selatan

Email: amsar@poltas.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol4No1.pp73-79>

ABSTRAK

Salah satu gas yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia adalah Gas CO₂, untuk mengetahui kadar di tempat tertentu mengandung CO₂ tanpa menggunakan alat bantu pendeteksi akan sulit dilakukan, karena Gas CO₂ tersebut merupakan zat yang tidak dapat dilihat langsung oleh mata manusia, maka dalam penelitian ini dirancang sebuah alat pendeteksi CO₂ yang dapat memberikan notifikasi kadar CO₂ ke telegram berbasis *Internet Of Things* (IOT). Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk pengukuran kadar CO₂ dengan menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi kadar dari karbon dioksida, sehingga kadar CO₂ yang terdeteksi oleh sensor selanjutnya dikirim melalui jaringan IOT berbasis notifikasi via telegram, notifikasi pada telegram sebagai media pemberi informasi pada alat yang dibangun ini dengan lima kategori yaitu: baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya, adapun hasil dari rentang diperoleh jika sensor MQ-2 mendeteksi karbon dioksida dengan rentang 0-50 ppm, maka kondisi udara baik, apabila sensor mendeteksi karbondioksida dengan rentang 51-100 ppm, maka kondisi udara sedang, apabila sensor mendeteksi karbondioksida dengan rentang 101-199 ppm, maka kondisi udara tidak sehat, apabila sensor mendeteksi karbondioksida dengan rentang 200-299 ppm, maka kondisi udara sangat tidak sehat, dan apabila sensor mendeteksi karbondioksida dengan rentang \geq 300 ppm, maka notifikasi ke telegram berbahaya.

Kata Kunci: *Sensor MQ-2, Internet Of Things, Karbon Dioksida, Telegram.*

PENDAHULUAN

Kandungan udara yang kita hirup setiap hari merupakan unsur yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, kebutuhan udara yang bersih dan bebas dari polusi dan racun sangat perlu dijaga kualitas agar tidak tercemar karena pencemaran udara juga akan merusak kesehatan manusia, polusi udara yang buruk dapat merusak kesehatan dan berdampak buruk pada lingkungan sekitarnya (Dan et al., 2014). Dampak buruk dari tercemarnya udara akan meningkatkan level kadar karbon dioksida (CO₂), didalam udara yang mengandung karbon dioksida tersebut berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti bahan bakar minyak, batu bara, dan kegiatan industry kimia lainnya. Gas-gas tersebut akan mencemari kandungan udara yang berada dilingkungan disekitarnya.

Dalam penelitian ini Pendeteksian CO₂ Menggunakan Media Informasi Berbasis IOT (*Internet Of Thing*) yang bertujuan untuk mendeteksi gas karbon dioksida melalui media internet berbasis telegram, agar informasi bahaya gas CO₂ secepat mungkin dapat diketahui kadar karbon dioksida di udara yang terdeteksi oleh sensor MQ-2.

Karbon dioksida atau juga dikenal dengan CO₂ merupakan senyawa kimia anorganik yang mempunyai berbagai penggunaan komersial, mulai dari produksi laser hingga karbonisasi minuman ringan. Karbon dioksida (CO₂) di udara dapat larut dalam air hujan dan menghasilkan senyawa yang bersifat asam dengan kadar pH 5.6 (Wardhani & Ihwan, 2015). CO₂ menurunkan kecepatan rambat api pembakaran karena molekul CO₂ menghambat rekasi tumbukan antara molekul refrigerant hidrokarbon kandungan propane 99.5% dengan molekul udara (Wahyudi et al., 2012). Molekul dalam senyawa ini terdapat dua bagian yakni molekul oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah molekul karbon. Gas CO₂ ini dihasilkan melalui proses respirasi dan pembakaran serta proses dekomposisi bahan organik. Pada awal abad ke-20, jumlah karbon dioksida dilingkungan tetap terjaga dan stabil oleh pertumbuhan yang mampu menyerap gas ini pada saat melakukan proses fotosintesis. Dalam budidaya vulgaris CO₂ merupakan variabel penting yang perlu diperhatikan, permasalahan yang terjadi adalah CO₂ tidak cukup disuplai melalui difusi sederhana dari udara karena konsentrasinya sangat rendah yaitu 0.03% (Jawa et al., 2014). Akibat proses pembakaran

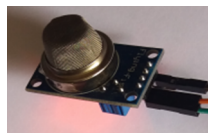
yang meningkatnya karbon dioksida yang cukup tinggi dikawatirkan dapat memicu terjadinya pemanasan global yang mengakibatkan terjadinya pencairan es di kutub dan mengganggu keseimbangan ekosistem (Muharram, 2015).

Sensor MQ-2

Salah satu sensor yang sangat sensitif terhadap asap adalah sensor MQ-2, sensor ini mampu mendeteksi gas dari hasil pembakaran, sehingga asap di udara dari hasil pembakaran tersebut dapat dibawa sebagai tegangan analog, sensor MQ-2 ini juga mampu mendeteksi kebocoran gas (Mulyati, 2018). Apabila terdapat kebocoran gas konduktifitas sensor akan berubah menjadi lebih tinggi, konduktifitas sensor ikut naik setiap terjadinya konsentrasi gas. MQ-2 sensitif terhadap gas LPG, Propana, Hidrogen, Karbon Monoksida, Metana dan Alkohol serta gas mudah terbakar diudara lainnya.



Gambar 1. Sensor MQ-2



Gambar 2. Modul Sensor MQ-2

Sensor gas dan asap ini mampu mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog, jarak ukuran konsentrasi gas pada sensor MQ-2 ini pada gas yang mudah terbakar dari 300 hingga 10.000 ppm. Dapat beroperasi pada suhu dari -20 sampai 50°C dan mengkonsumsi kurang dari 150 mA pada 5V (Dan et al., 2014).

Kriteria Kualitas Udara

Kriteria udara menurut (Agustinus, 2015) berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Table 1. Kriteria Kualitas udara

No	Kategori	Rentang	Penjelasan
1	Baik	0-50	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
2	Sedang	51 – 100	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan, tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika
3	Tidak sehat	101 – 199	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
4	Sangat tidak sehat	200 -299	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
5	Berbahaya	>=300	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

Internet Of Things (IOT)

Internet Of Things mendia layanan informasi yang dibutuhkan dalam pengerjaan suatu permasalahan mengingat semakin meningkatnya pengguna internet dengan berbagai fasilitas dan layanan yang semakin optimal, hal ini berspekulasi karena antara komputer dan peralatan elektronik mampu melakukan sharing informasi berupa data, baik dalam audio maupun visual sehingga mengurangi interaksi manusia dalam pengoperasian perangkat elektronik secara langsung (Yulita Fatma Andriani, M. Fajrian Noor, 2019).

Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan bagian dari perangkat elektronik yang berkaitan dengan suatu rangkaian pada papan Arduino ke alat elektronika yang digunakan pada papan breadboard (Nugraha & Hasan, 2019). Kabel jumper terdiri dari kabel jumper male to male, jumper male to famel, dan famel to famel.



Gambar 3. Kabel Jumper

Telegram

Aplikasi ini sederhana dan gratis yang mampu menyampaikan informasi berfokus kepada kecepatan dan keamanan. untuk merancang agar alat peringatan kadar gas karbon dioksida ini dapat digunakan dari jarak jauh, maka solusi yang digunakan menggunakan fasilitas notifikasi melalui social messenger dengan menggunakan paket data internet yang lebih murah untuk pemberian informasi (Baharuddin & Sofwan, 2018). Aplikasi Telegram ini menggunakan nomor ponsel untuk dapat terhubung

satu dan lain yang sesama pengguna telegram, namun aplikasi ini sangat tergantung dengan konektivitas jaringan internet.



Gambar 4. Icon telegram

IDE Arduino

Integrated Development Environment (IDE) adalah program yang digunakan dalam pembuatan program pada Esp 8266 NodeMcu (Endra et al., 2019). Pada pemrograman arduino dapat menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan bahasa pemrograman c, bahasa pemrograman arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan agar memudahkan para pemula dalam melakukan pengetikan sintak program dari bahasa aslinya yang sebelumnya oleh perusahaan yang menciptakan produk arduino ini sudah ditanamkan suatu bahasa program bernama *bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* arduino dengan mikrokontroler.

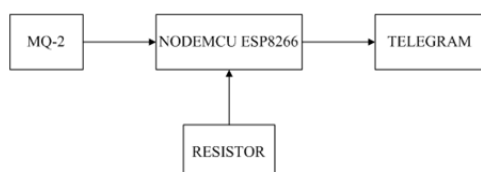


Gambar 5. Arduino

METODE PENELITIAN

Perancangan perangkat keras terdiri dari bagian sistem sensor, resistor rangkaian NodeMCU-ESP12E, dan rangkaian modul *Wi-fi*. Perancangan alat pendeteksi gas karbondioksida (CO_2) sebagai media informasi berbasis *IOT (Internet of thing)* ini dibuat dengan menggunakan sistem perangkat keras terdiri dari sistem sensor, rangkaian rangkaian NodeMCU-ESP12E, aplikasi telegram dan rangkaian modul *WI-FI*. Perancangan ini dibuat untuk memudahkan proses pembuatan alat pendeteksi karbondioksida (CO_2) sebagai media informasi berbasis *IOT* menggunakan aplikasi *telegram*.

Diagram Perancangan Sistem



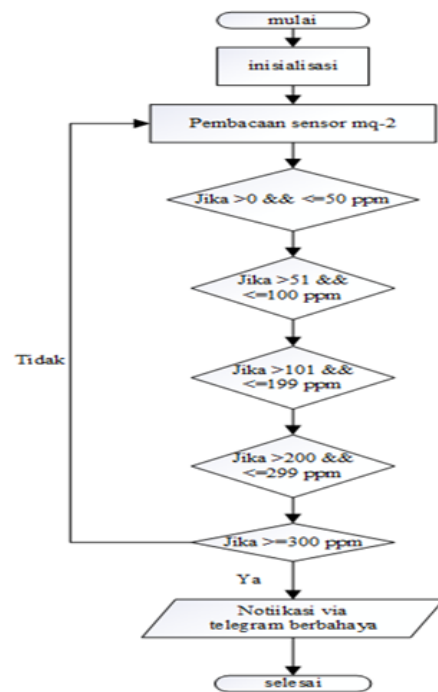
Gambar 6. Diagram perancangan sistem kerja alat

Pada Gambar 6 tersebut dilihat pada input dari sistem yaitu berupa sensor Gas, kemudian input tersebut akan diproses oleh modul *wifi* yang selanjutnya akan dikendalikan *output* berupa via telegram. Berikut akan dijelaskan kegunaan tiap komponen diatas:

- Sensor gas *MQ-2* ini digunakan untuk mendeteksi karbondioksida diudara.
- Modul *wifi ESP8266* berfungsi sebagai alat kontrol dan pemrosesan data yang diambil dari modul sensor *MQ-2*. Dan hasil pemrosesan tersebut akan diimplementasikan pada sistem aktuator atau pendeteksi *MQ-2*.
- Telegram digunakan sebagai alat *Output* hasil dari sensor *MQ-2*
- Sumber tegangan berasal dari resistor

Sistem Kerja dalam perancangan

Berikut merupakan *flowchart* rancangan cara kerja alat pendeteksi karbondioksida.



Gambar 7. Flowchart program

Dari Gambar 7 terlihat bahwa saat sistem mulai dijalankan, sensor akan membaca kadar gas di daerah sensor dan *ouput*-nya akan masuk ke telegram sesuai dengan pembacaan sensor dengan beberapa kategori dibawah ini.

- Baik, ketika sensor mendeteksi gas >0 dan ≤ 50 ppm
- Sedang, jika sensor mendeteksi gas >51 dan ≤ 100 ppm

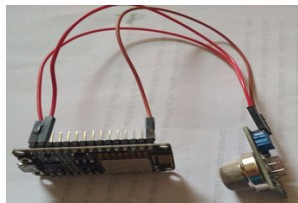
3. Tidak sehat, jika sensor mendeteksi gas > 101 dan ≤ 199 ppm
4. Sangat tidak sehat, ketika sensor mendeteksi gas > 200 dan ≤ 299 ppm
5. Berbahaya, jika sensor mendeteksi gas ≥ 300

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perancangan yang sudah dilakukan telah berhasil dibuat suatu alat pendeteksi gas CO₂, berbasis IOT dengan menggunakan sensor MQ-2. Pada rangkaian pendeteksi gas CO₂ ini terbagi atas dua bagian dasar yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. *NodeMCU* sebagai sistem kontrol yang dapat merespon semua input yang dapat dari sensor MQ-2 dan mengolahnya sesuai dengan intruksi-intruksi yang dibuat. Perangkat lunak yang digunakan dalam pemrograman Arduino ini adalah bahasa c.

Rangkaian Sensor MQ-2

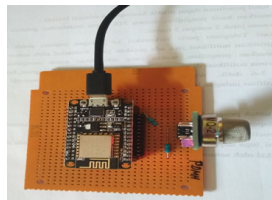
Dalam rangkaian sensor MQ-2 ini, Pin A0 pada pin sensor MQ-2 di hubungkan ke pin A0 *analoginput/output* pada *nodeMCU*, pin *Gnd sensor* ke pin *Gnd pada nodeMCU* dan pin *Vcc sensor* ke pin *Vin pada node MCU* seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian sensor MQ-2

Rangkaian alat

Gambar berikut menunjukkan komponen-komponen yang digunakan sebagai pendeteksi karbondioksida.



Gambar 9. Rangkaian alat

Dari Gambar 9 terdapat satu sensor MQ-2 yang digunakan untuk mendeteksi karbondioksida, *nodeMCU* sebagai mikrokontroler *built-in* dengan *Wi-fi module ESP8266*, resistor sebagai sumber tegangan dan vcb sebagai penghubung keseluruhan rangkaian.

Prosedur Pengujian Alat

Pengujian Alat dilakukan secara bertahap mulai dari pengujian sensor MQ-2 dan pengujian koneksi ke via telegram, dan pengujian alat keseluruhan.

a. Pengujian sensor MQ-2

Pengujian sensor ini dilakukan untuk mengetahui sensor sudah bekerja dengan baik, sesuai dengan sistem kerjanya. Pengujian sensor MQ-2 dilakukan dengan menggunakan data analog (0 sampai 1023). Langkah-langkah pengujian dilakukan seperti berikut ini:

1. Menghubungkan sensor ke *node MCU*
2. Menghubungkan *board nodeMCU* dengan komputer melalui kabel *USB*.
3. Membuat sketch program dan mengupload ke *board nodeMCU*.

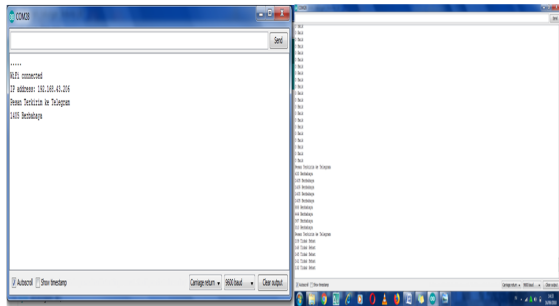
b. Pengujian MQ-2 pada Telegram

Pengujian sensor MQ-2 ini bertujuan untuk mengecek apakah sensor tersebut bagus dan siap untuk digunakan, untuk mengetahui sensor tersebut aktif, terlebih dahulu dibuat programnya di Arduino. *Compile coding* dan *upload* ke rangkaian *nodeMCU* dan sensor MQ-2, setelah itu buka serial monitor untuk mengetahui apakah sensor telah aktif, dan sambungkan ke *Wi-fi* yang sudah terkoneksi kerangkaian *nodeMCU*, apabila koneksi *Wi-fi* nya sudah terhubung maka otomatis sensor akan mengirimkan pesan ke via telegram pengguna.

Untuk mengoperasikan alat pendeteksi karbon dioksida dengan menggunakan sensor MQ-2 adalah sebagai berikut:

1. Pastikan alat sudah terangkai dan sudah siap untuk dilakukan pengujian.
2. Setelah semua alat terangkai, hubungkan USB ke laptop yang menjadi sumber tegangan utama, dan pada saat itu juga sensor akan mendeteksi karbondioksida. Dengan kelas seperti berikut :
 - Baik , ketika sensor mendeteksi gas >0 dan ≤ 50 ppm
 - Sedang, jika sensor mendeteksi gas >51 dan ≤ 100 ppm
 - Tidak sehat, jika sensor mendeteksi gas > 101 dan ≤ 199 ppm
 - Sangat tidak sehat, ketika sensor mendeteksi gas > 200 dan ≤ 299 ppm
 - Berbahaya, jika sensor mendeteksi gas ≥ 300 ppm

Hasil dapat dilihat pada tampilan serial monitor sensor MQ-2 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Tampilan serial monitor sensor mq-2

Hasil Pengujian pada Sensor

Pengujian sensor dilakukan pada gas karbondioksida, ada lima kondisi yang diharapkan yaitu baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya. Ketika sensor mendeteksi adanya CO₂ rentang gas 0-50 ppm, maka kondisi udara baik, jika rentang gas 51-100 ppm, maka kondisi udara sedang, jika sensor mendeteksi rentang gas 101-199 ppm, maka kondisi ini dinyatakan tidak sehat, jika sensor mendeteksi 200-299 ppm, maka kondisi ini dinyatakan sangat tidak sehat, dan pada saat sensor mendeteksi gas CO₂ yang rentangnya sekitar 300 lebih maka notifikasi ketelegram berbahaya dan pada saat ini kondisi udara dinyatakan berbahaya.

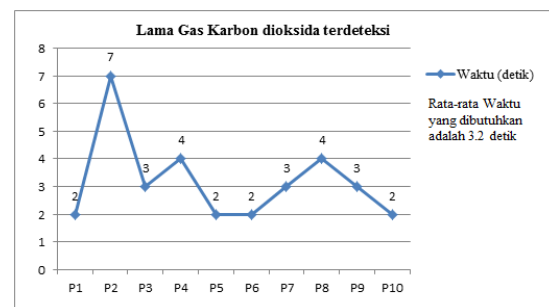
Pengujian Waktu Deteksi Gas

Pengujian ini untuk melihat waktu dan kecepatan respon alat yang berfungsi, waktu respon yang disini dimaksudnya, pertama kali rangkaian yang dihubungkan menggunakan adaptor ke sumber listrik, sensor tidak langsung bekerja untuk mendeteksi gas, melainkan terjadi pemanasan pada sensor terlebih dahulu. Pada pengujian pertama, waktu respon yang dibutuhkan oleh sensor adalah 5 Detik, pengujian ke dua 7 detik, pengujian ketiga 3 detik, pengujian ke empat 4 detik, pengujian ke lima 2 detik, pengujian ke enam 2 detik, pengujian ke tujuh 3 detik, pengujian ke delapan 4 detik, pengujian ke Sembilan 3 detik dan pengujian ke sepuluh 2 detik, Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali.

Table 2. Pengujian waktu deteksi Gas

No	Pengujian	Waktu Respon sensor
1	Pengujian 1	2 Detik
2	Pengujian 2	7 Detik
3	Pengujian 3	3 Detik
4	Pengujian 4	4 Detik
5	Pengujian 5	2 Detik
6	Pengujian 6	2 Detik
7	Pengujian 7	3 Detik
8	Pengujian 8	4 Detik
9	Pengujian 9	3 Detik
10	Pengujian 10	2 Detik

Hasil pengujian ini diperoleh rata-rata waktu respon dari pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali adalah 3.5 detik.



Gambar 11. Lama waktu respon

Hasil Pengujian Asap Pembakaran Sampah

Untuk menghasilkan karbon dioksida (CO₂) maka pengujian dilakukan pada hasil dari pembakaran sampah. Pengujian yang dilakukan ini sebanyak dua puluh kali, dimana masing-masing pengujian menghasilkan output yang bervariasi, karena pada pengujian yang dilakukan menghasilkan kadar karbon dioksida ≥ 300 ppm maka status diperoleh adalah "berbahaya". Pengujian pertama sensor mendeteksi asap pembakaran yang mengandung karbon dioksida dengan hasil 484 ppm, pada kategori ini digolong dalam status berbahaya dan notifikasi ke via telegram berfungsi dengan baik, dimana karbon dioksida CO₂ terdeteksi dalam kurun waktu 25 detik. Pada pengujian kedua sensor mendeteksi asap pembakaran sampah dengan ppm 1405 dalam katagori berbahaya dan notifikasi ke via telegram terdeteksi co₂ gas berbahaya dalam waktu 34 detik, pada pengujian ketiga sensor mendeteksi asap pembakaran sampah dengan ppm 420 dalam katagori berbahaya dan notifikasi ke via telegram terdeteksi co₂ gas berbahaya dalam waktu 10 detik, dan begitu juga pada pengujian

selanjutnya, hasil pengujian seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian karbon dioksida

No	ppm	Kategori	Notifikasi telegram	Waktu Respon sensor
1	484	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	25 Detik
2	1405	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	34 Detik
3	420	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	10 Detik
4	618	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	15 Detik
5	360	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	10 Detik
6	694	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	11 Detik
7	586	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	20 Detik
8	554	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	25 Detik
9	487	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	9 Detik
10	389	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	7 Detik
11	530	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	6 Detik
12	325	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	11 Detik
13	425	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	10 Detik
14	339	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	9 Detik
15	500	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	12 Detik
16	375	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	3 Detik
17	423	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	5 Detik
18	542	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	7 Detik
19	514	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	12 Detik
20	503	berbahaya	Terdeteksi Gas Co ₂ berbahaya	10 Detik

Hasil notifikasi dalam telegram yaitu seperti Gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Tampilan notifikasi via telegram

Gambar 12 merupakan tampilan pesan masuk pada telegram, ketika sensor MQ-2 mendeteksi karbondioksida dengan kondisi ppm 0 sampai dengan 1023. Proses pengolahan data dan pengiriman data yang sudah terdeteksi oleh sensor di kirim via

telegram yang dibuat sangat tergantung dengan layanan jaringan internet, proses kecepatan layanan juga bergantung pada kekuatan *signal* dari *hotspot* atau *Wi-fi*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan dan pengujian kemampuan alat pendeteksi gas karbondioksida (CO₂) pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pencemaran udara yang paling menonjol yaitu dimana meningkatnya kadar gas CO₂ didalam udara yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, bahan bakar minyak bumi, kegiatan industri kimia.
2. Gas karbon dioksida CO₂ dapat digunakan untuk menciptakan lingkungan lembab untuk pengelasan, pencegahan kebakaran dan karbonisasi minimum. Gas yang terdapat karbon dioksida di dalamnya merupakan bagian dari siklus karbon yang mendasari siklus kompleks berbagai mekanisme kehidupan di muka bumi.
3. Ketika sensor mendeteksi adanya CO₂ rentang gas 0-50 ppm, maka kondisi udara baik, jika rentang gas 51-100 ppm, maka kondisi udara sedang, sensor mendeteksi rentang gas 101-199 ppm, maka kondisi udara tidak sehat, jika sensor mendeteksi 200-299 ppm, maka kondisi udara sangat tidak sehat dan jika rentangnya ≥ 300 ppm maka notifikasi kevia telegram terdeteksi CO₂ adalah gas berbahaya.
4. Pada sensor gas atau asap dengan menggunakan sensor MQ terdiri dari dua bagian, yaitu sensor elektrokimia dan sebuah pemanas atau yang dikenal dengan internal heater yang terdapat didalamnya. Dimana sensor ini mampu mendeteksi berbagai jenis gas, akan lebih sensitive pada jenis gas tertentu tergantung pada jenis yang terpasang.

DAFTAR PUSTAKA

Agustinus, L. (2015). Rancang Bangun Prototype Pendeteksi Kadar Co Sebagai Informasi Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 3 (2), 44–53.

Baharuddin, Y., & Sofwan, A. (2018). Perancangan Perangkat Lunak Pendukung Etc (Electronic Toll Collection) Dengan Notifikasi Melalui Social. *Transient*, 7 (1), 56–61.

Dan, C. O., Industri, L., Nebath, E., Pang, D., &

- Wuwung, J. O. (2014). Rancang Bangun Alat Pengukur Gas Berbahaya. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 2 (1), 65–72.
- Endra, R. Y., Cucus, A., Affandi, F. N., & Syahputra, M. B. (2019). Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya. *Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 10 (1), 1–9.
- Jawa, I. U., Ridlo, A., & Djunaedi, A. (2014). Kandungan Total Lipid Dalam Media Yang Diinjeksi Kandungan Total Lipid Chlorella Vulgaris Yang Dikultur Dalam Media Yang Diinjeksi Co₂. *Journal Of Marine Research*, 3 (4), 578–585.
- Muharram, M. (2015). *Pembuatan Alat Pendeteksi Karbondioksida (Co₂) Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Dengan Menggunakan Sensor Mg811* [Universitas Syiahkuala].
<https://etd.unsyiah.ac.id/baca/index.php?id=24427&page=11>
- Mulyati, S. R. I. (2018). Internet Of Things (Iot) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Mq-2 Dan SIM800L. *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 7(2), 64–72.
- Nugraha, A. R., & Hasan, A. (2019). Kendali Perangkat Elektronik Menggunakan Aplikasi Berbasis Web Menggunakan Arduino. *Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika*, 2(1), 11–21.
- Wahyudi, D., Wardana, I. N. G., & Hamidi, N. (2012). Pengaruh Kadar Karbondioksida (CO₂) dan Nitrogen (N₂) Pada Karakteristik Pembakaran Gas Metana. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(1), 241–248.
- Wardhani, N. K., & Ihwan, A. (2015). Studi Tingkat Keasaman Air Hujan Berdasarkan Kandungan Gas CO₂ , SO₂ Dan NO₂ Di Udara (Studi Kasus Balai Pengamatan Dirgantara Pontianak). *Frisma Fisika*, III(1), 9–14.
- Yulita Fatma Andriani, M.Fajrian Noor, A. S. S. dan dkk. (2019). Internet Of Things (Iot) – Tantangan Dan Keamanan Iot Menggunakan Enkripsi Aes. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, 5(1), 76–83.