



DESAIN ALAT UKUR PENCEMARAN UDARA PORTABEL BERBASIS SENSOR MQ-135 DAN MQ-7

Beni Satria¹, Hermansyah Alam², Rahmania³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan
e-mail: ¹benisatria@dosen.pancabudi.ac.id, ²hermans_itm@yahoo.com, ³rahmania@gmail.com.

Abstrak

Polusi udara adalah pencemaran pada udara dengan hadirnya berbagai bahan pencemar di luar ambang batas. Permasalahan polusi udara di perkotaan tidak dapat diabaikan lagi karena sangat berdampak pada kehidupan manusia saat ini dan yang akan datang. Karena keterbatasan indera penciuman manusia mendeteksi keberadaan gas-gas yang tidak terlihat yang dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu diperlukan suatu alat pendeteksi yang dapat mengetahui tingkat polusi udara, sehingga dapat menjadi acuan untuk mengetahui tingkat pencemaran udara di suatu tempat. Pada penelitian ini dirancang sebuah alat yang dapat mendeteksi pencemaran udara menggunakan sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi gas amonia, bensol, alkohol, CO₂, smoke dan gas-gas lainnya. Dan sensor MQ-7 yaitu sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) stabil dan berumur panjang. Dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8 sebagai pemroses utama pada rangkaian ini, dan hasil pengukuran ditampilkan pada sebuah LCD Display 2 x 16 karakter sehingga kita dapat mengetahui kondisi udara dalam suatu ruangan, apakah bersih, tercemar atau oksigen yang kurang.

Kata kunci : Polutan, Kualitas Udara, Sensor Gas, Mikrokontroler, MQ-135, MQ-7

Abstract

Air pollution is pollution of the air with the presence of various pollutants beyond the threshold. The problem of air pollution in urban areas cannot be ignored anymore because it has a huge impact on human life today and in the future. Due to the limited sense of smell, humans detect the presence of invisible gases that can endanger health. Therefore, a detection device is needed that can determine the level of air pollution, so that it can be a reference to determine the level of air pollution in a place. In this study, a device was designed that can detect air pollution using an MQ-135 sensor that can detect ammonia gas, bensol, alcohol, CO₂, smoke and other gases. And the MQ-7 sensor, which is a gas sensor used in equipment to detect carbon monoxide (CO) gas, is stable and long-lived. By using an ATmega8 microcontroller as the main processor in this circuit, and the measurement results are displayed on a 2 x 16 character LCD Display so that we can find out the condition of the air in a room, whether it is clean, polluted or lacking oxygen.

Keywords : Pollutants, Air Quality, Gas Sensor, Microcontroller, MQ-135, MQ-7

I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan adanya bahan-bahan atau zat asing di atmosfer yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi udara dari keadaan normalnya.

Kehadiran bahan atau zat asing tersebut di dalam udara dalam jumlah dan

jangka waktu tertentu akan menimbulkan gangguan pada kehidupan manusia, hewan, maupun tumbuhan.

Bahan pencemar tersebut memiliki unsur kimia CO, NO, SO, SPM (*suspended particulate matter*), O dan berbagai logam

berat seperti timbal. Secara global, penyumbang pencemaran udara berasal dari sektor transportasi.

Polusi udara juga disebut PM_{2.5} (partikel yang berukuran 2.5 mikron atau bahkan lebih kecil). Partikel ini tak kasat mata dan bisa terhirup dan menumpuk di paru-paru yang bisa menyebabkan kematian dini pada seseorang. Partikel PM_{2.5} berasal dari polusi berbagai kendaraan bermotor, kebakaran hutan, pembakaran kayu, minyak, batubara, asap pabrik dan lain sebagainya. PM_{2.5} juga bisa berada dalam ruangan, hal ini bisa di picu oleh asap rokok, proses pembakaran saat memasak, pembakaran lilin dan lain sebagainya Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.

[1]. ISPU merupakan angka tanpa satuan, digunakan untuk menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu dan didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 dalam pengendalian pencemaran udara, Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya material atau zat oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambient tidak dapat memenuhi fungsinya.

(IQ Air, 2020) mendefinisikan PM_{2.5} bahwa partikel ini mencakup berbagai susunan kimia yang berasal dari berbagai sumber. (Prabowo & Muslim, 2018) Polusi udara yang disebabkan oleh partikel memiliki hubungan erat terhadap pencemar SO₂ yang tersusun atas sumber material yang sama yaitu hasil pembakaran bahan bakar fosil yang saling bereaksi secara sinergis dalam memberikan dampak pencemar terhadap kesehatan. Dengan ukuran mikroskopis yang dapat terserap ke dalam

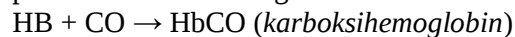
aliran darah saat terhirup, berdampak pula terhadap nilai estetika lingkungan atau kota.

[8] NO_x merupakan pencemar udara yang disebabkan dari hasil produksi manusia dari aktifitas pembakaran mesin kendaraan bermotor dan pembuangan limbah rumah tangga.

[9] Apabila pencemar NO₂ terhirup oleh manusia dengan konsentrasi tinggi, dapat menurunkan pertahanan pada penyakit paru-paru, *bronchoconstriction*, menurunkan fungsi paru-paru untuk anak, dan penyebab iritasi lainnya.

Pada parameter Karbon Monoksida (CO) merupakan pencemar yang diproduksi pada pembakaran bahan bakar karbon yang tidak sempurna, seperti pembakaran kayu, bensin, batu bara, gas alam, dan minyak tanah. Karbon

monoksida dapat mengikat haemoglobin menghasilkan karbon *haemoglobin* dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Reduksi ini berakibat pada kapasitas darah pengangkut oksigen menurun.

[10] Pada kasus keracunan gas CO seseorang dapat ditandai dengan gejala ringan berupa pusing atau sakit kepala, dan mual. Keadaan yang lebih berat berdampak pada menurunnya kemampuan gerak tubuh, gangguan pada sistem kardiovaskuler, serangan jantung sampai pada kematian.

2.2 Pengukuran Kualitas Udara

ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) yang ada di Indonesia telah di regulasikan oleh Peraturan Menteri LHK 2020 No. 14 dengan dikategorikan menjadi 5 kategori.

Pada tahun 2020, KLHK telah mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara yang merupakan pengganti dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997 tentang Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. Pada peraturan pengganti ini, tercantum

Tabel 1. Kategori Pembagian ISPU

Kategori	Angka Rentang
Baik	1 – 50
Sedang	51 – 100
Tidak Sehat	101 – 200
Sangat Tidak Sehat	201 – 300
Berbahaya	≥ 301

bahwa perhitungan ISPU dilakukan pada 7 (tujuh) parameter yakni PM10, PM2.5, NO₂, SO₂, CO, O₃, dan HC. Terdapat penambahan 2 (dua) parameter yakni HC dan PM2.5 dari peraturan sebelumnya. Penambahan parameter tersebut didasari pada besarnya resiko HC dan PM2.5 terhadap kesehatan manusia.

Perhitungan ISPU dilakukan berdasarkan nilai ISPU batas atas, ISPU batas bawah, ambien batas atas, ambien batas bawah, dan konsentrasi ambien hasil pengukuran. Persamaan matematika perhitungan ISPU sebagai berikut:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b \quad \dots(2.1)$$

Dimana,

I = ISPU terhitung

I_a = ISPU batas atas

I_b = ISPU batas bawah

X_a = Konsentrasi ambien batas atas (µg/m³)

X_b = Konsentrasi ambien batas bawah (µg/m³)

X_x = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran (µg/m³)

Pemantauan ISPU ini bermanfaat untuk mengetahui seberapa baik atau buruknya kualitas udara di suatu lokasi, supaya kondisi udara bisa terjaga kualitasnya bagi kesehatan masyarakat, dengan harapan ISPU selalu pada kategori hijau dengan nilai dibawah 50.

Jika nilai ISPU sudah diatas nilai baik, maka dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk dilakukannya upaya-upaya pengendalian pencemaran udara untuk menurunkan jumlah parameter pencemar yang melebihi ambang batas yang ditentukan.

2.3 Material dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat beberapa komponen utama yang digunakan yaitu sebagai berikut :

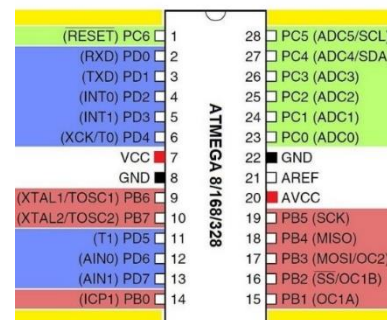
1. Mikrokontroler ATmega8
2. Sensor MQ-135
3. Sensor MQ-7
4. LCD 2 x 16
5. Buzzer

2.3.1 Mikrokontroler ATmega8

ATMEGA 8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, ATMEGA 8 mempunyai throughput mendekati 1 MPS per MHz membuat disain dari sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.

Susunan pin – pin dari IC mikrokontroler ATMEGA 8 diperlihatkan pada gambar dibawah ini. IC ini tersusun dari 28 pin yang memiliki

beberapa fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port ataupun sebagai fungsi yang lain.

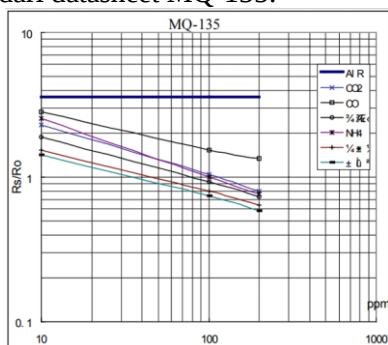


Gambar 2.1 Konfigurasi Pin ATmega8

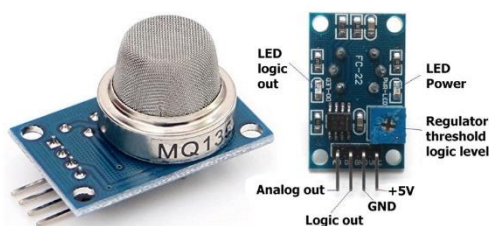
2.3.2 Sensor Gas MQ-135

Sensor MQ135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH₃, Nox, alkohol, benzol, asap (CO), CO₂, dan lain – lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistensi (analog) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitifitas sensor ditentukan oleh nilai resistensi dari MQ-135 yang berbeda – beda untuk berbagai konsentrasi gas [10]. Satuan dari gas adalah ppm (*part per million*). Selanjutnya untuk

mengkalibrasi agar nilai pembacaan sensor menjadi nilai ppm (satuan gas), pertama harus mengetahui grafik R_s/R_o terhadap ppm dari datasheet MQ-135.



Gambar 2.2 Grafik Karakteristik Sensitivitas Sensor Gas MQ-135



Gambar 2.3 Sensor MQ-135

Untuk menghitung ppm untuk sensor MQ-135 salah satunya dengan pengkalibrasian. Grafik diatas adalah acuan untuk mengkalibrasi sensor agar bisa menemukan nilai ppm. Untuk mencari nilai R_s/R_o perlu mencari nilai R_s dan nilai R_o . Dimana R_s adalah nilai resistansi Sensor pada konsentrasi gas dan R_o adalah tahanan sensor pada udara yang bersih. R_s/R_o juga bisa disebut sebagai rasio. Berikut Tabel 2.4 yang menunjukkan karakteristik Sensor MQ-135.

Tabel 2. Karakteristik Sensor MQ-135

No	Bagian MQ-135	Detail
1	Sumber Tegangan	5 Volt
2	Deteksi Gas	Benzena, Amonia (NH ₃), Smoke, Karbon Dioksida (CO ₂), Nitrogen Oksida (Nox), Alkohol dan lain-lain.
3	Tingkat Pengukuran	10-100 PPM Benzena, 10-300 PPM Amonia, 10-300 Alkohol dan lain-lain.

		lain.
4	Keluaran	Analog

2.3.3 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor yang memiliki kepekaan tinggi terhadap gas *Carbon Moxide* (CO) dan hasil kalibrasinya stabil serta tahan lama. Sensor MQ-7 tersusun oleh tabung keramik mikro, lapisan sensitif timah dioksida (SnO₂), elektroda pengukur dan pemanas sebagai lapisan kulit yang terbuat dari plastik dan permukaan jaringan *stainless steel*.

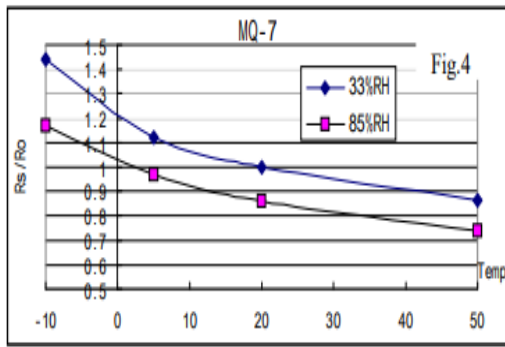


Gambar 2.4 Sensor MQ-7

- Pin 1 = GND
- Pin 2 = Digital Out
- Pin 3 = Analog Out
- Pin 4 = Vcc (+5 Volt)

Sensor MQ-7 memiliki karakteristik yaitu memiliki sensitifitas yang baik untuk jenis gas yang mudah terbakar, memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap gas alam (O₂), ketahanan sensor kuat dan dengan biaya yang lebih rendah, memiliki sirkuit yang lebih mudah.

Grafik karakteristik suhu dan kelembaban seperti pada gambar 2.2. Ordinat berarti rasio resistansi dari sensor (R_s/R_o), R_s berarti resistansi sensor dibawah 100 ppm CO temperatur dan kelembaban yang berbeda. R_o berarti resistansi sensor dalam lingkungan 100 ppm CO, 20 °C/65% RH.



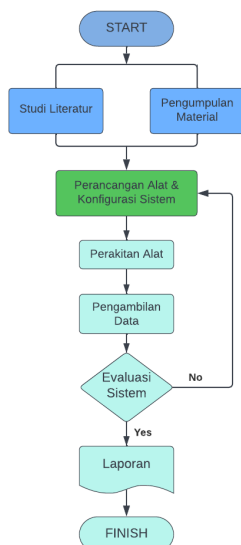
Gambar 2.5 Grafik Perbandingan Suhu dan Kelembaban Pada Sensor MQ-7

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dikembangkan adalah metode kuantitatif dengan menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D). *Research and Development* merupakan sebuah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu.

Dalam tahapan penyelesaian masalah nya penelitian ini menggunakan tahapan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluate*).

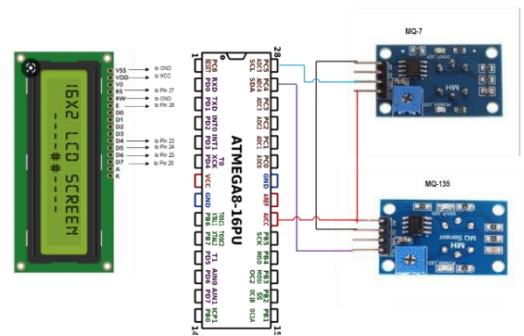
Tahapan dalam merancang sistem monitoring kualitas udara ini dapat dilihat pada flowchart dibawah ini.



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian

3.1 Skematik Rangkaian

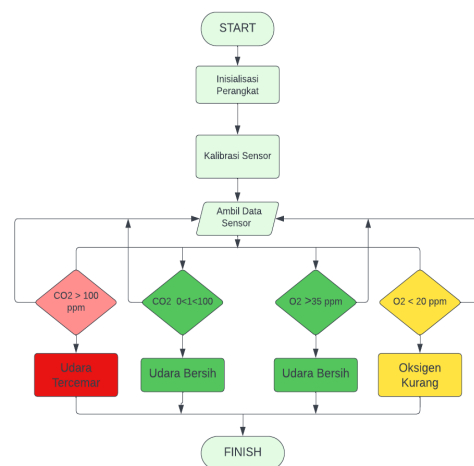
Skematik rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Skematik Rangkaian

IV. Hasil Dan Pembahasan

Sistem monitoring kualitas udara ini terdiri dari dua unit sensor yaitu MQ135 dan MQ7, yang mendeteksi partikel-partikel gas yang bertebaran di udara secara terus menerus, mikrokontroler ATmega8 yang memproses data yang diperoleh dari sensor dan di dalam nya telah diprogram referensi ISPU yang digunakan sebagai nilai konversi sensor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) menjadi satuan resmi ISPU.



Gambar 4.1 Flow Chart Software

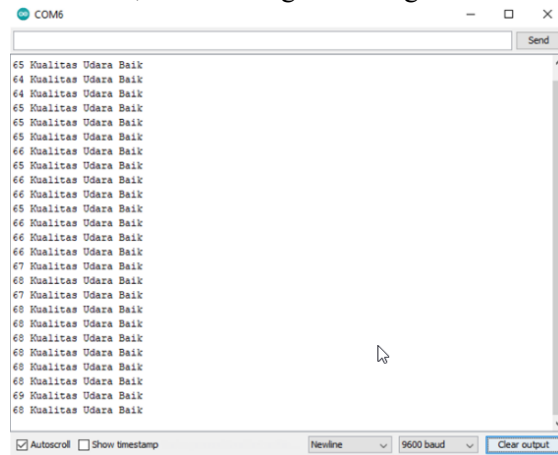
Dari flow chart diatas dapat diketahui bahwa sensor melakukan pendeteksian gas di udara secara terus menerus, kemudian hasil pengukuran di berikan ke mikrokontroler untuk diproses sesuai

dengan tingkat ISPU yang sudah ditentukan.

4.1 Implementasi

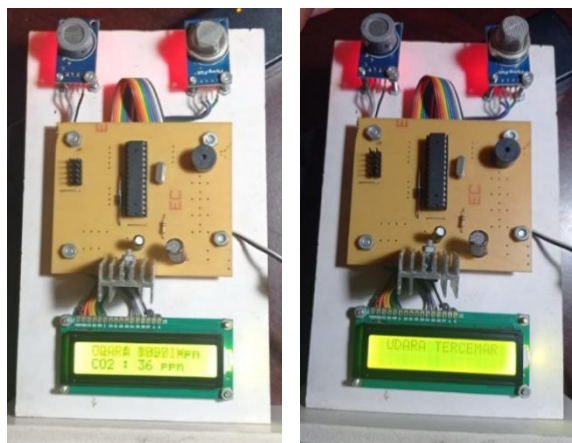
Pada saat sistem dinyalakan, sensor akan melakukan pendeteksian secara terus menerus. Jika sensor mendeteksi adanya gas pada batas tertentu yang telah diatur, maka sistem akan mengeluarkan output berupa bunyi buzzer dan tampilan tulisan pada LCD.

Dan hasilnya ditampilkan pada LCD display berupa “Udara Bersih”, “Udara Tercemar”, serta “Oksigen Kurang”.



Gambar 4.2 Hasil Pembacaan Sensor Pada Serial Monitor

Dibawah ini adalah prototype sistem yang dibuat.



(a)

(b)

Dari gambar (a) menunjukkan kadar O_2 sebesar 35 ppm dan gambar (b) LCD menampilkan udara bersih. Pada gambar (c) LCD menunjukkan kadar CO_2 sebesar 36 ppm dan hasilnya terlihat pada gambar (d)



(c)



(d)

Gambar 4.3 Hasil Pengujian Alat

dimana LCD menunjukkan bahwa udara tercemar.

4.2 Analisis

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 7 tahun 1964 tentang syarat kesehatan, kebersihan serta penerangan dalam tempat kerja dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di tempat kerja, batas kadar monoksida yang dihirup adalah 25 ppm jika melebihi dari itu akan membahayakan dapat manusia.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kadar O_2

No	Kadar O_2 (ppm)	Keterangan
1.	25	Oksigen Kurang
2.	27	Oksigen Kurang
3.	29	Oksigen Kurang
4.	30	Oksigen Kurang
5.	31	Oksigen Kurang
6.	33	Oksigen Kurang
7.	36	Udara Bersih
8.	38	Udara Bersih
9.	45	Udara Bersih
10.	57	Udara Bersih
11.	68	Udara Bersih
12.	70	Udara Bersih
13.	74	Udara Bersih

14.	79	Udara Bersih
15.	81	Udara Bersih

Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Kadar CO₂

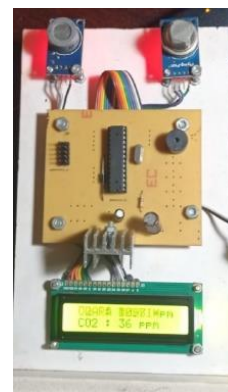
No	Kadar CO ₂ (ppm)	Keterangan
1.	36	Udara Bersih
2.	55	Udara Bersih
3.	79	Udara Bersih
4.	103	Udara Bersih
5.	159	Udara Bersih
6.	179	Udara Bersih
7.	195	Udara Bersih
8.	200	Udara Bersih
9.	205	Udara Tercemar
10.	278	Udara Tercemar
11.	301	Udara Tercemar
12.	335	Udara Tercemar
13.	365	Udara Tercemar
14.	390	Udara Tercemar
15.	407	Udara Tercemar

Berdasarkan artikel *Center For Hazardous Substance Research* di Kansas State University dengan judul “*Understanding Units of Measurement*”, dijelaskan bahwa : Konsentrasi di udara (ppm) = $24.45 \times \text{konsentrasi (mg/m}^3) \div \text{berat molekul}$.

Pada proses pengujian ini, zat yang digunakan untuk simulasi adalah asap hasil pembakaran. Metode pengujian ini dipilih karena keterbatasan waktu selama proses penelitian dan keterbatasan pada rangkaian yang hanya menggunakan sinyal digital. Dari beberapa pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa penggunaan sensor MQ-7 dan MQ-135 sudah cukup ideal untuk melakukan pendeteksian gas-gas berbahaya pada batasan tertentu melalui bacaan digital. Namun untuk melakukan pengukuran dengan akurasi tinggi, sensor harus melewati proses *heating* dan konfigurasi tersendiri melalui pin analog.

Hal ini disebabkan jika pengukuran R_s/R_0 dari sensor bisa dihitung maka batasan bisa diatur lebih akurat mengikuti *datasheet*

yang ada. Sedangkan pada percobaan sederhana menggunakan pin digital, pengaturan sensitivitas deteksi sensor dilakukan melalui pengaturan potensio yang bisa diukur tegangannya. Selain itu, bacaan digital hanya memberikan 2 jenis *output* (*HIGH* dan *LOW*) dapat memberikan bacaan yang tidak stabil dan berganti terus menerus pada kondisi tertentu, misalnya ketika ukuran ppm dari zat yang terdeteksi memiliki nilai yang berada dekat pada batasan yang diatur pada sensor, seperti pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Hasil ukur nilai yang berdekatan

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Banyaknya gas berbahaya yang tidak tercium ataupun tidak terlihat membuat rendahnya angka kesadaran masyarakat mengenai bahaya polusi udara. Untuk mengatasi hal ini pemerintah mencanangkan berbagai program yang bisa memperingatkan masyarakat tentang kondisi kualitas udara disekitar mereka. Dengan seiring zaman dan tingkat mobilitas masyarakat yang tinggi, dibutuhkan alat pendeteksi kualitas udara yang mudah dibawa kemana-mana.

Sistem monitoring kualitas udara menggunakan MQ-7 dan MQ-135 merupakan salah satu solusi untuk mengatasinya. Sistem ini mampu untuk mendeteksi berbagai gas di udara dan memberikan peringatan untuk masyarakat. Sistem ini cukup untuk mendeteksi gas berbahaya pada kadar yang kita inginkan.



Sistem mudah dibawa-bawa karena dapat menggunakan baterai 18650. Namun untuk perangkat ini tidak dapat melakukan pendeteksian dengan nilai akurasi yang tinggi, hal ini diakibatkan tidak dilakukannya konfigurasi sensor.

5.2 Saran

Sebagai saran pada penelitian lanjutan dapat dikembangkan dengan melengkapinya dengan sistem IoT sehingga dapat dimonitor dari jarak yang jauh. Dan juga untuk keakuratan hasil pengukuran perlu dilakukan konfigurasi pada sensor yang digunakan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Menteri LHK No. 14 tahun 2020
Tentang Indeks Standard Pencemaran Udara,
<https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia>

Manurung, M.B. 2018. Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ-7. e-Proceeding of Engineering, Vol. 5, No.2.

Adhi, E., Design of Exhaust Emission Measurement, Case Study: Measurement of Gas Carbon Monoxide (CO), Undergraduate Theses, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2011.

World Health Organization., 2010, "WHO Guidelines For Indoor Air Quality: Selected Pollutant", Copenhagen Denmark. [Online]. Available: <https://bit.ly.217Kiny>.

Datasheet, "Data MQ-7 gas sensor-Hanwei," [Online]. Available: <http://eph.ccs.miami.edu/precise/GasSensorSpecs/CO.pdf>.

J. Waworundeng, "Implementasi Sensor dan Mikrokontroler Sebagai Detektor Kualitas Udara, Proccendings Seminar Multi Disiplin Ilmu Volume

1, 25 November 2017 pp 27. [Online] Available: <https://bit.ly.2sXrKtD>.

MQ 135, Available at :
<https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/Gas/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>

Gustavia, R.A. dan Nurraharjo, E. 2018. Rancang Bangun Sistem Multiple Warning Deteksi Asap Rokok Menggunakan Sensor MQ-135 Berbasis Arduino. Prosiding SINTAK 2018.

Cho, R. (2018, June 26). What you should know about air quality alerts. Retrieved from <https://phys.org/news/2018-06-air-quality.html>

Systems, J. (2016, May 09). Understanding a Gas Sensor. Retrieved from <https://jayconsystems.com/blog/understanding-a-gas-sensor>

Malaya Ranjan, Rai Kumar, "Understanding Parts per million in real time air quality index", Journal of Mathematics And Advanced Sciences, pp. 23-29, September 2009.
Permenakertrans, "Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018", Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, Vol.4, No.2 hal. 200-207, 2018