Prototipe Pengendalian Kualitas Udara Indoor Menggunakan Mikrokontroler dengan Sensor MQ135, DHT-22 dan Filter HEPA

Gita Pati Humairoh^{1*}, Rama Dani Eka Putra²

¹)Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal

²)Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Universal
Komplek Maha Vihara Duta Maitreya, Bukit Beruntung, Sungai Panas, Batam, 29433

*Koresponden email: gita.pati.humairoh@gmail.com

Diterima: 8 November 2021

Disetujui: 14 Desember 2021

Abstract

Indoor air pollution is a very serious health issue in comparison with outdoor air conditions. The current pandemic of COVID-19 causes people to remain indoors at all times. It is unimaginable that during this pandemic a smog-related disaster could occur that could aggravate human respiratory diseases, thus requires additional air quality monitoring which can filter clean air into the room. The purpose of this study is to produce a prototype of air quality control that can provide a good air circulation system and hold the temperature and humidity in the room. This research was conducted with an Arduino Uno microcontroller and an MQ-135 gas sensor to detect CO₂ gas and a DHT-22 sensor for measuring room temperature and humidity by comparing the results of using a HEPA filter. The research results of the prototype make it possible to generate the room temperature using a HEPA filter and air humidifier whose average is 27.7°C. Another parameter that is performed is the CO₂ measurement, it is found that the average CO₂ in the test using a HEPA filter and an air humidifier is 496 PPM.

Keywords: CO₂, indoor air, microcontroller, temperature, HEPA

Abstrak

Pencemaran udara dalam ruangan menjadi masalah kesehatan yang sangat serius dibandingkan dengan kondisi udara di luar ruangan. Terjadinya pandemi Covid-19 saat ini membuat masyarakat selalu berada di dalam ruangan, tidak bisa dibayangkan jika saat pandemi ini terjadi bencana kabut asap yang dapat memperburuk kondisi pernafasan manusia, sehingga butuh sebuah alternatif pengendalian kualitas udara yang dapat menyaring udara bersih masuk ruangan. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan prototipe pengendalian kualitas udara yang mampu memberikan sistem sirkulasi udara yang baik dan menjaga suhu serta kelembaban ruangan. Penelitian menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor gas MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂ dan sensor DHT-22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan dengan membandingkan hasil penggunaan filter HEPA. Hasil penelitian dari prototipe mendapatkan suhu ruangan yang dihasilkan menggunakan filter HEPA dan *Air Humidifier* memiliki rata-rata sebesar 27,7 derajat Celsius. Parameter lain yang dilakukan adalah pengukuran CO₂ didapatkan bahwa rata-rata CO₂ dalam pengujian menggunakan filter HEPA dan *Air Humidifier* sebesar 496 PPM.

Kata Kunci: CO₂, Mikrokontroler, Udara Indoor, Suhu, HEPA

1. Pendahuluan

Kualitas udara di dalam ruangan sangat berkaitan dengan efisiensi kerja dan kesehatan manusia [1]. Dalam penelitian [2] bahwa orang menghabiskan 90% waktunya di dalam ruangan baik itu ruangan pribadi maupun di publik seperti ruang kelas. Terjadinya pandemi dengan skala besar di seluruh dunia tahun ini, menyebabkan banyak penduduk diisolasi dalam ruangan dengan kurun waktu yang lama, sehingga sangat penting untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruangan [2][3]. Polusi udara dalam ruangan mengacu pada akumulasi dan difusi berbagai polutan fisik, bahan kimia, dan biologi yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas udara dalam ruangan serta dapat mengganggu kesehatan manusia yang bisa memberikan risiko terhadap aktivitas kehidupan sehari-hari [2]. Suhu dan kelembaban ruangan sangat mempengaruhi efektivitas kegiatan dalam melakukan pekerjaan.

Bekerja pada lingkungan yang terlalu lembab atau terlalu panas, dapat menurunkan kemampuan fisik tubuh dan menyebabkan kelelahan sedangkan pada lingkungan yang terlalu dingin, dapat menyebabkan hilangnya fleksibilitas motorik tubuh [4]. Kesegaran udara yang dihirup dapat berdampak negatif pada manusia jika udara tersebut mengandung karbondioksida (CO₂) yang berlebihan. CO₂ menjadi polusi udara jika kadar CO₂ berlebihan dalam udara, yaitu lebih dari 5000 ppm, sehingga dapat mengakibatkan

gangguan kesehatan [5]. Oleh karena itu diperlukan alat pendeteksi kualitas udara di dalam ruangan agar kita dapat mengetahui kadar karbondioksida (CO₂), suhu dan kelembaban. Saat ini terdapat berbagai instrumen pengukuran kualitas udara salah satunya dengan menggunakan mikrokontroler dan penggunaan sensor.

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Arduino UNO. Arduino merupakan papan mikrokontroler yang menggunakan prosesor Atmel AVR memiliki sifat *open source* dan dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengembangkan berbagai proyek [6]. Sedangkan untuk sensor gas CO₂ dan sensor suhu kelembaban adalah sensor MQ-135 dan sensor DHT-22. Sensor gas MQ-135 adalah sensor gas yang bisa mendeteksi gas seperti amonia NH₃, NO_x, alkohol, CO₂ dan sebagainya. Sensor ini memiliki tingkat sensitivitasnya tinggi dan respon yang cepat, dengan hasil pengukurannya sensor ini memiliki satuan ppm. Sensor gas MQ-135 bekerja dengan cara gas yang diterima dan mengubah nilai resistansi bila terkena gas. Sensor ini juga memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan memiliki tegangan 5V [7].

Sensor DHT- 22 ini merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Pada sensor ini daya yang digunakan sebesar 3.3V-6V. Sensor ini dapat mengukur suhu dengan rentang nilai - 40oC sampai 80oC, dan bisa mengukur kelembaban dengan rentang nilai 0% sampai 100% [8]. Filter HEPA dapat mengurai partikel udara yang masuk pada seratnya sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan hasil pengukuran kualitas udara menggunakan prototipe pengendali kualitas udara menggunakan sensor MQ135 dan DHT22.

2. Metode Penelitian

Pembuatan Sistem

Perancangan komponen berdasarkan perlengkapan yang dibutuhkan dalam sebuah sistem agar perangkat dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang telah diperuntukkan [10]. Tahapan pertama yaitu merancang blok diagram rangkaian sistem yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. Blok diagram merupakan gambaran dasar sebelum melakukan perancangan perangkat, sedangkan perancangan sistem terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *Hardware* diperuntukkan untuk membuat konfigurasi pin *input output* komponen *hardware* terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan membuat model perangkat stasiun pengukuran dan pemantauan tingkat pencemaran udara. Sedangkan perancangan *software* diperuntukkan mikrokontroler dan database dari penelitian.

Gambar 1. Blok diagram rangkaian sistem keseluruhan
Sumber: Data penelitian (2021)

Pembuatan Prototipe

Miniatur ruangan ini dibuat dengan menggunakan bahan akrilik dengan ukuran panjang 80 cm, lebar 60 cm dan tinggi 30 cm yang akan direkatkan dengan lem. Ukuran ini dibuat berdasarkan ruangan kelas dalam pembelajaran sekolah. Kendali yang berukuran panjang 8 m, lebar 6 m, dan tinggi 3 m sehingga mendapatkan rasio perbandingan sebesar 1:10. Pada miniatur ruangan ini juga terdapat sebuah pintu dan dua buah jendela, bagian atas dari miniatur ini dirancang agar bisa buka tutup yang bertujuan untuk memudahkan dalam memasukkan sistem perangkat keras ke dalamnya. Kemudian, dirangkai kipas 12 volt pada 4 sudut ruangan dengan 2 kipas dipasang Filter HEPA untuk menyaring udara terbaik dari luar. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Penelitian menggunakan 2 buah sensor sebagai input

yaitu MQ-135 dan DHT-22. Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi gas dan sensor DHT-22 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara.

Output dari sistem ini berupa *actuator* yaitu 4 buah kipas dan sebuah *air humidifier*. Dua buah kipas digunakan untuk memasukkan udara ke dalam ruangan serta mendinginkan ruangan jika udara didalam ruangan panas, sedangkan 2 buah kipas lainnya digunakan untuk membuang gas berbahaya jika terdeteksi oleh sensor MQ-135. *Air humidifier* berfungsi untuk melembapkan udara yang kering. Kipas dan *air humidifier* ini bekerja sesuai dengan parameter yang dibaca oleh kedua sensor. Sistem komunikasi yang digunakan pada sistem pembersih udara ini adalah modul Wi-Fi ESP 8266. Sumber tegangan yang digunakan untuk ESP 8266 adalah 3.3V yang langsung diambil dari Arduino. RX ESP 8266 dihubungkan dengan TX Arduino, dan TX ESP 8266 dihubungkan dengan RX Arduino.

Running Penelitian

Running bertujuan untuk membuktikan bahwa sub sistem dapat teruji sebelum dirangkai menjadi suatu sistem utuh dan dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat mengukur dan memantau tingkat pencemaran udara dan dapat ditelusuri untuk melihat hasil pengukuran dan pemantauan tingkat pencemaran udara [13].

Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah mendapatkan hasil pengujian. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil tiap parameter pengujian untuk semua variabel yang diteliti seperti sensor gas MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂, sensor DHT-22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan.

3. Hasil dan Pembahasan

Prototipe Pengendali Udara Indoor

Prototipe pengendali udara indoor pada penelitian ini dibuat menjadi dua tipe, yaitu menggunakan penyaring udara HEPA dan tanpa HEPA yang dipasangkan pada kipas udara pada tiap sisi prototipe. Kipas pada prototipe ini terdapat 1 pasang untuk udara masuk dan 1 pasang udara keluar untuk mengoptimalkan sirkulasi udara pada sisi depan dan belakang. HEPA dipasang pada tiap sisi kipas setelah dilakukan *running* pada prototipe tanpa HEPA. Adapun prototipe pengendali udara indoor dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Gambar 2. Prototipe pengendali udara indoor
Sumber: Data penelitian (2021)

Rekapitulasi Running Prototipe

Running Prototipe pada penelitian ini dibagi atas 2 tahapan. Tahapan pertama dilakukan pengujian pengendalian kualitas udara dengan dan tanpa filter HEPA dengan tidak adanya dukungan *Air Humidifier* sebagai pelembab ruangan. Tahapan selanjutnya adalah pengujian pengendalian kualitas udara dengan dan tanpa filter HEPA dengan adanya penambahan *Air Humidifier*. Adapun hasil rekapitulasi pada masing-masing tahapan dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Rekapitulasi pengukuran kualitas udara tidak menggunakan *air humidifier*

Pengukuran Tidak Menggunakan Air Humidifier							
No.	Detik (Second)	DHT22 tidak menggunakan HEPA (Celcius)	DHT22 dengan HEPA (Celcius)	Selisih Nilai	MQ135 Tidak menggunakan HEPA (PPM)	MQ135 dengan HEPA (PPM)	Selisih Nilai
1.	0	26,2	31,1	4,9	700	520	-180
2.	20	27,1	31,1	-4,3	701	521	-182
3.	40	29,9	34,4	-4,8	702	522	-182
4.	60	35,4	34,4	-5,2	703	523	-182
5.	80	39,2	37,2	-2,4	704	524	-182
6.	100	39,6	37,2	-3,6	705	525	-182
7.	120	39,6	39,2	-1,7	706	526	-182
8.	140	40,8	39,2	-1,6	707	527	-180
9.	160	40,9	41,1	0,2	708	528	-180
10.	180	41,7	45,2	3,5	709	529	-180
11.	200	43,1	45,2	2,1	710	530	-180
12.	220	43,1	45,2	2,1	711	531	-180
13.	240	43,1	45,2	2,1	712	532	-180

Sumber: Data penelitian (2021)

Berdasarkan hasil pengukuran pada **Tabel 1** didapatkan rata-rata suhu tidak menggunakan HEPA sebesar 37⁰ Celsius dan stabil pada waktu pengujian 3 menit pertama, sedangkan rata-rata suhu menggunakan HEPA 38,9⁰ C. Hal ini dikarenakan udara yang masuk lebih sedikit dikarenakan adanya filter yang menyaring udara terlebih dahulu. CO₂ didapatkan rata-rata tidak menggunakan HEPA sebesar 706 PPM dan stabil pada waktu pengujian 3 menit pertama, sedangkan rata-rata CO₂ menggunakan HEPA 526 PPM. Berdasarkan hasil pengukuran antara menggunakan filter HEPA dan tidak pada parameter CO₂ terdapat menurunkan kadar CO₂ hal ini dikarenakan filter HEPA dapat menyaring CO₂ dengan baik.

Tabel 2. Rekapitulasi pengukuran kualitas udara tidak menggunakan *air humidifier*

Pengukuran Menggunakan Air Humidifier							
No.	Detik (Second)	DHT22 tidak menggunakan HEPA (Celcius)	DHT22 dengan HEPA (Celcius)	Selisih Nilai	MQ135 Tidak menggunakan HEPA (PPM)	MQ135 dengan HEPA (PPM)	Selisih Nilai
1.	0	25,2	26,5	1,3	600	490	-110
2.	20	25,2	26,5	-0,9	601	491	-112
3.	40	25,2	26,5	-0,6	602	492	-112
4.	60	25,2	26,5	0,2	603	493	-112
5.	80	27,1	27,5	1	604	494	-112
6.	100	27,1	27,5	2	605	495	-112

7.	120	27,1	27,5	2,1	606	496	-112
8.	140	27,1	27,5	3,6	607	497	-110
9.	160	27,1	27,5	4,2	608	498	-110
10.	180	27,7	28,5	4,2	609	499	-110
11.	200	28,1	29,5	4,2	610	500	-110
12.	220	28,4	29,5	4,1	611	501	-110
13.	240	28,4	29,5	4,2	612	502	-110

Sumber: Data penelitian (2021)

Berdasarkan hasil pengukuran pada **Tabel 2** didapatkan rata-rata suhu tidak menggunakan HEPA sebesar $26,8^0$ Celsius dan stabil pada waktu pengujian 3 menit pertama, sedangkan rata-rata suhu menggunakan HEPA $27,7^0$ Celcius. Pada **Tabel 2** juga dapat dilihat terjadi penurunan suhu antara menggunakan dan tidak menggunakan filter HEPA dengan adanya penambahan *Air Humidifier*. CO2 tidak menggunakan HEPA rata-rata sebesar 606 PPM dan stabil pada waktu pengujian 3 menit pertama, sedangkan rata-rata CO2 menggunakan HEPA 496 PPM. Berdasarkan hasil pengukuran antara menggunakan dan tidak menggunakan filter HEPA pada parameter CO2 dapat menurunkan kadar CO2 hal ini dikarenakan filter HEPA dapat menyaring CO2 dengan baik dan hal ini menjadi lebih baik setelah ditambahkan *Air Humidifier*.

Analisa Hasil Running

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Tabel 2** terdapat perbedaan signifikan antara pengujian dengan adanya penambahan *Air Humidifier* dan tidak menggunakan *Air Humidifier*. Berdasarkan **Tabel 1** dan **Tabel 2** selisih nilai pada sensor DHT 22 dan MQ135 terdapat penurunan nilai PPM yang berada pada Nilai Ambang Batas yang telah di tentukan.

Gambar 2. Grafik pengukuran suhu tidak menggunakan *air humidifier*

Berdasarkan **Gambar 2**, diketahui bahwa grafik pengukuran suhu tidak menggunakan *Air Humidifier* melewati dari Nilai Ambang Batas suhu dalam ruangan. Kurangnya suhu pada ruangan dapat menurunkan konsentrasi pada individu yang berada pada ruangan tersebut, bahwa suhu yang terlalu panas akan menyebabkan manusia kekurangan konsentrasi [9].

Gambar 3. Grafik pengukuran CO2 tidak menggunakan *air humidifier*

Berdasarkan **Gambar 3**, diketahui bahwa grafik pengukuran CO2 tidak menggunakan *Air Humidifier* berada dalam Nilai Ambang Batas CO2 dalam ruangan yaitu antara 0 sampai dengan 1000 PPM. Hal ini tidak berdampak pada kenyamanan individu bila berada pada ruangan tertutup[11]. Sedangkan bila melebihi dari ambang batas yang diperbolehkan akan berdampak pada kesehatan manusia[15].

Gambar 4. Grafik pengukuran suhu menggunakan *air humidifier*

Berdasarkan **Gambar 4**, diketahui bahwa grafik pengukuran suhu menggunakan *Air Humidifier* berada dalam Nilai Ambang Batas suhu dalam ruangan yaitu antara 18 sampai dengan 30 derajat Celcius. Penambahan *Air Humidifier* lebih baik ketimbang dibandingkan dengan tidak menggunakan *Air Humidifier* untuk kelembaban ruangan dan menjaga suhu yang tersedia.

Gambar 5. Grafik pengukuran CO2 menggunakan *air humidifier*

Berdasarkan **Gambar 5**, diketahui bahwa grafik pengukuran suhu menggunakan *Air Humidifier* berada dalam Nilai Ambang Batas suhu dalam ruangan dan mendapatkan hasil yang lebih ketika menggunakan filter HEPA yang berada pada rentang 490 sampai dengan 500 PPM dan ini merupakan nilai ambang batas yang diizinkan ASHARE untuk kesehatan yang berada di bawah 1000 PPM[12]. hal ini dikarenakan adanya filter atau sirkulasi yang dapat mengeluarkan dan menyerap CO2 secara baik [14].

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan dan pengujian terhadap komponen yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa prototipe pengendalian udara menggunakan sensor DHT22 dan MQ135 dengan menambahkan filter HEPA dan *Air Humidifier* memiliki perbedaan signifikan pada hasil penelitian. Suhu ruangan yang dihasilkan menggunakan filter HEPA dan *Air Humidifier* memiliki rata-rata sebesar 27,7 derajat Celcius. Parameter lain yang dilakukan adalah pengukuran CO2 didapatkan bahwa rata-rata CO2 dalam pengujian menggunakan filter HEPA dan *Air Humidifier* didapatkan rata-rata sebesar 496 PPM.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Universitas Universal khususnya yang telah mendukung diberbagai aspek untuk melakukan penelitian ini dan terima kasih juga disampaikan kepada Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional untuk menyediakan dana penelitian. Naskah ini adalah bagian dari dana penelitian dosen pemula dibawah kontrak: 077/LL10/PG-PDTT/2021.

6. Referensi

- [1] Chen, H., Du, R., Ren, W., Zhang, S., Du, P. and Zhang, Y. (2020). The Microbial Activity in PM2.5 in Indoor Air: As an Index of Air Quality Level. *Aerosol Air Qual. Res.* <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.03.0101>
- [2] Cincinelli, A. and Martellini, T. (2017). Indoor Air Quality and Health. *Int. J. Env. Res. Public Health*.14 (11): 5
- [3] Lakey, P.S.J., Wisthaler, A., Berkemeier, T., Mikoviny, T., Poeschl, U. and Shiraiwa, M. (2017). Chemical kinetics of multiphase reactions between ozone and human skin lipids:Implications 480 for indoor air quality and health effects. *Indoor Air*.
- [4] H. Nainggolan, M. Yusfi. (2013). Rancang Bangun Sistem Kendali Temperatur dan Kelembaban Relatif pada Ruangan dengan Menggunakan Motor DC Berbasis Mikrokontroler ATmega8535, *Jurnal Fisika Unand*.
- [5] Rahmi, D, A. Sumardi. Setiawan I. (2019). Monitoring Kandungan Karbondioksida (CO2) dalam sebuah model ruangan berbasis mikrokontroler ATMEGA8535.
- [6] K. Abdul, (2015). *From Zero to A Pro Arduino*. Yogyakarta: Andi OFFSET.
- [7] R. Tem, (2018). "Datasheets MQ-135 Sensor".

-
- [8] A. H. Saptadi, (2016). “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22,” J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron., vol. 6, no. 2.
 - [9] A.Sarinda., Sudarti., Subiki. (2017). “Analisa Perubahan Suhu Ruangan Terhadap Kenyamanan Termal di Gedung 3 FKIP Universitas Jember”. Jurnal Pembelajaran Fisika. Vol.6, no.3.
 - [10] Ramady, G, D., Mahardika, A, G., Lestari, N, S., Syafruddin, Abadi, S, C., Sukandi, G, K. (2020). Perancangan Model Simulasi Sistem Pengendalian Suhu Ruang Kelas Berbasis Internet of Things. Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan.
 - [11] Widodo, S., Amin, M,M., Sutrisman, A, Putra, A,A. (2017). Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO2, dan CH4 di dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Pseudocode, Vol IV, No.2.
 - [12] Talarosha, B. (2017). Konsentrasi CO2 pada Ruang Kelas dengan Sistem Ventilasi Alami sebuah Penelitian Awal. Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia.
 - [13] Kurniawan, A., Munadi, R., Mayasari, R. (2016). Implementasi dan Analisa Jaringan Wireless Sensor untuk Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Kadar CO2 pada Ruangan.
 - [14] Andrizal, Yani, P, I., Antonisfia, A. (2020). Monitoing dan Kontrol Kadar CO2 dalam Ruangan Berbasis Sistem Penciuman Elektronik. Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Sentrinov). Vol.6, No.1
 - [15] Nebath, E., Pang, D., Wuwung, J, O. (2014). Rancang Bangun Alat Pengukur Gas Berbahaya CO dan CO2 di Lingkungan Industri. E-Journal Teknik Electro dan Komputer.