

Rancang Bangun Alat Kontrol dan Monitoring Pembersih Udara Menggunakan Metode Ionisasi Berbasis IoT

Akhmad Wahyu Dani*, Fadli Sirait, Idris Syaifullah Saputra

Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

*wahyu.dani@mercubuana.ac.id

Abstrak— Polusi udara ditimbulkan dari hasil pembakaran yang tidak sempurna, dimana proses pembakaran tersebut menghasilkan gas-gas yang berbahaya diantaranya yang paling banyak ditemukan pada lingkungan kita adalah gas CO (karbon monoksida) dan gas NO_x (nitrogen monoksida, nitrogen dioksida, dll Polusi udara tidak hanya terjadi diluar ruangan, tetapi terjadi juga di dalam ruangan. Oleh karena itu peneliti ingin membuat salah satu metode untuk pembersih udara menggunakan ionisasi, alat ionisasi bernama generator ion, dimana bekerja dengan melepaskan ion muatan negatif keudara Ion bermuatan negatif ini akan menempel pada partikel-partikel positif seperti debu, asap, dan polutan lainnya sehingga partikel-partikel tersebut menjadi berat dan jatuh ke lantai. Pengionisasi udara membantu menghilangkan polutan dan meningkatkan kualitas udara. Saat pengujian alat sensor MQ-135, PMS5003, DHT22 nilai rata-rata tingkat keberhasilan adalah 85%. Pengujian sensor saat udara terdapat polusi menampilkan nilai karbon monoksida 1073.5 µg/m³, sensor PMS5003 nilai PM_{2.5} 159.0 µg/m³, PM₁₀ 171.0 µg/m³, sensor DHT22 membaca suhu 31.1°C dan kelembapan 71.0%. Setelah generator ion negatif aktif, pada tampilan virtuino memperlihatkan katagori kualitas udara berada pada level “Kualitas Udara Sedang” PM_{2.5} 107.0 µg/m³, PM₁₀ 11.0 µg/m³, CO 4529.0 µg/m³, suhu 27.0 °C dan kelembapan 61.3 %.

Article History:

Received: May 30, 2024

Revised: July 30, 2024

Accepted: August 20, 2024

Published: August 29, 2024

Kata Kunci— Generator Ion Negatif; IoT; Polusi Udara; Sensor MQ-135; Sensor PMS5003.

DOI: 10.22441/jitkom.v8i2.004

I. PENDAHULUAN

Udara merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan, tanpa adanya udara seluruh makhluk hidup tidak dapat melangsungkan hidup. Dalam udara terdapat Oksigen (O₂) untuk bernafas, Karbon Monoksida (CO₂) untuk fotosintesis, Ozon (O₃) untuk menahan sinar ultra violet. Gas-gas lain yang terdapat di udara seperti Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO₂) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) sebagai gas yang menyebabkan pencemaran udara sekarang ini menjadi perhatian dunia [1].

Polusi udara di dalam ruangan mempunyai akibat yang lebih beresiko untuk kesehatan dibandingkan polusi udara di luar ruangan. Tidak hanya itu, berdasarkan United States Environmental Protection Agency (EPA), polusi udara di dalam ruangan 2 hingga 10 kali lebih beresiko dibandingkan polusi udara diluar ruangan [2].

Pada penelitian polusi udara di jakarta. Dalam studi ini, dampak jangka panjang dari polusi udara didefinisikan sebagai beban kesehatan yang disebabkan oleh paparan polusi udara setiap tahunnya. Hasil kesehatan yang ditangani mencakup dampak buruk pada anak-anak dan angka kematian total, termasuk enam kematian yang disebabkan oleh penyebab tertentu [3]. Paparan PM 2.5 setiap tahun menyebabkan 6.100 kasus stunting, 330 kematian bayi, 700 bayi dengan hasil kelahiran yang buruk, serta hampir 9.700 kematian dini.

Tingginya kadar O₃ menyebabkan hampir 310 kematian akibat PPOK pada penduduk berusia 25 tahun ke atas. Hasil spesifik kabupaten dijelaskan pada dan, sedangkan rentang ketidakpastian dengan interval kepercayaan 95 %.

II. LITERATURE REVIEW

Pada penelitian [4] menggunakan sistem pemurnian udara untuk ruang publik kecil atau apartemen. Mikrokontroler seri Arduino UNO sebagai pengendali alat pembersih ini. Alat tersebut di lengkapi dengan beberapa sensor untuk mendeteksi kualitas udara. Ketika melebihi ambang batas yang diatur oleh perangkat lunak, sistem bekerja secara otomatis memulai proses penyaringan udara. Sistem ini bergantung pada pembacaan sensor debu optik karena sistem ini mendeteksi kualitas udara di dalam ruangan dan menyalakan atau mematikan alat pembersih udara tersebut. Struktur dari pembersih udara ini menggunakan kayu dan filter sebagai kerangka. Filter yang digunakan adalah pre-filter, dust-filter dan fine-filter.

Pada penelitian [5] menggunakan platform NodeMCU sebagai mikrikontroler utama. NodeMCU ini memiliki modul bawaan Wi-Fi ESP8266. Sensor MQ-135 dihubungkan dengan NodeMCU dan data sensor diunggah ke IoT server melalui router WiFi. Hasil pembacaan sensor akan di tampilkan di LCD dan halaman web, lalu dianalisis menggunakan Matlab .

Pada penelitian [6] menggunakan desain penelitian eksperimen. Dalam penelitian ini, antar muka arduino dan biji kurma sebagai variabel independen dan alat pembersih ionisasi imptovisasi sebagai variabel independen. Metode kuantitatif digunakan untuk mengatur eksperimen dengan benar dan memastikan bahwa jenis data tepat.

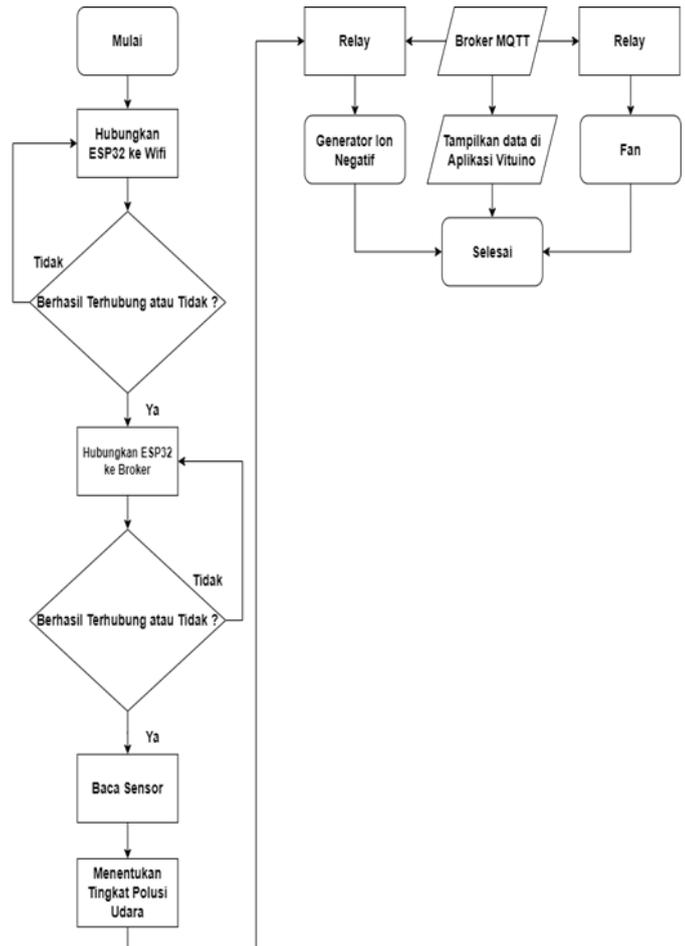
Pada penelitian [7] perancangan dibagi menjadi dua kategori yaitu perangkat monitoring dan perangkat kontrol. Pada perangkat monitoring digunakan dua buah sensor yang dihubungkan langsung dengan mikrokontroler ESP32 yaitu sensor DHT11 dan MQ-135 merupakan sensor yang dapat mendeteksi dua masukan yaitu kelembapan dan suhu. MQ-135 merupakan sensor yang dapat mendeteksi konduktivitas CO2 di udara. Pada alat pengendali digunakan beberapa alat seperti kipas 12V DC, kipas blower, pembuatan kabut ultrasonik, dan generator ozon yang dihubungkan ke relay empat chanel yang dihubungkan ke mikrokontroler. Penelitian ini menggunakan metode mengikuti IoT Product Life Cycle yang dimulai dari perancangan topologi perangkat (Design), intsalasi peralatan (Deploy), pemantauan kinerja (Manage), dan penonaktifkan perangkat, (Decommission). Alat ini dirancang untuk menampilkan nilai konduktivitas CO2, suhu, dan kelembapan melalui aplikasi pada perangkat android dan LCD pada perangkat air purifier.

Pada penelitian [8] merancang pengendalian beban yang efektif menggunakan kontrol fuzzy dan mengembangkan basis aturan fuzzy untuk simulasi verbal lingkungan. Studi ini mengambil data pengukuran dalam ruangan dengan dua set peralatan yang dilengkapi modul sensor untuk partikel halus, CO, dan CO2. Setelah menerima data, 3 modul mengumpulkan data dari board Arduino UNO untuk integrasi, dan kemudian mengirimkannya ke terminal komputer melalui Wi-Fi ESP8266 untuk penghitungan dan analisis selanjutnya

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alir

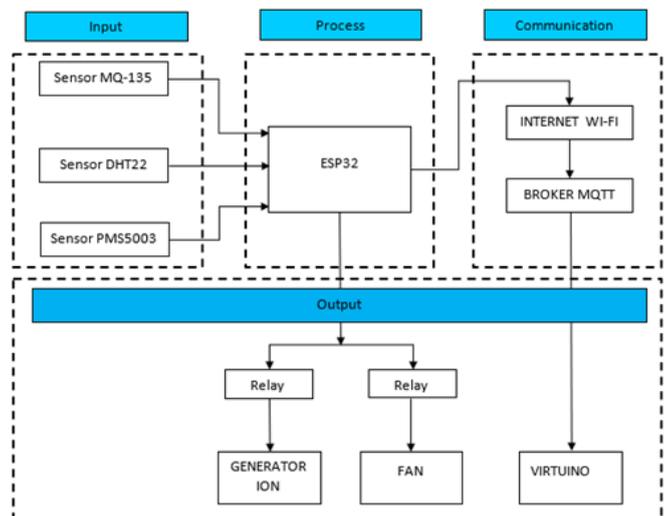
Pada gambar 1. diagram alir menjelaskan sistem kerja alat. Ketika alat dihidupkan, mikrokontroler akan memulai fungsinya memperbolehkan akses internet saat mikrokontroler telah terhubung, sehingga virtuino bisa dapat diakses dan dapat memperoleh informasi dari data yang dihasilkan oleh sensor. Sensor-sensor yang digunakan pada alat ini adalah sensor MQ-135, sensor PMS5003, dan sensor DHT22 akan mendeteksi pada kemampuan masing-masing sensor. Kemudian relay memerintahkan dan generator ion negatif hidup dan mulai mensterilisasi udara yang terkena polusi. Setelah itu hasil pembacaan sensor akan diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada virtuino.



Gambar 1. Diagram Alir

B. Perancangan Diagram Blok

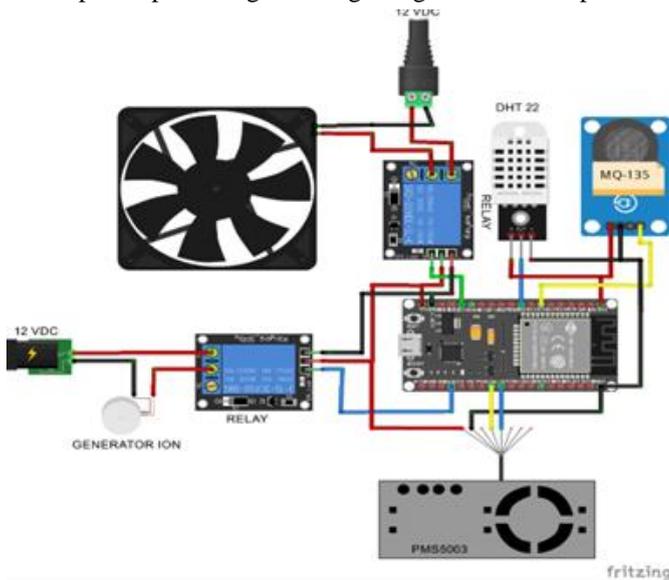
Pada blok diagram menjelaskan tentang konsep dan rancangan sistem yang akan digunakan. Melakukan riset untuk mengembangkan design peralatan yang akan dibuat. Berikut blok diagram yang menjelaskan bagaimana alat dibuat dapat dilihat pada Gambar 2. menunjukkan blok diagram.



Gambar 2. Diagram Blok

Pada rencana design perangkat diatas, sensor MQ-135 mendeteksi gas dan mengukur konsentrasi gas di udara, Sensor PMS5003 mengukur konsentrasi partikel debu halus (PM2.5 dan PM10) di udara, Sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan. Mikrokontroler ESP digunakan untuk menjalankan program yang telah dibuat menggunakan Arduino IDE. Relay berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan fan dan generator ion yang telah dikendalikan oleh sensor yang mendeteksi adanya polusi udara, hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada platform Virtuino.

Setelah melakukan perancangan diagram blok, langkah selanjutnya membuat perancangan perangkat keras dari diagram blok dengan menggabungkan semua komponen yang akan digunakan menggunakan software fritzing. Gambar 3 menampilkan perancangan hasil gabungan semua komponen.



Gambar 3. Perancangan Rangkaian Skematik

IV. HASIL DAN ANALISA

Hasil dan analisa setelah perancangan alat kontrol dan monitoring pembersih udara dengan menggunakan metode ionisasi berbasis iot bertujuan agar mengetahui alat bekerja sesuai dengan perancangan.

A. Pengujian Validasi Sensor

Pengujian ini untuk mengetahui seberapa akurat sensor yang digunakan dengan alat ukur pabrikan.



Gambar 4. Hasil Validasi Sensor

Pada gambar 4. Menampilkan hasil pemacaan sensor yang digunakan dan hasil pembacaan alat ukur pabrikan. Dilakukan lima pengujian validasi sensor untuk mengambil sampel pembacaan pada sensor dan alat ukur.

Tabel 1. Pengujian Validasi Sensor

Sensor	Nilai Alat Ukur	Nilai Sensor	Presentase Kesalahan (%)	Presentase Rata-rata Kesalahan	Presentase Akurasi
CO	2	0.9	55 %	44%	56%
	1	0.8	20 %		
	1	0.4	60 %		
	2	1.3	35 %		
	1	0.5	50 %		
PM2.5	30	30	0 %	15.08%	84.92 %
	25	32	28 %		
	25	30	20 %		
	29	30	3.4 %		
	25	31	24 %		
PM10	39	39	0 %	9.88 %	90.12 %
	32	40	25 %		
	32	36	12.5 %		
	38	39	2.6 %		
	32	39	21.8 %		
Suhu	29.5	28.7	2.7 %	3 %	97 %
	29.5	28.6	3.0 %		
	29.5	28.6	3.0 %		
	29.5	28.6	3.0 %		
	29.6	28.7	3.3 %		
Hum	87	88.6	1.8 %	1.68 %	98.38 %
	86	87.9	2.2 %		
	86	87.9	2.2 %		
	87	88.1	1.2 %		
	88	88.9	1.0 %		

Pada tabel 1 adalah hasil pengujian validasi sensor MQ-135 membaca CO (Karbon Monoksida) presentase kesalahan 44 % dan presentase keberhasilan 56 %, sensor PMS5003 membaca PM2.5 presentase kesalahan 15.08 % dan presentase keberhasilan 84.92 %, PM10 presentase kesalahan 9.88 % dan presentase keberhasilan 90.12 %, sensor DHT22 membaca suhu presentase kesalahan 3 % dan presentase keberhasilan 97 %, kelembapan presentase kesalahan 1.68 % dan presentase keberhasilan 98.38 %.

B. Pengujian Sensor Terhadap Polusi Udara

Pengujian sensor ini menggunakan rokok elektrik sebagai simulasi polusi udara untuk mengambil sample seberapa sensitif sensor MQ-135, sensor PMS5003, dalam mendeteksi polusi berupa asap pembakaran dan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan ruangan.

Pada gambar 5. sensor MQ-135 menampilkan nilai karbon monoksida 1073.5 µg/m³, sensor PMS5003 nilai PM2.5 159.0 µg/m³, PM10 171.0 µg/m³, sensor DHT22 membaca suhu 31.1°C dan kelembapan 71.0%. Terdapat notifikasi peringatan dan kategori kualitas udara menampilkan tidak sehat lalu fan dan generator ion secara otomatis akan aktif.



Gambar 5. Hasil Pembacaan Sensor

C. Pengujian Generator Ion Negatif

Setelah adanya polusi udara generator ion negatif dan fan akan aktif untuk membersihkan udara. Pada gambar 6. Menampilkan hasil pembacaan sensor setelah generator ion negatif aktif. Pada gambar 6. Menampilkan hasil pembacaan sensor setelah genertor ion aktif.



Gambar 6. Hasil Pembacaan Sensor Ion Negatif Aktif

Gambar 6. Pada tampilan virtuino katagori kualitas udara berada pada level “Kualitas Udara Sedang” dengan nilai yang terbaca sensor PM2.5 107.0 µg/m³, PM10 11.0 µg/m³, CO 4529.0 µg/m³, suhu 27.0 °C dan kelembapan 61.3 %.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian keseluruhan alat yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang dapat bekerja sesuai keinginan yaitu:

1. hasil pengujian validasi sensor untuk tingkat keberhasilan sensor MQ-135, Sensor PMS5003, Sensor DHT22 tingkat keberhasilan rata-rata adalah 85%.
2. Hasil dari pengujian sensor pada saat udara terdapat polusi menampilkan nilai karbon monoksida 1073.5 µg/m³, sensor PMS5003 nilai PM2.5 159.0 µg/m³, PM10 171.0 µg/m³, sensor DHT22 membaca suhu 31.1°C dan kelembapan 71.0%. Terdapat notifikasi peringatan dan katagori kualitas udara menampilkan tidak sehat lalu fan dan generator ion secara otomatis akan aktif.
3. Dari hasil pengujian genarator ion negatif, pembacaan sensor setelah generator ion negatif aktif, pada tampilan virtuino memperlihatkan katagori kualitas udara berada pada level “Kualitas Udara Sedang” PM2.5 107.0 µg/m³, PM10 11.0 µg/m³, CO 4529.0 µg/m³, suhu 27.0 °C dan kelembapan 61.3 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. Putro, and S. Suryono, "Rancang Bangun Sistem Telemetri Untuk Monitoring Gas Karbon Monoksida Menggunakan Jaringan Wifi," *Youngster Physics Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 51-58, Apr. 2016.
- [2] A. Sk Akhtar, "Indoor Air Pollutants and Respiratory Problems among Dhaka City Dwellers," *Arch. Community Med. Public Heal.*, pp. 032–036, 2016, doi: 10.17352/2455-5479.000014.
- [3] G. Syuhada *et al.*, "Impacts of Air Pollution on Health and Cost of Illness in Jakarta, Indonesia," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 4, 2023, doi: 10.3390/ijerph20042916.
- [4] D. Panicker, "Smart Air Purifier with Air Quality Monitoring System," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 1511–1515, 2020, doi: 10.22214/ijraset.2020.5244.
- [5] P. Maduranga, K. N. M. H. H. Kosgahakumbura, and G. H. C. J. Karunarathna, "Design of an IoT based indoor air quality monitoring system," *Proc. Natl. Eng. Res. Symp.*, vol. 1, no. Ners, pp. 117–122, 2021.
- [6] D. J. A. B. Real, "The Use of Arduino Interface and Date Palm (Phoenix Dactylifera) Seeds in Making an Improvised Air Ionizer-Purifier," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 283–289, 2021, doi: 10.22214/ijraset.2021.33187.
- [7] R. Rivaldi, "Prototype of Air Purifier To Reduce Air Contaminants and Eliminate Insects Based on Esp32 At Universitas Harapan Medan," *J. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 82–86, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/JUSIKOM/article/view/2819>
- [8] W. T. Sung and S. J. Hsiao, "Building an indoor air quality monitoring system based on the architecture of the Internet of Things," *Eurasip J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2021, no. 1, pp. 1–41, 2021, doi: 10.1186/s13638-021-02030-1.
- [9] J. Moon, S. Keum and S. -S. Park, "A Correlation Analysis of Indoor and Outdoor Air Quality using IoT sensors," *2020 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)*, Beijing, China, 2020, pp. 350-351, doi: 10.1109/SmartIoT49966.2020.00065.
- [10] S. Joshi, "Pid Based Monitoring System With Home Automatic," *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*, vol. 5, no. 1, 2019.
- [11] M. B. Marinov, D. I. Iliiev, T. S. Djamiykov, I. V. Rachev and K. K. Asparuhova, "Portable Air Purifier with Air Quality Monitoring Sensor," *2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET)*, Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET.2019.8878570.
- [12] M. W. P. Maduranga, K. N. M. H. H. Kosgahakumbura, G. H. C. J. Karunarathna. "Design of an IoT based indoor air quality monitoring system." *Proceedings of the National Engineering Research Symposium (NERS 2020)*, vol. 1, pp. 117–122, 2020.

- [13] N. Nikolov, "Research of MQTT, CoAP, HTTP and XMPP IoT Communication protocols for Embedded Systems," *2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET)*, Sozopol, Bulgaria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238208.
- [14] S. Raju, T. Siddharthan, M. C. McCormack, "Indoor Air Pollution and Respiratory Health," *Clin Chest Med.* 2020 Dec;41(4):825-843. doi: 10.1016/j.ccm.2020.08.014. PMID: 33153698; PMCID: PMC7665158.
- [15] S. Muthukumar, W. Sherine Mary, S. Jayanthi, R. Kiruthiga and M. Mahalakshmi, "IoT Based Air Pollution Monitoring and Control System," *2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, Coimbatore, India, 2018, pp. 1286-1288, doi: 10.1109/ICIRCA.2018.8597240.
- [16] Soldered, Air quality sensor MQ135 breakout with easyC Hardware design <https://github.com/SolderedElectronics/Air-quality-sensor-MQ135-breakout-with-easyC-hardware-design>