



Analisis Kelayakan Desain *Air Purifier* pada Ruang Tertutup Berbasis *Internet of Things*

Khodijah Amiroh*, Helmy Widyantara, Oktavia Ayu Permata

*Teknologi Informasi, Institut Teknologi Telkom Surabaya
Jl. Ketintang No. 156 Surabaya*

*Email Penulis Koresponden: dijaamirah@ittelkom-sby.ac.id

Abstrak:

Kesehatan lingkungan perlu menjadi perhatian utama seperti polusi udara yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Saat ini, 90% orang beraktivitas pada ruangan tertutup. Banyaknya aktifitas seseorang dalam ruangan menjadikan kebersihan udara pada ruangan suatu hal yang penting karena berdampak langsung pada kesehatan manusia. Beberapa indikator penting antara lain kadar debu, kadar ethanol, gas CO, dan kelembaban udara. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap mulai dari perancangan sistem, implementasi sistem, hingga melakukan analisis kelayakan sistem. Perancangan sistem dilakukan dengan membuat desain *air purifier* yang lebih ergonomis yang terdiri atas karbon, *hepa filter*, UV serta *exhaust* berbasis IoT. Design *air purifier* dan sistem kontrol otomatis yang dibuat diperlukan sebuah analisis kelayakan untuk mengetahui seberapa efektif prototipe yang telah dibuat. Sistem *monitoring* berbasis IoT dibuat dengan menggunakan Arduino ESP32 dan DHT 22 dengan menggunakan aplikasi *mobile* sebagai sistem *monitoring*. Implementasi sistem dilakukan dengan mencari bahan yang dapat dimanfaatkan dalam perancangan sistem dan dapat melindungi pancaran radiasi sinar uv tidak membahayakan lingkungan sekitar. Hasil dari uji kelayakan dilakukan terhadap *air purifier* pada laboratorium dinas provinsi jawa timur dengan menggunakan indikator gas CO, kadar debu, dan kadar etahanol di dalam udara. Hasil dari pengujian tersebut diketahui bahwa hasil perancangan *air purifier* dapat melakukan penurunan kadar CO hingga >82% dalam jangka waktu 15 menit. Kadar debu di udara mengalami penurunan hingga 63,81% dalam jangka waktu 50 menit serta penurunan kadar ethanol dalam udara sebesar 93,52%.

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license



Kata Kunci:

IoT;
Kualitas udara;
Air purifier;
Uji kelayakan;

Riwayat Artikel:

Diserahkan 26 Desember 2021
Direvisi 12 Februari 2022
Diterima 4 Maret 2022
Dipublikasi 29 April 2022

DOI:

10.22441/incomtech.v12i1.14071

1. PENDAHULUAN

Kesehatan lingkungan perlu menjadi perhatian utama, seperti polusi udara yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Dijelaskan oleh [1] bahwa manusia saat ini 90% beraktivitas pada ruangan tertutup. Kebersihan udara pada ruangan tertutup menjadi penting karena berdampak langsung pada kesehatan manusia [2]. Faktor penyebab polusi udara pada ruangan tertutup diantaranya adalah banyak orang di dalam ruangan tanpa ventilasi udara, penggunaan pengharum ruangan, parfum yang berlebihan serta debu dari luar ruangan. Dalam kondisi seperti ini maka perlu dilakukan sterilisasi udara secara berkala agar dapat menjaga kebersihan udara dalam ruangan tertutup.

Untuk mengetahui kebersihan udara pada ruangan tertutup, banyak penelitian yang telah dilakukan seperti pada [3-5] dengan membuat sistem *monitoring*. Beberapa indikator dalam sistem *monitoring* tersebut antara lain kadar debu, kadar ethanol, gas CO, dan kelembaban. Kadar alkohol yang berlebihan pada ruangan tertutup menyebabkan gangguan pernapasan bagi yang memiliki alergi tertentu. Begitu pula dengan pengukuran kadar debu di udara, kadar debu yang berlebihan dapat membuat gangguan pernapasan bagi seseorang yang memiliki alergi debu seperti yang dijelaskan oleh [6]. Pada penelitian tersebut umumnya tidak melakukan desain *air purifier* yang siap dijual kepada masyarakat dengan harga terjangkau sehingga analisis kelayakan mulai dari desain *prototipe*, sensor, dan komponen belum dilakukan.

Air purifier menjadi salah satu solusi sterilisasi udara pada ruangan tertutup. Prototipe sterilisasi udara dengan menggunakan *hepa filter*, UV, karbon, dan *exhaust*. Penggunaan *hepa filter* diketahui dapat membersihkan udara kotor dan bakteri hingga 99,97%. Penggunaan sinar uv diketahui dapat membersihkan bakteri dan virus di udara sedangkan karbon digunakan untuk filter udara. Berdasarkan hasil studi literatur, maka dilakukan rancangan *air purifier* menggunakan 4 komponen tersebut. Selain itu juga, pembuatan prototipe *air purifier* ini berguna untuk menyebar luaskan kebutuhan sterilisasi udara yang ergonomis. Serta berguna dalam menjaga kesehatan lingkungan agar dapat meningkatkan produktifitas seseorang dalam bekerja di dalam ruangan.

Memasuki revolusi industri menuju 5.0 maka kita dihadapkan oleh perkembangan teknologi yang sangat pesat. Saat ini, setiap orang telah menggunakan *gadget* dalam kehidupan sehari-hari. Konsep *Internet of Things* (IoT) menjadi trend untuk menghubungkan setiap alat yang belum terhubung menjadi terhubung tanpa batasan jarak. Pada fokus kualitas udara, sistem *monitoring* menggunakan IoT seperti telah dilakukan oleh [7-9] sangat membantu seseorang untuk memantau kualitas udara.

Menggabungkan desain *air purifier* dan IoT yang ramah lingkungan menjadi salah satu dasar penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis kelayakan dari *air purifier* yang ergonomis serta dapat dijangkau oleh semua masyarakat dengan sistem kontrol yang dapat dilakukan dengan jarak jauh.

2. METODE

Metode penelitian pada riset ini terdiri atas beberapa aspek dan tahapan. Pada [Gambar 1](#) terlihat bahwa tahap pertama melakukan perancangan sistem.

Perancangan ini dilakukan dari beberapa aspek mulai dari *air purifier* yang berisi *hepa filter*, UV, karbon, dan *exhaust* kemudian sistem IoT mulai dari perancangan hardware dengan menggunakan ESP32, sensor DHT 22 untuk suhu dan kelembaban serta sensor MQ-135 untuk kadar gas CO selain itu juga, perancangan sistem dilakukan oleh *software* untuk aplikasi IoT menggunakan *flutter* serta pemrograman *hardware* menggunakan Arduino IDE.



Gambar 1. Metode Penelitian

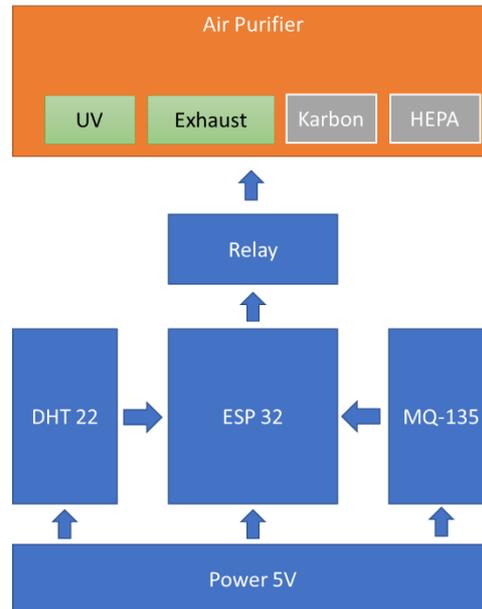
Tahap kedua adalah mengenai implementasi sistem *air purifier* dengan merealisasikan seluruh perancangan sistem dan mengintegrasikan sistem yang telah dibuat. Tahap terakhir adalah melakukan uji kelayakan *air purifier* dengan bekerjasama Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Unit Pelaksana Teknis Keselamatan Kerja (UPTK2).

2.1 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, sistem dirancang dengan melakukan pembuatan *air purifier* ditambahkan sistem *monitoring* menggunakan IoT. Seperti yang tertera pada Gambar 2, sistem pertama yang dibuat adalah *air purifier* terdiri atas UV, *exhaust*, karbon, dan *hepa filter*. Sistem tambahan yang terdapat pada *air purifier* dirancang dengan penambahan sistem *monitoring* dan kontrol otomatis menggunakan perancangan *hardware* menggunakan ESP32. Telah dilakukan beberapa penelitian mengenai pemanfaatan ESP32 dalam *monitoring* kualitas udara seperti yang dilakukan oleh [2][3][10]. Sensor yang digunakan pada sistem *monitoring* ini adalah MQ-135 dan DHT-22.

Sensor MQ-135 diketahui dapat mengukur polutan di dalam udara dengan beberapa indikator[11]. Indikator yang dapat di deteksi oleh sensor tersebut diantaranya gas ammonia, natrium dioksida, ethanol/alkohol, serta gas CO. Pada penelitian ini, sensor MQ-135 difokuskan untuk mendeteksi gas CO saja sehingga sensor diharapkan dapat bekerja maksimal. Selain mendeteksi gas CO yang dilakukan untuk sistem *monitoring*, penelitian ini juga menggunakan sensor DHT-

22. Fungsi utama dari sensor ini untuk membaca suhu dan kelembaban udara dilingkungan sekitar. Sensor ini diketahui dapat memiliki kecepatan yang tinggi dalam membaca suhu serta kelembaban udara.

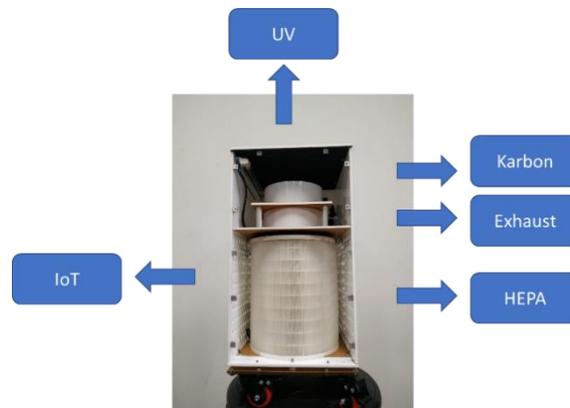


Gambar 2. Perancangan sistem Air purifier

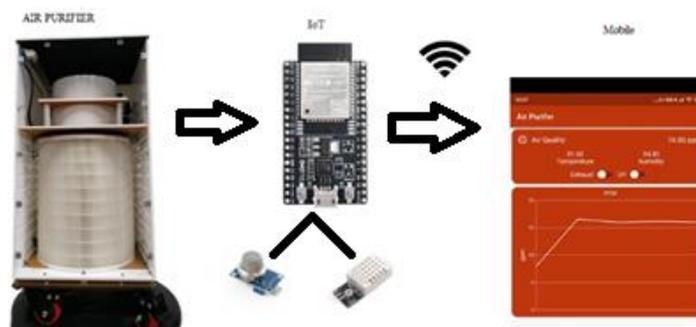
Secara keseluruhan, perancangan sistem diintegrasikan melalui sistem kontrol dan *monitoring* otomatis dilakukan pada ESP32 dengan melakukan komunikasi data dari *cloud* dengan menggunakan *wifi*[12][16]. Sistem komunikasi dari *hardware* menuju *cloud* menggunakan sistem komunikasi I2C melalui Antares. Beberapa *software* pendukung dalam penerapan IoT ini adalah Arduino IDE yang digunakan untuk melakukan pemrograman pada *hardware*. *Library* Antares merupakan salah satu faktor penting untuk melakukan komunikasi data dari Arduino ke *cloud* melalui *database* Antares. *Library* DHT-11/22 juga digunakan untuk membaca sensor DHT-22.

2.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan setelah dilakukan perancangan sistem baik dari sisi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Pada [Gambar 3](#) merupakan urutan penempatan *air purifier* yang telah didesain. Secara keseluruhan, blok diagram sistem juga dapat dilihat pada [Gambar 4](#). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh [4][5] diketahui bahwa *air purifier* berguna dalam membersihkan udara pada ruangan tertutup terutama apabila menggunakan *hepa filter*, UV, dan karbon aktif. Filter aktif yang digunakan *air purifier* sangat berguna dalam mensterilisasi udara khususnya pada ruangan tertutup[13][14]. Dengan adanya kemajuan teknologi, maka sterilisasi udara ini dibuat tidak hanya dibuat prototipe saja, namun juga diintegrasikan dengan IoT. Sistem IoT untuk mengukur kualitas udara juga telah banyak dilakukan seperti yang dilakukan oleh [3] [6] [7][15] sehingga dengan menggabungkan desain *air purifier* dan IoT diharapkan mendapatkan hasil udara yang lebih bersih karena terus dilakukan *monitoring*.



Gambar 3. Implementasi Desain Air purifier



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

2.3 Uji Kelayakan

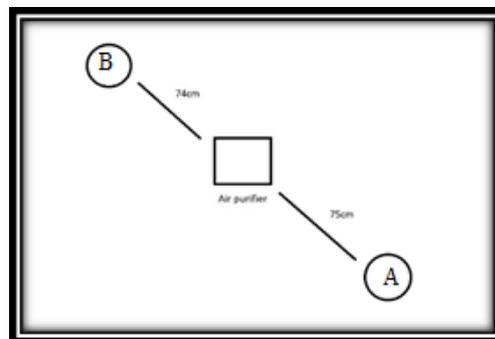
Uji kelayakan dilakukan di UPTK2 Jawa Timur dengan menggunakan beberapa indikator kelayakan diantaranya terhadap kadar ethanol, kadar debu di udara dan gas CO. Dokumentasi pada saat pelaksanaan uji kelayakan dapat terlihat pada [Gambar 5](#). Kadar pada gas CO, ethanol, dan debu penting untuk diukur keefektifan dengan penggunaan *air purifier* yang telah dibuat ini, seperti yang dilakukan oleh [17] diketahui bahwa kadar ethanol menjadi faktor yang penting dalam ruang tertutup dikarenakan menyebabkan gangguan fisik.

Kadar lainnya yang diukur adalah kadar debu dalam ruangan tertutup. Hal tersebut juga pernah dilakukan oleh [6] dimana diketahui pengaruh debu dalam ruangan tertutup sangat mempengaruhi kondisi seseorang terutama pada pernapasannya. Selain kadar ethanol dan debu, kadar gas CO menjadi salah satu indikator dalam uji kelayakan penggunaan *air purifier*.



Gambar 5. Dokumentasi saat melakukan uji kelayakan

Uji kelayakan dengan sensor pendeteksi debu, ethanol, dan gas CO dilihat seperti Gambar 6. Ukuran ruangan yang digunakan adalah sebesar 6,4m x 3,2m dengan jarak antara *air purifier* dengan sensor pada titik A dan titik B sejauh 75cm. Pengukuran pada gas ethanol dilakukan selama 50 menit sebelum dinyalakan *air purifier* dan 50 menit setelah *air purifier* dinyalakan selama 50 menit. Pengukuran kadar debu dilakukan selama 30 menit sebelum dinyalakan *air purifier* dan 30 menit setelah *air purifier* dinyalakan selama 50 menit. Pengukuran gas CO dilakukan saat terjadi pembakaran sampah dan 15 menit setelah *air purifier* dinyalakan.



Gambar 6. Jarak alat uji dengan *Air purifier*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

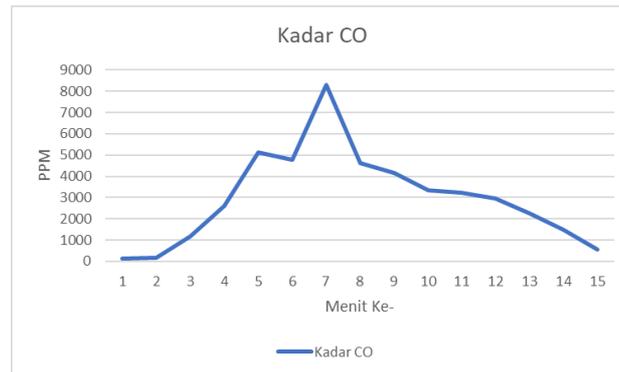
Setelah menjalankan metode penelitian yang dilakukan maka tahap terakhir pada penelitian ini adalah pengujian kelayakan *air purifier* dalam sterilisasi ruangan tertutup. Pengujian dilakukan seperti yang telah dibahas pada bagian sebelumnya yakni dengan 3 indikator diantaranya gas CO, kadar ethanol, dan kadar debu dalam jangka waktu tertentu sebelum dan setelah penggunaan *air purifier*.

3.1 Hasil Pengujian Sensor

Hasil pengujian sensor MQ-135 dilakukan selama 15 menit dengan menggunakan asap pembakaran sampah dengan menyalakan *air purifier*. Diketahui dengan menggunakan *air purifier* yang telah didesain ini pada ruangan tertutup

dapat melakukan sterilisasi udara secara cepat sehingga udara dapat secara cepat kembali bersih.

Dari grafik yang terlihat pada [Gambar 7](#) dapat kita ketahui peningkatan kadar gas CO mulai dari menit ke-2 namun puncak polusi udara pada ruangan tertutup pada menit ke-7 dan mulai terdapat penurunan pada menit ke-8. Secara keseluruhan, efektifitas *air purifier* yang dapat dibaca oleh sensor MQ-135 dapat menurunkan polusi udara akibat gas CO sebesar 93,17% dalam jangka waktu <15 menit.



Gambar 7. Pengujian Sensor MQ-135

3.2 Hasil Pengujian Aplikasi IoT

Pada [Gambar 8](#) merupakan tampilan kontrol IoT dengan menggunakan aplikasi *mobile*. Tampilan tersebut terdiri atas grafik dari kadar gas CO, temperatur, dan kelembaban udara. Kontrol otomatis yang dapat dilakukan jarak jauh adalah kontrol *on-off* untuk *exhaust* dan UV. Kondisi UV on hanya dapat dilakukan pada saat *exhaust* on.



Gambar 8. Tampilan IoT pada Aplikasi *Mobile*

3.3 Hasil Pengujian Kadar Etanol

Gas ethanol pada ruangan tertutup dapat bersumber dari minyak wangi yang berlebihan, parfum ruangan, dan penggunaan cairan yang mengandung kadar alcohol cukup tinggi. Pengujian dilakukan pada dua titik seperti yang telah digambarkan pada Gambar . Hasil pengujian diketahui seperti pada Tabel 1 diketahui bahwa *Air purifier* telah berfungsi optimal dalam menurunkan kadar ethanol dalam jangka waktu 50 menit dengan rata-rata sebesar 6,51 PPM atau sekitar 93,52%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Ethanol

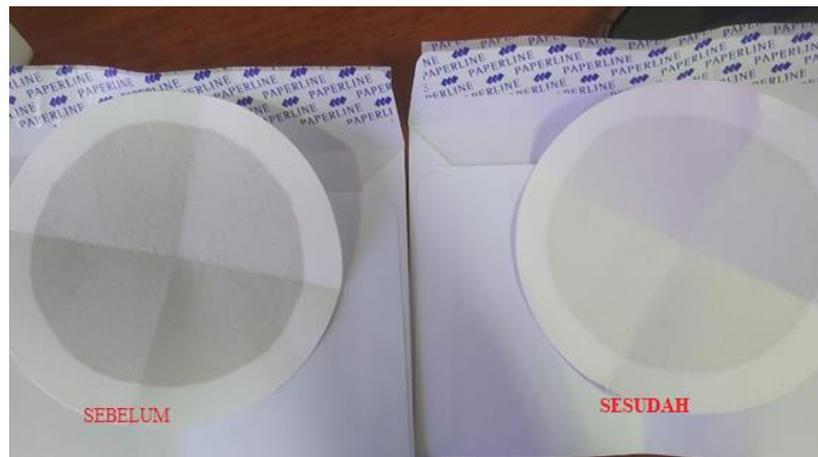
No	Lokasi Pengukuran	Hasil Pengukuran (PPM)
1	Titik A Sebelum <i>Air purifier</i> Nyala	8,18
2	Titik B Sebelum <i>Air purifier</i> Nyala	5,89
3	Titik A Setelah 50 menit <i>Air purifier</i> Nyala	0,53
4	Titik B Setelah 50 menit <i>Air purifier</i> Nyala	0,52

3.4 Hasil Pengujian Kadar Debu

Pengujian kadar debu dilakukan dengan mengambil sampel debu selama 30 menit pada saat *air purifier* sebelum dinyalakan dan selama 30 menit setelah 50 menit *air purifier* dinyalakan. Perbedaan kadar debu tampak signifikan perbedaannya setelah diambil sample seperti pada Gambar 9 secara kualitatif kadar debu juga turun seperti terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian kadar debu, penurunan kadar debu sebesar 63,81% selain itu juga, diketahui nilai kelembaban juga mengalami penurunan banyak 5% setelah *air purifier* dinyalakan pada ruangan tertutup.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Debu

No	Lokasi Pengukuran	Kadar Debu (mg/m ³)	RH (%)
1	Titik A Sebelum <i>Air purifier</i> Nyala	0,0981	63
2	Titik B Sebelum <i>Air purifier</i> Nyala	<0,0106	63
3	Titik A Setelah 50 menit <i>Air purifier</i> Nyala	0,0355	58
4	Titik B Setelah 50 menit <i>Air purifier</i> Nyala	0,0279	58



Gambar 9. Perbedaan Kadar Debu

3.5 Hasil Pengujian Gas CO

Untuk memvalidasi data sensor MQ-135 maka dilakukan pengukuran gas CO dengan kondisi yang sama menggunakan alat yang terstandar industri. Hasil Pengujian Gas CO dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Lembar Hasil Uji yang dilakukan oleh UPTK2 juga menunjukkan bahwa setelah 15 menit *air purifier* telah mengalami penurunan kadar secara signifikan dari mulai pembakaran sampah hingga *air purifier* dinyalakan selama 15 menit.

Tabel 3. Hasil Pengujian Gas CO

No	Lokasi Pengukuran	Pengukuran CO (ppm)
1	Titik A Sebelum <i>Air purifier</i> Nyala	3,5
2	Titik B Sebelum <i>Air purifier</i> Nyala	3,4
3	Titik A Setelah 15 menit <i>Air purifier</i> Nyala	0,6
4	Titik B Setelah 15 menit <i>Air purifier</i> Nyala	0,6

Kadar gas CO berdasarkan hasil pengujian laboratorium mengalami penurunan sebesar 82,85%. Perbedaan hasil pengukuran antara gas CO yang dibaca oleh sensor MQ-135 dengan hasil uji lab dikarenakan titik pembacaan yang berbeda. Sensor MQ-135 berada di dalam *air purifier* sedangkan uji lab berjarak 75cm dari lokasi *air purifier*.

3.6 Evaluasi

Untuk menghemat energi, lampu UV tidak perlu dinyalakan secara terus menerus karena dikhawatirkan radiasi dari sinar UV. Harapannya, akan ada dilakukan pengujian lanjutan mengenai sinar UV pada *air purifier* apabila dilakukan selama terus menerus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan mengenai kelayakan *air purifier*, di ketahui bahwa *air purifier* yang terdiri atas *hepa*, *uv*, karbon, dan *exhaust* dapat bekerja optimal. Penurunan kadar CO diketahui dapat dibersihkan hingga >82% dalam jangka waktu 15 menit. Kadar debu di udara mengalami penurunan hingga 63,81% dalam jangka waktu 50 menit serta penurunan kadar ethanol dalam udara sebesar 93,52%.

REFERENSI

- [1] A. K. Yadav, C.Ghosh, B.D. Banerjee, "A review on indoor air pollution and associated health impacts with special reference to building designs", *Int. Res. J. Environmental Sci.*, vol. 8, no. 4, pp. 1-11, Oktober 2019.
- [2] W.I.D Aurora, "Efek Indoor Air Pollution Terhadap Kesehatan." *Electronic Journal Scientific of Environmental Health and Disease*, vol. 2, no. 1, pp 32-39, Juni 2021, doi: 10.22437/esehad.v2i1.13750.
- [3] A. Pangestu, M. Yusro, W. Djatmiko, and A. Jaenul, "The Monitoring System of Indoor Air Quality Based on Internet of Things," *SPEKTRA: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, vol. 5, no. 2, pp: 141-152, 2020, doi: 10.21009/SPEKTRA.052.06.
- [4] M. Mannan and S. G. Al-Ghamdi, "Indoor air quality in buildings: A comprehensive review on the factors influencing air pollution in residential and commercial structure," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 6, 3276, Maret, 2021. doi: 10.3390/ijerph18063276.
- [5] K. Amiroh, O. A. Permata, and F. Z. Rahmanti, "Analisis Kualitas Udara untuk *Monitoring Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 4, no. 1, pp. 29–36, Sep. 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v4i1.1549.
- [6] World Health Organization, *Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust*, 1999.
- [7] H. Shidki, I. Chandra, E. Djunaedy, "Analisis Kualitas Udara Dalam Ruangan pada Kantor Terbuka di Universitas Telkom", *e-proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 1, April 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.12816.43524.
- [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 Journal on Wireless Communications and Networking*, 153, 2021, doi: 10.1186/s13638-021-02030-1.
- [9] S. Shitole, D. Nair, N. Pandey and H. Suhagiya, "Internet of Things Based Indoor Air Quality Improving System," 2018 3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/I2CT.2018.8529813.
- [10] S. Mahetaliya, D. Makwana, A. Pujara, and S. Hanumante, "IoT based Air Quality Index *Monitoring* using ESP32," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 8, no. 4, pp: 5186-5191, 2021.
- [11] F. N. Abbas, I. M. Saadoon, Z. K. Abdalrdha, and E. N. Abud, "Capable of gas sensor MQ-135 to monitor the air quality with arduino uno," *International Journal of Engineering Research and Technology*, vol. 13, no. 10, pp. 2955–2959, 2020, doi: 10.37624/IJERT/13.10.2020.2955-2959.
- [12] P. Manikandan, B. N. K. Reddy, M. V. Bhanu, G. Ramesh and V. P. Reddy, "IoT Based Air Quality Monitoring System with Email Notification," *2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 2021, pp. 616-620, doi: 10.1109/ICCES51350.2021.9489027.
- [13] A. Hammond, T. Khalid, H. v. Thornton, C. A. Woodall, and A. D. Hay, "Should homes and workplaces purchase portable air filters to reduce the transmission of SARS-CoV-2 and other respiratory infections? A systematic review," *PLoS ONE*, vol. 16, no. 4 April 2021, Apr. 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0251049.

- [14] F. Afian, A. Budhijuwono, A. Agustina, D. Anditirina, “Efektifitas Hepa Filter dengan Charcoal dalam Penyaringan Organofosfat di Kabin Pesawat,” *Jurnal Kedokteran*, vol. 6, no. 1, pp: 17-31, Desember 2020, doi: 10.36679/kedokteran.v6i1.260.
- [15] R. Mumtaz *et al.*, “Internet of things (Iot) based indoor air quality sensing and predictive analytic—a covid-19 perspective,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 10, no. 2, pp. 1–26, Jan. 2021, doi: 10.3390/electronics10020184.
- [16] S. Kaur, S. Sharma, and S. Bawa, “Smart indoor air quality *monitoring* system,” *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 2 Special Issue 6, pp. 989–996, Jul. 2019, doi: 10.35940/ijrte.B1179.0782S619.
- [17] A. Hautemanière *et al.*, “Assessment of exposure to ethanol vapors released during use of Alcohol-Based Hand Rubs by healthcare workers,” *Journal of Infection and Public Health*, vol. 6, no. 1, pp. 16–26, Feb. 2013, doi: 10.1016/j.jiph.2012.09.015.