

STUDY COMPELTION PROGRAM

RESEARCH TRACK

LAPORAN AKHIR RISET

**TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS: SISTEM PEMANTAUAN
KUALITAS UDARA BAGI PENDERITA ASMA**



Oleh:

Septiya Hanum Pratiwi

: 20210120061

**FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NUSA PUTRA**

2024

LAPORAN AKHIR RISET

TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS: SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BAGI PENDERITA ASMA

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Dalam Menempuh Seminar Akhir Riset Pada Jalur Program Riset
Di Program Studi Teknik Elektro*



Oleh:

Septiya Hanum Pratiwi : 20210120061

**FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR RISET

**JUDUL: TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS: SISTEM PEMANTAUAN
KUALITAS UDARA BAGI PENDERITA ASMA**

Disusun Oleh:

Septiya Hanum Pratiwi

20210120061

Laporan ini telah di seminarkan dihadapan penguji seminar hasil pada program riset di
program studi Teknik Elektro

Ketua Penguji



Sukabumi,

Pembimbing Utama

Ir. Anang Suryana, S.Pd., M.Si.

NIDN. 0407098009

Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T., M.T.

NIDN. 0426019502

Plt. Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Ir. Anggy Pradiftha Junfitharana, S.Pd., M.T

NIDN. 0425068502

ABSTRAK

Asma adalah kondisi pernapasan kronis yang mempengaruhi jutaan individu secara global, ditandai oleh peradangan serta penyempitan saluran napas, yang mengakibatkan kesulitan bernapas. Penderita asma sangat sensitif terhadap perubahan kualitas udara, sehingga pemantauan kualitas udara secara akurat dan real-time menjadi krusial untuk manajemen kondisi ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis mengenai sistem pemantauan kualitas udara yang digunakan oleh penderita asma. Teknologi yang dibahas mencakup sensor udara portabel yang dapat dengan mudah dipindahkan, aplikasi smartphone, dan perangkat Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan platform kesehatan lainnya. Fokus utama dari tinjauan ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas, akurasi, kemudahan penggunaan, dan dampak dari sistem tersebut terhadap kualitas hidup penderita asma. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa meskipun teknologi pemantauan ini memiliki potensi untuk membantu penderita asma menghindari pemicu, terdapat berbagai tantangan seperti kebutuhan untuk kalibrasi yang tepat, biaya yang tinggi, dan kurangnya kesadaran serta pemahaman di kalangan pengguna. Tinjauan literatur sistematis ini diharapkan dapat mengarahkan pengembangan sistem pemantauan kualitas udara yang lebih akurat, mudah digunakan, dan terjangkau, sehingga penderita asma dapat mengelola kondisi mereka dengan lebih efektif, yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas hidup mereka serta mengurangi frekuensi dan keparahan serangan asma.

Kata Kunci: *asma, IoT, pemantauan kualitas udara, portabel, tinjauan literatur sistematis.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Riset	1
1.2. Rumusan Masalah Riset	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN RISET	4
2.1. Profil Lembaga Riset.....	4
2.2. Deskripsi Kegiatan Riset	7
2.3. Kontribusi Riset.....	7
2.4. Landasan Teori	8
2.5. Metode Riset	15
2.6 Jadwal Riset.....	18
BAB III KEGIATAN RISET	19
3.1 Hasil Kegiatan Riset	19
3.2. Pengalaman Riset	23
BAB IV HASIL RISET.....	24
4.1. Publikasi Jurnal	24
BAB V KESIMPULAN.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gedung Universitas Nusa Putra.....	5
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kerja Penelitian	16
Gambar 2. 3 Alur Pemilihan Artikel Dari Berbagai Sumber	17
Gambar 3. 1 Persentase Sistem Yang Diterapkan Penelitian Sebelumnya	21
Gambar 3. 2 Gambaran Umum Board Mikrokontroler Yang Digunakan Dalam Studi Yang Ditinjau	22
Gambar 3. 3 Parameter Keseluruhan Yang Digunakan Dalam Menentukan Kualitas Udara	23
Gambar 4.1 Publikasi Jurnal	24



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Regulasi WHO Dan KLHK Tentang Indikator Kualitas Udara Ambien	9
Tabel 2. 2 Perbandingan Regulasi WHO Dan Kemenkes Tentang Indikator Kualitas Udara Dalam Ruangan	11
Tabel 2. 3 Faktor Pemicu Asma	13
Tabel 2. 4 Perbandingan Standar Kualitas Udara Untuk Beberapa Polutan Yang Dapat Berpotensi Pemicu Serangan Asma	14
Tabel 2. 5 Jadwal Riset.....	18
Tabel 3. 1 Ringkasan Ulasan Sistematis.....	27



BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan latar belakang masalah, perumusan masalah, dan tujuan penelitian terkait tinjauan sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan dengan otomatisasi.

1.1. Latar Belakang Riset

Kesehatan adalah salah satu aspek yang paling penting bagi manusia. Upaya untuk menjaga dan memantau kesehatan secara berkala sangat penting guna mendeteksi dini adanya gangguan kesehatan. Kualitas udara dalam ruangan memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia. Manusia menghabiskan sebagian besar waktunya di dalam ruangan, dan berbagai polutan udara dalam ruangan dapat membahayakan kesehatan, seperti partikel debu, asap rokok, gas dan lainnya [1].

Asma adalah penyakit peradangan saluran pernapasan kronik dengan tingkat morbiditas dan mortalitas yang cukup tinggi sehingga asma merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius di seluruh dunia [2]. Hal ini ditandai oleh gejala pernapasan seperti mengi, sesak napas, sesak dada, dan batuk yang bervariasi dari waktu ke waktu dan juga dengan keterbatasan aliran udara ekspirasi bervariasi [3].

Morbiditas dan mortalitas adalah dua konsep yang berhubungan dengan kesehatan dan demografi, tetapi memiliki definisi yang berbeda. Morbiditas, dalam konteks epidemiologi, merujuk pada jumlah individu yang menderita penyakit dalam periode waktu tertentu. Sementara itu, mortalitas, dalam konteks demografi, mengacu pada jumlah kematian yang terjadi dalam suatu populasi [4]. Morbiditas dan mortalitas pasien asma meningkat pada orang yang merokok dibandingkan tidak merokok. Asap rokok bisa merusak paru-paru dan mungkin dapat menghentikan dari cara kerja obat asma tertentu [5]. Menurut data dari World Health Organization (WHO) 2022, jumlah penderita asma di dunia diperkirakan sekitar 262 juta jiwa dan angka kematian akibat

asma menyebabkan sekitar 455 ribu kematian. Sedangkan Menurut data dari laporan Global Initiative for Asthma (GINA) tahun 2022 angka kejadian asma dari berbagai negara adalah 1-18% dan diperkirakan terdapat 300 juta penduduk di dunia menderita asma[6].

Penelitian mengenai pemantauan kualitas udara dalam ruangan telah menjadi perhatian utama dalam beberapa tahun terakhir. namun sebagian besar masih belum melibatkan langkah otomatis untuk menanggapi perubahan kualitas udara, yang mengurangi efisiensi respons. Variasi desain sistem, metode, dan hasil output dalam penelitian sebelumnya juga cukup signifikan. Selain itu, indikator yang digunakan untuk mengukur kualitas udara seringkali tidak selaras dengan pedoman yang ditetapkan oleh WHO, Kemenkes, KLHK, atau ISPU. Oleh karena itu, pendekatan tinjauan pustaka sistematis dianggap sebagai solusi untuk menyajikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai keadaan terkini dalam bidang ini.

1.2. Rumusan Masalah Riset

Dalam menerapkan metode tinjauan pustaka sistematis (selanjutnya disebut *Systematic Literature Review/SLR*), diperlukan *research question* (RQ) atau pertanyaan penelitian terhadap permasalahan pada penelitian terdahulu dalam topik. Berdasarkan latar belakang penelitian yang ada, rumusan masalah atau *research question* yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan mikrokontroler pada penelitian terdahulu dalam sistem pemantauan kualitas udara bagi penderita asma?
2. Bagaimana metode penetapan kualitas udara bagi penderita asma sistem yang diajukan penelitian terdahulu?
3. Indikator apa saja yang dimasukkan dalam penentuan kualitas udara dalam bagi penderita asma? Apakah indikator tersebut sesuai dengan panduan *World Health Organization* (WHO), Kementerian kesehatan (Kemenkes) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)
4. Bagaimana output mengenai sistem disampaikan bagi penderita asma?

5. Apa jenis sensor yang seharusnya digunakan sesuai dengan standar WHO, KLHK dan Kemenkes untuk memantau kualitas udara dan mendeteksi polutan lingkungan secara efektif?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyajikan tinjauan literatur guna mendukung inisiatif penelitian di masa depan tentang penerapan sistem pemantauan kualitas udara dalam ruangan. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menyajikan perbandingan sistem yang diterapkan pada penelitian terdahulu tentang pemantauan kualitas udara bagi penderita asma.
2. Menyajikan analisis mengenai pemilihan pengembangan mikrokontroler oleh penelitian terdahulu melalui perbandingan antara satu sama lain, juga dengan evaluasi teknisnya.
3. Menyajikan perbandingan metode yang diterapkan oleh penelitian terdahulu dalam menetapkan kualitas udara dalam ruangan, indikator yang digunakan, dan kesesuaian dengan panduan kemenkes tentang kualitas udara bagi penderita asma.
4. Menyajikan perbandingan secara detail cara penelitian terdahulu menyampaikan keluaran sistem pemantauan kualitas udara kepada pengguna.
5. Mengidentifikasi jenis sensor yang sesuai dengan standar WHO untuk pemantauan kualitas udara dan deteksi polutan lingkungan, melalui analisis berbagai sensor yang tersedia di pasaran serta evaluasi keefektifannya berdasarkan kriteria WHO.

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif tentang sistem pemantauan kualitas udara bagi penderita asma melalui tinjauan literatur sistematis, serta mengidentifikasi area-area di mana penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan penerimaan sistem ini dalam pengelolaan asma.



BAB V

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemantauan kualitas udara menjadi fokus utama dalam pengembangan sistem di bidang ini. Sebanyak 65% penelitian berfokus pada pemantauan kualitas udara, sementara 20% mengintegrasikan pemantauan dengan pengendalian kualitas udara, dan 10% lainnya menambahkan otomatisasi ke dalam proses pemantauan. Hal ini menandakan pentingnya pemantauan kualitas udara sebagai prioritas dalam penelitian, meskipun ada juga upaya untuk meningkatkan efisiensi dengan kontrol dan otomatisasi.

Pemilihan papan pengembangan dalam penelitian ini bersifat relatif, namun ESP8266 dan Arduino menonjol sebagai papan yang paling sering digunakan, dengan beberapa papan lainnya dikombinasikan untuk melengkapi fungsi sistem. Selain itu, penelitian sebelumnya sering mengukur parameter seperti konsentrasi CO, amonia, suhu, dan kelembaban, yang meskipun penting, tidak sepenuhnya sesuai dengan pedoman kualitas udara WHO, KLHK, dan Kemenkes yang menekankan pada parameter PM10, PM2.5, NO2, dan SO2.

Kesimpulan ini menggaris bawahi kebutuhan untuk tidak hanya memfokuskan penelitian pada pemantauan kualitas udara, tetapi juga mempertimbangkan standar dan pedoman internasional untuk memastikan relevansi dan efektivitas sistem yang dikembangkan dalam menangani masalah kesehatan seperti asma.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. E. Romadhon and H. Y. Novita, "Implementasi Fuzzy Logic Tsukamoto pada Deteksi Kondisi Badan Berdasarkan Suhu Tubuh," *Sci. Student J. Information, Technol. Sci.*, vol. IV, no. 1, p. 57, 2023.
- [2] R. Fitri, H. Priyanto, and T. Rinanda, "Asthma Medication Adherence and Quality of Life in Persistent Asthma Patients," *J Respir Indo*, vol. 36, no. 3, pp. 130–137, 2016.
- [3] M. Sutrisna, E. Rahmadani, P. Studi, I. Keperawatan, T. Mandiri, and S. Bengkulu, "Hubungan Jenis Terapi Dan Kontrol Asma Terhadap Kualitas Hidup Pasien Asma Bronkial," *J. Ners*, vol. 6, no. 2, pp. 70–76, 2022, [Online]. Available: <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
- [4] F. Azis, "Hubungan Tingkat Pengetahuan Keluarga terhadap Penanganan Pertama pada Balita yang Mengalami ISPA," 2016.
- [5] Nurlatifah, I. Nurrasyidah, and F. Heriyani, "Hubungan paparan asap rokok dengan tingkat kontrol asma pada penderita asma," *J. Mhs. Pendidik. Dr.*, vol. 4, no. 3, pp. 721–730, 2021, [Online]. Available: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/hms/article/view/4583>
- [6] Muslina, D. Kurniasih, and A. Latifah, "Hubungan Kadar Kalsium, Zink Dan Besi Serum Penderita Asma Dan Non Asma," *Indones. J. Pharma Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 156–166, 2022.
- [7] R. Yulianti, "Universitas Nusa Putra Sukabumi," vol. 2, no. 1. pp. 2020–2028, 2019.
- [8] "Nusa Putra University - Little Step for Wide Vision."
- [9] Nusa Putra University, "Nilai-nilai Luhur - Nusa Putra University." [Online]. Available: <https://nusaputra.ac.id/id/tentang/nilai-nilai-luhur/>
- [10] A. of nusa putra University, "Visi dan Misi Nusa Putra University," *Official website NPU*. 2021. [Online]. Available: <https://si.nusaputra.ac.id/tentang/visi-dan-misi/>
- [11] H. Subagiyo, R. Tri Wahyuni, M. Akbar, and F. Ulfa, "Rancang Bangun Sensor Node untuk Pemantauan Kualitas Udara," *J. Sains, Teknol. dan*

- Ind.*, vol. 18, no. 1, p. 72, 2021, doi: 10.24014/sitekin.v18i1.11461.
- [12] OMS, "WHO global air quality guidelines," *Part. matter (PM2.5 PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide carbon monoxide*, pp. 1–360, 2021.
- [13] WHO, "Ambient (outdoor) air pollution," *World Health Organisation Geneva*, no. 1. pp. 6–8, 2018. [Online]. Available: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- [14] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah no. 41 tentang Pengendalian Pencemaran udara," *Peratur. Pemerintah no. 41 tentang Pengendali. Pencemaran Udar.*, no. 1, pp. 1–5, 1999, [Online]. Available: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjWxrKeif7eAhVYfysKHcHWAOWQFjAAegQICRAC&url=https://www.ojk.go.id/id/kanal/pasar-modal/regulasi/undang-undang/Documents/Pages/undang-undang-nomo>
- [15] Sholahudin, Y. Damey, W. Fauji, and M. A. S. Yudono, "Indoor Air Quality Monitoring System with Automation: A Review," *2023 IEEE 9th Int. Conf. Comput. Eng. Des. ICCED 2023*, 2023, doi: 10.1109/ICCED60214.2023.10425129.
- [16] WHO, "Indoor Air Quality Guidelines: Household Fuel Combustion," *World Heal. Organ.*, pp. 1–172, 2014, [Online]. Available: <http://www.who.int/iris/bitstream/10665/141496>Summary in 6 languages: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/144309>http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/141496/1/9789241548885_eng.pdf?ua=1
- [17] Kementerian Kesehatan, "Permenkes No. 2 Tahun 2023," *Kemenkes Republik Indones.*, vol. 151, no. 2, p. Hal 10-17, 2023.
- [18] D. Hidayat and I. Sari, "MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)," *J. Teknol. Dan Ilmu Komput. Prima*, vol. 4, no. 1, pp. 525–530, 2021, doi: 10.34012/jutikomp.v4i1.1676.

- [19] A. Maharani, "Udara Panas dan Lembap Picu Serangan Asma," *Klik Dokter*. 2018.
- [20] K. Nurdin, F. Heriyani, and I. Nurrasyidah, "Literature Review: Hubungan Indeks Massa Tubuh (Imt) Dengan Tingkat Kontrol Asma Pada Penderita Asma," *Homeostasis*, vol. 4, no. 1, pp. 181–188, 2021.
- [21] S. Hewitt and B. Winter, "Asthma management guidelines.," *BMJ (Clinical research ed.)*, vol. 306, no. 6885. p. 1132, 1993. doi: 10.1136/bmj.306.6885.1132.
- [22] R. Rahagia, E. Widjajanto, and tina handayani Nasution, "Analisis Hubungan Pengetahuan Dan Perilaku Pengendalian Faktor-Faktor Pemicu Asma Dengan Tingkat Keparahan Penyakit Asma Pada Pasien Asma Di Instalasi Gawat Darurat," *J. STIKES*, vol. 10 No. 1, pp. 24–36, 2017.
- [23] Yuliani, S. Natalia, and F. Suangga, "Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Serangan Asma pada Pasien Asma di Instalasi Rawat Jalan Rumah Sakit Bakti Timah Karimun," *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 6, no. 4, pp. 4112–4119, 2023, [Online]. Available: <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/view/24400>
- [24] S. Maharani and W. R. Aryanta, "Dampak Buruk Polusi Udara Bagi Kesehatan Dan Cara Meminimalkan Risikonya," *J. Ecocentrism*, vol. 3, no. 2, pp. 47–58, 2023, doi: 10.36733/jeco.v3i2.7035.
- [25] A. Ramdhani, M. A. Ramdhani, and A. S. Amin, "Writing a Literature Review Research Paper: A step-by-step approach," *Int. J. Basic Appl. Sci.*, vol. 03, no. 01, pp. 47–56, 2014.
- [26] A. Sohail, N. A. Nawaz, A. A. Shah, S. Rasheed, S. Ilyas, and M. K. Ehsan, "A Systematic Literature Review on Machine Learning and Deep Learning Methods for Semantic Segmentation," *IEEE Access*, vol. 10, no. November, pp. 134557–134570, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3230983.
- [27] E. Triandini, S. Jayanatha, A. Indrawan, G. Werla Putra, and B. Iswara, "Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia," *Indones. J. Inf.*

- Syst., vol. 1, no. 2, p. 63, 2019, doi: 10.24002/ijis.v1i2.1916.
- [28] N. Suwedi, “Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Perkotaan,” *Pros. Semin. Nas. dan Konsult. Teknol. Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–57, 2018.
- [29] J. W. Simatupang, S. Hamidah, B. Raditya, and F. Hadinegara, “Sistem Monitoring Online Jaringan Sensor Nirkabel: Survei Kualitas Air dan Udara di Daerah Karawang,” *J. Serambi Eng.*, vol. VII, no. 2, pp. 3191–32041, 2022.
- [30] N. Harpawi, Y. Triyani, W. Khabzli, and Y. Syaputra, “Monitoring Kualitas Udara dan Kontrol Air Purifier Honeywell HHT-080 Berbasis IoT,” vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2022.
- [31] “123 1 , 2 , 3,” vol. 08, no. 02, 2020.
- [32] R. Muttaqin, W. S. W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, and U. Nurbaiti, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135,” *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 102–115, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [33] F. Zulfiryanasyah, S. Syahririni, and ..., “Air Quality Monitoring System using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Type Sistem Monitoring Kualitas Udara menggunakan Unmanned Aerial ...,” *Procedia Eng. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 2–8, 2022, [Online]. Available: [https://dosen.umsida.ac.id/modul/publikasi/filesktp/970137/sktp-04-01-2023 03:55:54-970137.pdf](https://dosen.umsida.ac.id/modul/publikasi/filesktp/970137/sktp-04-01-2023%2003:55:54-970137.pdf)
- [34] J. Jo, B. Jo, J. Kim, S. Kim, and W. Han, “Development of an IoT-Based indoor air quality monitoring platform,” *J. Sensors*, vol. 2020, pp. 13–15, 2020, doi: 10.1155/2020/8749764.
- [35] F. Pradityo and N. Surantha, “Indoor air quality monitoring and controlling system based on IoT and fuzzy logic,” *2019 7th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ICoICT.2019.8835246.
- [36] W. Li and S. Wang, “A multi-agent based distributed approach for optimal control of multi-zone ventilation systems considering indoor air quality and

- energy use,” *Appl. Energy*, vol. 275, no. June, p. 115371, 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2020.115371.
- [37] A. Albertraj and J. Vijila, “Design of Indoor Air Quality Monitoring System to Ensure a Healthy Universe,” *Proc. - Int. Conf. Smart Electron. Commun. ICOSEC 2020*, no. Icosec, pp. 1123–1127, 2020, doi: 10.1109/ICOSEC49089.2020.9215297.
- [38] S. D. Mendoza *et al.*, *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析* *Title*, vol. 3, no. 1. 2020. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1038/s41421-020-0164-0>
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.027>
<https://www.goldenr.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>
<http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-15507-2>
<http://dx.doi.org/10.1038/s41587-020-05>
- [39] A. A. Khryсна Dwipangga, M. Abdillah, M. F. Apriansyah, and R. A. Saputra, “Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Untuk Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 3, pp. 3967–3974, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.9851.
- [40] M. S. S. Virdaus and E. Ihsanto, “Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Kualitas Udara Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Wemos,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 22, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i1.005.
- [41] S. Suryanto and R. Nur Ariefin, “Sistem Monitoring Kualitas Udara , Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT),” *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 117–123, 2023, doi: 10.31294/imtechno.v4i2.2150.
- [42] M. F. A. B. Zagita, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Pengendali Kualitas Udara Diruang MI (Manual Insert) PT. Smart Meter,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 16, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i1.004.
- [43] S. E. López, M. A. Espinàs, R. H. Salvador, L. L. Obradors, and Z. Haddi, “Continuous eHealth monitoring ecosystem for bronchial asthma and air quality: eHME, Continuous eHealth Monitoring Ecosystem,” *ACM Int.*

- Conf. Proceeding Ser.*, pp. 461–464, 2023, doi: 10.1145/3594806.3596556.
- [44] S. R. Anan, M. A. Hossain, M. Z. Milky, M. M. Khan, M. Masud, and S. Aljahdali, “Research and Development of an IoT-Based Remote Asthma Patient Monitoring System,” *J. Healthc. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/2192913.
- [45] K. Islam, F. Alam, A. I. Zahid, M. M. Khan, and M. Inamabbasi, “Internet of Things- (IoT-) Based Real-Time Vital Physiological Parameter Monitoring System for Remote Asthma Patients,” *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/1191434.
- [46] A. E. Putra, T. Rismawan, J. Rekayasa, and S. Komputer, “Klasifikasi Kualitas Udara Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *J. Komput. dan Apl.*, vol. 11, no. 02, pp. 190–196, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcskommipa/article/view/58704/75676598673>
- [47] M. Hasanuddin and H. Herdianto, “Sistem Monitoring dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis Internet Of Things (IOT),” *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 4, pp. 976–984, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4034.