



Teknologi cerdas pemantauan CO₂ sebagai pencegahan penyakit ISPA menggunakan algoritma artificial intelligence

Muhammad Shodiq^{*1}, Agus Priyono², M. Cahyo Kriswanto³

Email: ¹shodiqmuhammad13@gmail.com, ²aguspriyono2012@gmail.com, ³cahyo.krizt@gmail.com

^{1,2,3}Program Studi Informatika Medis, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan

Diterima: 19 Agustus 2024 | Direvisi: 11 Desember 2024 | Disetujui: 20 Desember 2024

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Pencemaran udara merupakan masalah lingkungan yang serius yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia karena mengandung gas beracun, salah satunya adalah karbondioksida (CO₂). Gas beracun ini bisa menyebabkan penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). ISPA merupakan suatu infeksi akut pada saluran pernapasan saluran yang bisa sebabkan kematian. Salah satu upaya untuk mencegah penyakit ISPA adalah dengan melakukan pemantauan gas CO₂ sebagai pemicu terjadinya ISPA. Penelitian ini mengembangkan teknologi cerdas untuk pemantauan konsentrasi CO₂ menggunakan algoritma kecerdasan buatan *rule based* dengan menggunakan pendekatan *Internet of Things* yang diintegrasikan dengan telegram untuk memberikan peringatan. *Rule based system* merupakan salah satu elemen dari kecerdasan buatan yang memiliki kelebihan dan kekurangan. Hal ini perlu dipikirkan sebelum menentukan apakah metode ini cocok untuk diterapkan dalam menyelesaikan masalah yang ada. Penelitian ini menggunakan data harian yang diambil oleh sensor gas CO₂ dari jam 07.00 – 16.15 WIB dengan rentang pengambilan data 15 menit dengan total data yang diambil sebanyak 38 sampel data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *rule based* ini mampu mengklasifikasikan konsentrasi CO₂ sesuai aturan yang sudah dibuat. Selain itu, dari data yang diambil sebanyak 42% masuk kategori aman, 50% kategori waspada dan 8% kategori bahaya yang masing-masing memiliki efek terhadap kesehatan. Sistem yang dibangun juga bisa mengirimkan notifikasi bahaya melalui telegram.

Kata kunci: ISPA, Karbondioksida, Kecerdasan Buatan, Rule Based

Smart technology of CO₂ monitoring as prevention of acute respiratory infection disease using artificial intelligence algorithm

Abstract

Air pollution is a serious environmental problem that can affect human health because it contains toxic gases, one of which is carbon dioxide (CO₂). This toxic gas can cause Acute Respiratory Infection (ARI). ARI is an acute infection of the respiratory tract that can cause death. One effort to prevent ARI is to monitor CO₂ gas as a trigger for ARI. This study develops intelligent technology for monitoring CO₂ concentration using a rule-based artificial intelligence algorithm using the Internet of Things approach integrated with telegrams to provide warnings. Rule-based systems are one element of artificial intelligence that has advantages and disadvantages. This needs to be considered before determining whether this method is suitable for application in solving existing problems. This study uses daily data taken by CO₂ gas sensors from 07.00 - 16.15 WIB with a data collection range of 15 minutes with a total of 38 data samples taken. The results of the study show that this rule-based algorithm is able to classify CO₂ concentrations according to the rules that have been made. In addition, from the data taken, 42% are in the safe category, 50% are in the alert category and 8% are in the danger category, each of which has an effect on health. The system that was built can also send danger notifications via telegram.

Keywords: *Acute Respiratory Infection, Carbon dioxide, Artificial Intelligence, Rule based*

1. PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu aspek penting yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kesehatan manusia. Polusi udara terjadi ketika mutu udara terganggu dan tercemar oleh berbagai zat, baik yang tidak berbahaya maupun berpotensi merugikan manusia dalam hal kesehatan. Keadaan ini umumnya terjadi di daerah metropolitan dan kawasan industri yang menghasilkan zat polusi melebihi ambang batas yang diizinkan [1]. Secara umum, bahan pencemar udara melibatkan gas beracun seperti SO₂ (Sulfur Dioksida) yang menyumbang 71%, CO₂ (Karbon Dioksida) menyumbang sebesar 81% dan partikel padat seperti debu (Particulate Matter_{2.5}) sebesar 54% [2][3]. Secara signifikan, hal ini, menyebabkan sekitar 59.035 kematian dini pada tahun 2020 [4] sedangkan menurut *World Health Organization* menyebutkan terdapat 8 juta orang setiap harinya di seluruh dunia meninggal akibat polusi udara [5]. Disamping itu, menyebabkan penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) [6][7], penyakit kardiovaskular dan kerusakan paru-paru [8].

Karbon Dioksida (CO₂) merupakan pembunuh diam-diam (*the silent killer*) yang tidak berwarna, tidak berbau, lebih ringan dari udara dan tidak berbau, namun beracun. Gas karbon dioksida terbentuk dari proses pembakaran. Gas ini merupakan polutan utama pada gas buang kendaraan yang memiliki efek buruk terhadap kesehatan manusia. Kemampuan CO₂ dalam mengikat hemoglobin darah dapat menurunkan kemampuan darah dalam mengikat oksigen [9] sehingga gas ini menjadi salah satu penyebab peningkatan ISPA pada anak. Produksi utama karbondioksida dalam lingkungan penduduk berasal dari proses pembakaran sampah dan proses memasak yang menggunakan minyak tanah [10].

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) merupakan suatu infeksi akut pada saluran pernapasan yang biasanya disebabkan oleh virus atau bakteri dan polusi udara. Ini adalah salah satu dari penyakit yang paling umum pada anak di bawah 5 tahun dan orang dewasa. Dari semua jenis ISPA, pneumonia merupakan penyebab utama rawat inap dan kematian. Banyak faktor yang mempengaruhi kesakitan dan kematian akibat ISPA, termasuk kesehatan, kondisi lingkungan seperti paparan karbon dioksida [10], status sosial ekonomi, pengasuh, dan sistem kesehatan [7].

Permasalahannya adalah pada tahun 2022 ISPA di Kabupaten Lamongan masih menjadi penyakit nomor 1 dengan jumlah total 54391 kasus. Salah satu upaya untuk mencegah penyakit ISPA adalah dengan melakukan pemantauan gas CO₂ sebagai pemicu terjadinya ISPA. Penelitian sebelumnya, mengembangkan pembelajaran mesin untuk mendeteksi patogen ISPA menunjukkan bahwa hasil penelitian ini menggunakan kecerdasan buatan dapat membantu dokter dalam mengidentifikasi patogen potensial yang terkait dengan ISPA [11]. Penelitian lain mengenai emisi gas rumah kaca menyajikan dampak gas emisi CO₂ berkurang akibat kebijakan iklim sehingga membawa manfaat kesehatan dan ekonomi sebagai indikator morbiditas dan mortalitas di wilayah UE [12][13].

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu adanya sebuah sistem yang mampu memberikan informasi secara *real-time* dalam pemantauan gas CO₂ sehingga dapat digunakan untuk membuat sebuah Keputusan atau kebijakan dalam mencegah terjadinya penyakit ISPA dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan teknologi yang memungkinkan perangkat terhubung melalui internet, untuk memungkinkan operasi yang lebih efisien dan otomatis [14].

Tujuan penelitian ini menghasilkan dan mengembangkan sistem cerdas untuk pemantauan kadar CO₂ menggunakan algoritma kecerdasan buatan berbasis aturan (*rulebased*) untuk membantu mencegah potensi penyakit ISPA yang diakibatkan dari tingginya kadar CO₂.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida (CO₂) adalah senyawa kimia yang tidak bersifat organik dan memiliki berbagai kegunaan di bidang komersial, seperti dalam pembuatan laser dan karbonasi untuk minuman bersoda. Di atmosfer, karbon dioksida (CO₂) dapat melarut dalam air hujan, yang kemudian membentuk senyawa dengan sifat asam yang memiliki pH sebesar 5.6. Karbon dioksida dapat memperlambat penyebaran api saat terjadi pembakaran, karena molekul CO₂ menghalangi reaksi tumbukan yang terjadi antara molekul hidrokarbon yang mengandung propane 99.5% dan molekul udara. Dalam senyawa ini terdapat dua komponen, yaitu atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan satu atom karbon. Gas CO₂ dihasilkan melalui proses pernapasan, pembakaran, serta penguraian bahan organik [15]. Berikut kriteria konsentrasi CO₂ per jam seperti pada Tabel 1

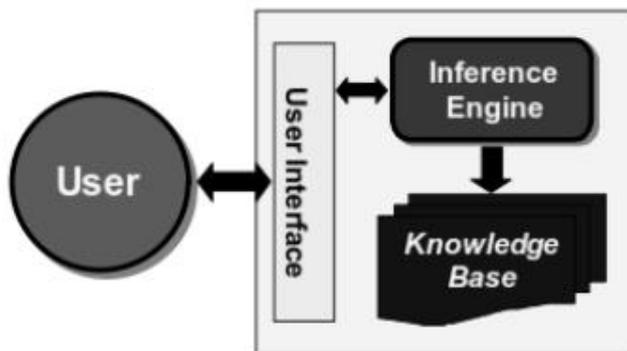
Tabel 1. Kriteria Konsentrasi CO₂ per jam [15]

No	Kelompok	Kadar (PPM)	Deskripsi
1	Baik	0-50	Kadar CO ₂ tidak memiliki efek bagi kesehatan
2	Sedang	51-100	Kadar CO ₂ tidak memiliki efek bagi kesehatan

3	Tidak Sehat	101-199	Kadar CO2 dapat memberikan efek merugikan pada manusia yang sensitif
4	Sangat Tidak Sehat	200-299	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
5	Berbahaya	>=300	Kadar CO2 berbahaya yang bisa menyebabkan kematian

2.2. Rule Based

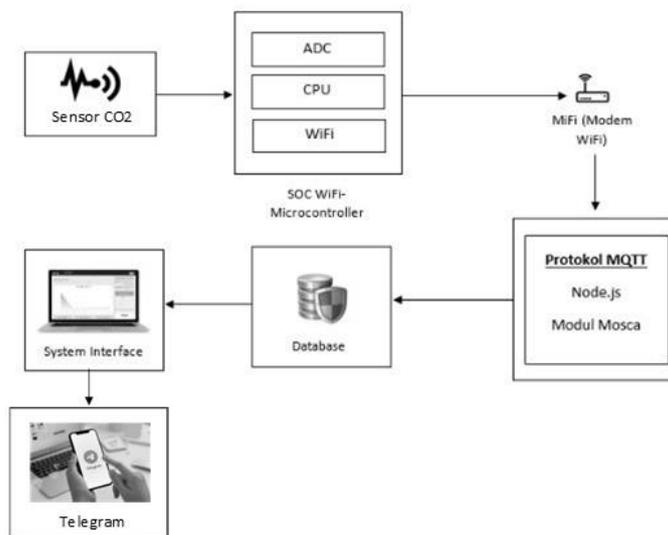
Rule based system merupakan model relatif mudah dan dapat diterapkan pada berbagai masalah. Rule based system termasuk bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Rule based system ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang harus diperhatikan sebelum menentukan apakah itu adalah metode yang sesuai untuk menyelesaikan masalah yang ada. Rule based System hanya dapat diterapkan pada masalah dimana pengetahuan dan regulasi dalam masalah tersebut bisa dinyatakan dalam format aturan dan ruang lingkup permasalahan yang tidak terlalu luas [16]. Sedangkan untuk algoritma rulebased untuk rentang konsentrasi per jam partikulat seperti pada Tabel 1 [15]. Arsitektur rule based system ditunjukkan pada Gambar 1.



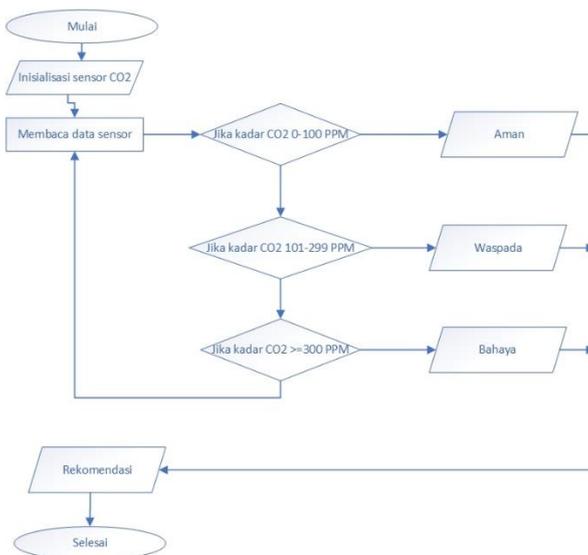
Gambar 1. Arsitektur Rule Based System [16]

2.3 Rancangan Sistem

Desain sistem pada pemantauan kadar CO2 seperti pada Gambar 2 sedangkan flowchart sistem rule based pada Gambar 3



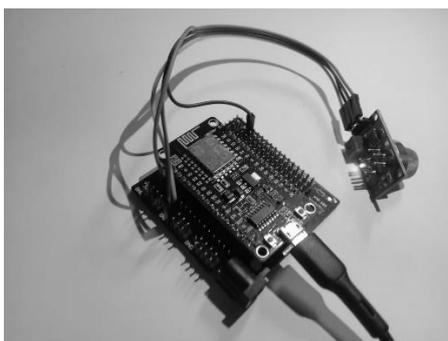
Gambar 2. Rancangan Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

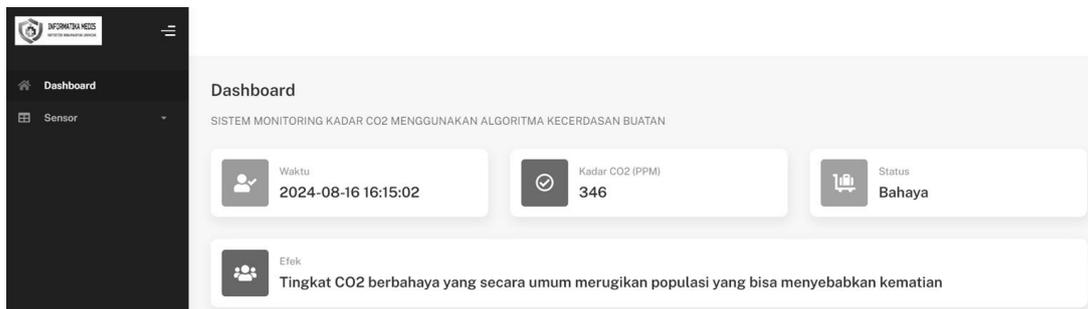
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan rancangan sistem pada Gambar 2 dan Gambar 3, maka hasil dari implementasi sensor dari sistem cerdas pemantauan kadar gas karbondioksida menggunakan sensor MQ-2 dan ESP8266 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Implementasi Sensor

Sedangkan untuk tampilan antar muka sistem yang sudah dibuat, seperti pada Gambar 5 (a) untuk tampilan halaman awal sistem dan Gambar 5 (b) untuk tampilan data yang diambil oleh sensor.



Gambar 5 (a) Halaman dashboard

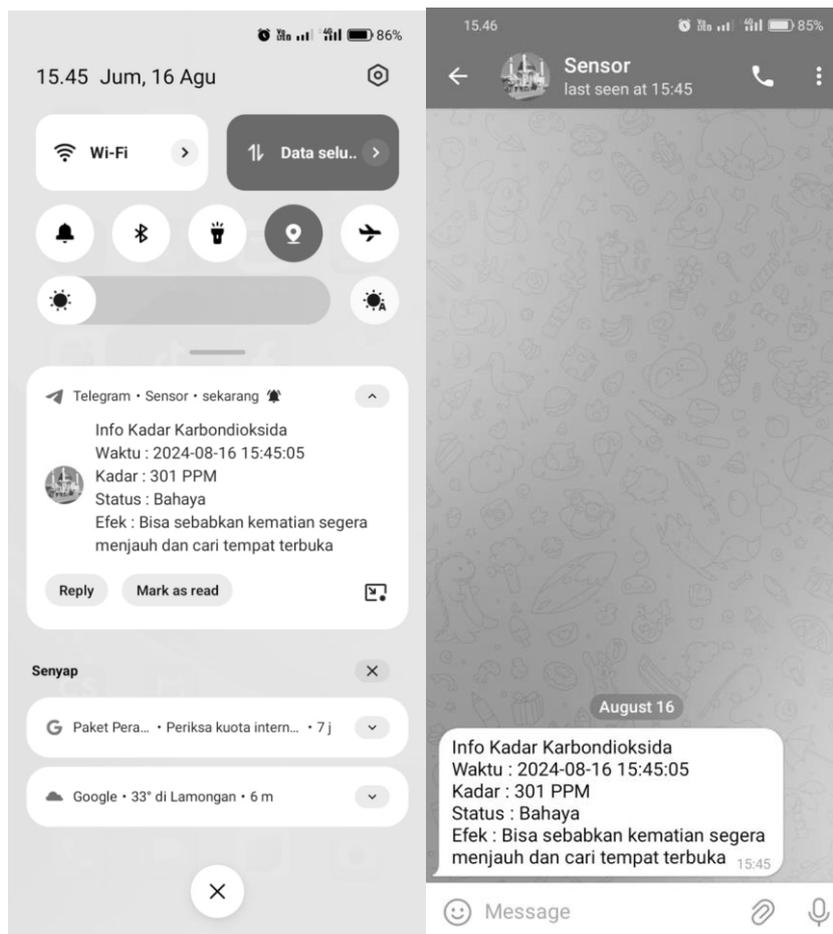
SISTEM MONITORING KADAR CO2 MENGGUNAKAN ALGORITMA KECERDASAN BUATAN

Show 10 entries

NO	WAKTU	KADAR CO2 (PPM)	KATEGORI	EFEK
1	2024-08-16 16:15:02	346	Bahaya	Tingkat CO2 berbahaya yang secara umum merugikan populasi yang bisa menyebabkan kematian
2	2024-08-16 16:00:02	329	Bahaya	Tingkat CO2 berbahaya yang secara umum merugikan populasi yang bisa menyebabkan kematian
3	2024-08-16 15:45:05	301	Bahaya	Tingkat CO2 berbahaya yang secara umum merugikan populasi yang bisa menyebabkan kematian
4	2024-08-16 15:30:08	268	waspada	Tingkat CO2 merugikan kesehatan pada sejumlah populasi yang terpapar dan bisa menyebabkan ISPA
5	2024-08-16 15:15:07	235	waspada	Tingkat CO2 merugikan kesehatan pada sejumlah populasi yang terpapar dan bisa menyebabkan ISPA
6	2024-08-16 15:00:00	194	waspada	Tingkat CO2 merugikan kesehatan pada sejumlah populasi yang terpapar dan bisa menyebabkan ISPA

Gambar 5 (b) Halaman Data Sensor

Jika kadar gas karbondioksida yang diambil sensor tinggi, maka sistem akan mengirimkan notifikasi bahaya melalui telegram, seperti pada Gambar 6.



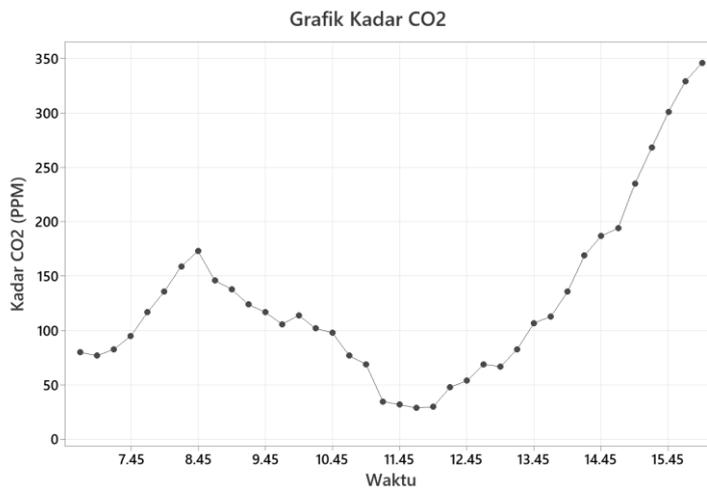
Gambar 6 Notifikasi Telegram

Berikut ini data hasil analisis yang diperoleh dari sensor kadar gas karbondioksida (CO₂) yang diambil dengan rentang waktu 1 hari dari jam 07.00 – 16.15 WIB dengan selisih pengambilan data setiap 15 menit, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data sensor

No	Waktu	Kadar (PPM)	Status	Efek yang ditimbulkan
1	2024-08-16 07:00:00	80	Aman	Kadar CO2 tidak memiliki efek bagi kesehatan
2	2024-08-16 07:15:20	77	Aman	Kadar CO2 tidak memiliki efek bagi kesehatan
3	2024-08-16 07:30:21	83	Aman	Kadar CO2 tidak memiliki efek bagi kesehatan
4	2024-08-16 07:45:05	95	Aman	Kadar CO2 tidak memiliki efek bagi kesehatan
5	2024-08-16 08:00:06	117	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
6	2024-08-16 08:15:21	136	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
7	2024-08-16 08:30:12	159	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
8	2024-08-12 08:45:10	173	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
9	2024-08-16 09:00:22	146	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
10	2024-08-16 09:15:03	138	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
11	2024-08-16 09:30:05	124	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
12	2024-08-16 09:45:10	117	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
13	2024-08-16 10:00:23	106	Waspada	Kadar CO2 bisa sebabkan ISPA
..
38	2024-08-16 16:15:02	346	Bahaya	Kadar CO2 berbahaya yang bisa menyebabkan kematian

Berdasarkan Tabel 2, kadar CO2 yang diambil sensor bisa diolah menggunakan algoritma *rulebased* sehingga bisa mengelompokkan kategori berdasarkan tingkat konsentrasi gas CO2 yang ditangkap. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar gas yang ditangkap sensor memiliki konsentrasi yang tinggi sampai masuk dalam kategori bahaya dimana efek yang ditimbulkan dari kadar gas CO2 yang terlalu tinggi bisa menyebabkan kematian dan hasil notifikasi bahaya akan dikirimkan melalui telegram kepada pemangku kebijakan seperti pada Gambar 6. Visualisasi data sensor berdasarkan Tabel 2, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Visualisasi Data Sensor

Selain itu, dalam pengamatan yang dilakukan dari pukul 07.00 – 16.15 WIB diperoleh 38 data kadar CO2 yang terekam oleh sensor. Dari pengamatan tersebut diperoleh klasifikasi kadar sebagai berikut seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Data

No	Status	Terdeteksi
1	Aman	16 kali
2	Waspada	19 kali
3	Bahaya	3 kali

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat kadar CO₂ dengan status aman mencapai sekitar 42% dari data keseluruhan, kemudian dengan status waspada mencapai sekitar 50% dari data keseluruhan dan dengan status bahaya mencapai sekitar 8% dari data keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Teknologi cerdas yang dibangun untuk mendeteksi konsentrasi kadar gas karbondioksida (CO₂) sebagai upaya pencegahan penyakit ISPA menggunakan algoritma *rulebased* dapat dimanfaatkan untuk mengetahui perubahan konsentrasi gas CO₂ secara *real time*. Algoritma *rulebase* digunakan untuk menentukan batas-batas nilai gas CO₂ dengan tujuan mengkategorikan kadar gas yang memiliki dampak kepada kesehatan manusia. Dari penelitian yang dilakukan kadar gas CO₂ yang aman berada pada kondisi pagi hari sebelum jam keberangkatan bekerja. Kemudian kadar gas CO₂ akan tinggi seiring dengan bertambahnya waktu keberangkatan maupun kepulangan jam kerja. Sistem yang dibangun dapat mengirimkan notifikasi bahaya melalui telegram sebanyak 8% dari keseluruhan data. Untuk penelitian selanjutnya bisa dikolaborasikan menggunakan metode prediksi kadar CO₂ dengan visualisasi data menggunakan Sistem Informasi Geografis agar bisa memetakan kadar CO₂ setiap daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Hassan, M. A. H. Bhuiyan, and M. T. Rahman, "Sources, pattern, and possible health impacts of PM_{2.5} in the central region of Bangladesh using PMF, SOM, and machine learning techniques," *Case Stud. Chem. Environ. Eng.*, vol. 8, no. May, p. 100366, 2023, doi: 10.1016/j.csee.2023.100366.
- [2] E. Kusumaningrum, H. B. Hermawan, Sumarsono, and D. Hariyadi, "Analisis kualitas udara menggunakan internet of things di pintu perlintasan kereta api," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 4, no. 3, pp. 574–579, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i3.6219.
- [3] Y. Aprianto, N. Nurhasanah, and I. Sanubary, "Prediksi Kadar Particulate Matter (PM₁₀) untuk Pemantauan Kualitas Udara Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Studi Kasus Kota Pontianak," *Positron*, vol. 8, no. 1, p. 15, 2018, doi: 10.26418/positron.v8i1.25470.
- [4] W. Wu *et al.*, "Quantifying China's iron and steel industry's CO₂ emissions and environmental health burdens: A pathway to sustainable transformation," *Environ. Sci. Ecotechnology*, vol. 20, p. 100367, 2024, doi: 10.1016/j.ese.2023.100367.
- [5] A. R. Perdana, A. Indiani Pangastuti, and Y. Donni Haryanto, "ANALISIS KONSENTRASI PM₁₀ dan PM_{2.5} PADA TITIK PEMANTAUAN BUNDRAN HI JAKARTA PUSAT PERI- ODE DATA FEBRUARI-OKTOBER 2021," *J. Samudra Geogr.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.33059/jsg.v6i1.7158.
- [6] N. R. Martins and G. Carrilho da Graça, "Health effects of PM_{2.5} emissions from woodstoves and fireplaces in living spaces," *J. Build. Eng.*, vol. 79, no. June, p. 107848, 2023, doi: 10.1016/j.job.2023.107848.
- [7] T. Ha Manh, M. Le Thi Ai, A. Nguyen Tuan, and T. Le Viet, "Knowledge, attitudes and practices of mothers during care of children with acute respiratory infections under 5 years old," *Int. J. Africa Nurs. Sci.*, vol. 19, no. July, p. 100613, 2023, doi: 10.1016/j.ijans.2023.100613.
- [8] R. Rakholia, Q. Le, K. Vu, B. Q. Ho, and R. S. Carbajo, "AI-based air quality PM_{2.5} forecasting models for developing countries: A case study of Ho Chi Minh City, Vietnam," *Urban Clim.*, vol. 46, no. October, p. 101315, 2022, doi: 10.1016/j.uclim.2022.101315.
- [9] V. V. Raming *et al.*, "Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO)," *Kesmas*, vol. 11, no. 4, pp. 95–101, 2022.
- [10] N. Susanto, "Faktor Lingkungan Sebagai Prediksi Infeksi Saluran Pernafasan Akut di Wilayah Bencana Gunung Berapi," *J. Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 10, no. 04, pp. 269–276, 2021, doi: 10.33221/jikm.v10i04.940.
- [11] T. H. Chang *et al.*, "Clinical characteristics of hospitalized children with community-acquired pneumonia and respiratory infections: Using machine learning approaches to support pathogen prediction at admission," *J. Microbiol. Immunol. Infect.*, vol. 56, no. 4, pp. 772–781, 2023, doi: 10.1016/j.jmii.2023.04.011.
- [12] Y. Jang *et al.*, "Assessing the impact of climate and air quality policies on future emissions in Korea through quantification of control and co-control effects," *Atmos. Pollut. Res.*, vol. 15, no. 1, p. 101952, 2024, doi: 10.1016/j.apr.2023.101952.
- [13] E. Pisoni *et al.*, "Modelling the air quality benefits of EU climate mitigation policies using two different PM_{2.5}-related health impact methodologies," *Environ. Int.*, vol. 172, no. January, p. 107760, 2023, doi: 10.1016/j.envint.2023.107760.
- [14] Fajar Rohman Hariri, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Pendaftaran Siswa Baru di SDN Sonopatik 1 Nganjuk," *Tek. Inform. Univ. Nisant. PGRI Kediri*, vol. 3, no. 1, pp. 41–46, 2016, [Online]. Available: Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Pendaftaran Siswa Baru di SDN Sonopatik 1 Nganjuk
- [15] A. Amsar, K. Khairuman, and M. Marlina, "Perancangan Alat Pendeteksi Co₂ Menggunakan Sensor Mq-2 Berbasis Internet of Thing," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 4, no. 1, pp. 73–79, 2020, doi: 10.46880/jmika.vol4no1.pp73-79.
- [16] A. Sulistiyo and D. Suryono, "Wireless Sensor System Untuk Monitoring Konsentrasi Debu Menggunakan Algoritma Rule Based," *Youngster Phys. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 43–50, 2016.