

Sistem Monitoring Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) pada Wilayah Kota berbasis Internet of Things

Asrul¹, Ashadi Amir², Muh. Ilham³

^{1) 2) 3)} Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare

Jl. Jend. Ahmad Yani KM. 6 Kota Parepare, Sulawesi Selatan 91112

Email: ¹⁾ asrul.amiruddin@gmail.com, ²⁾ ashadiamir@gmail.com, ³⁾ muhammadilham.mi996@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor pada wilayah perkotaan menimbulkan permasalahan pada kualitas udara. Perubahan kualitas udara yang disebabkan oleh gas-gas yang berbahaya tidak dapat diamati secara langsung. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang dirancang terdiri dari perangkat sensor yang dapat melakukan pengukuran parameter CO, O₃ dan PM₁₀ yang terintegrasi dengan perangkat Mikrokontroler. Pengujian purwarupa dilakukan di Kota Parepare untuk mengamati nilai parameter kualitas udara dan ISPU melalui aplikasi berbasis IoT selama satu pekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran udara tertinggi pada Jalan Poros Pinrang-Parepare terjadi pada hari rabu, kamis dan minggu dengan ISPU rata-rata tertinggi adalah 500 dan pada Jalan Jendral Ahmad Yani tingkat pencemaran udara tertinggi terjadi pada hari senin, sabtu dan minggu dengan ISPU rata-rata tertinggi adalah 300. Peningkatan nilai ISPU dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara. Konsentrasi tertinggi terjadi ketika suhu udara rendah dan kelembaban udara tinggi.

Kata Kunci : kualitas udara, internet of things, sensor, pencemaran udara, ISPU

ABSTRACT

The increase in the number of motorized vehicles in urban areas poses problems with air quality. Changes in air quality caused by harmful gases cannot be observed directly. In this study, an Internet of Things (IoT)-based air quality monitoring system was designed. The designed system consists of a sensor device that can measure CO, O₃ and PM₁₀ parameters integrated with a Microcontroller device. Prototype testing was carried out in Parepare City to observe the values of air quality parameters and ISPU through IoT-based applications for one week. The test results show that the highest air pollution level on the Pinrang-Parepare Axis Road occurs on Wednesdays, Thursdays and Sundays with the highest average ISPU being 500 and on Jalan Jendral Ahmad Yani the highest air pollution levels occur on Mondays, Saturdays and Sundays with the highest average ISPU being 300. The increase in ISPU values is affected by air temperature and humidity. The highest concentration occurs when the air temperature is low and the air humidity is high.

Keywords : air quality, internet of things, sensors, air pollution, ISPU

1 PENDAHULUAN

Udara merupakan suatu gas yang mengelilingi bumi, udara sangat dibutuhkan bagi makhluk hidup baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Seiring dengan perkembangannya zaman kualitas udara saat ini semakin menurun sehingga menghasilkan udara yang tidak sehat bagi makhluk hidup. Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, yang dimaksud dengan pencemaran udara ialah penurunan mutu udara sampai pada tingkat tertentu sehingga menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsi akibat masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia [1]. Definisi pencemaran

udara juga dipaparkan oleh Chambers, yakni polusi udara adalah bertambahnya substrat atau bahan kimia atau fisik ke dalam lingkungan udara dalam jumlah tertentu, sehingga dapat dirasakan oleh manusia atau diukur dan dihitung serta memberi dampak bagi makhluk hidup [2]. World Health Organization (WHO) menyatakan partikulat merupakan penyebab paling berbahaya karena ukurannya yang hanya 1/30 ukuran rambut manusia dapat dengan mudah masuk ke dalam paru-paru [3]. Kondisi pencemaran udara Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) telah mengeluarkan peraturan Nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Pada peraturan ini tercantum bahwa perhitungan ISPU dilakukan pada 7 (tujuh) parameter yakni Particulate Matter

(PM10 & PM2.5), Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), Carbon Monoksida (CO), Ozon (O₃) Hidro Karbon (HC). Perubahan kimiawi pada gas polutan baik bertambahnya ataupun berkurangnya salah satu komponen akan sangat mempengaruhi kualitas udara normal yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup [4]. Pengaruh konsentrasi gas ozon permukaan (O₃) terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup dengan indeks ISPU bernilai kisaran 200-299 akan mengakibatkan pengaruh pernapasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis. Pengaruh Partikulat (PM10) terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup, yaitu tidak ada efek apapun bila kategori ISPU berkategori baik (0-50). Pada kisaran nilai 51-100 berkategori sedang, partikulat berakibat mulai penurunan pada jarak pandang. Pada kisaran indeks ISPU 101-199 berkategori tidak sehat, partikulat menyebabkan jarak pandang turun secara signifikan, dan terjadi pengotoran debu di mana-mana. Sedangkan berkategori sangat tidak sehat pada kisaran 200-299, partikulat meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronkhitis. Pada nilai ISPU di atas 300, atau masuk kategori berbahaya, paparan partikulat (PM10) berbahaya bagi semua populasi [5].

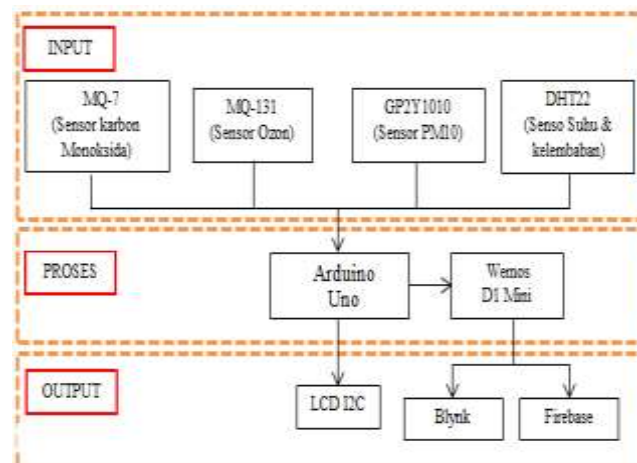
Sumber polusi udara dapat berasal dari sumber alami, seperti gunung berapi dan sumber buatan oleh perbuatan manusia, seperti gas buangan industri dan kendaraan bermotor [6]. Masalah pencemaran buatan di perkotaan semakin lama akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya aktivitas masyarakat yang menggunakan kendaraan bermotor. Jumlah unit kendaraan bermotor di Kota Parepare tahun 2014 hingga 2018. Pada tahun 2014 jumlah kendaraan bermotor mencapai angka 7.586 unit, jumlah ini mengalami penurunan sampai 2017 yaitu 4.776 unit namun mengalami peningkatan lagi pada tahun 2018 yaitu 5.931 unit [7].

Internet merupakan sarana penting dalam media informasi. Internet (interconnection-networking) adalah sebuah jaringan komputer yang terhubung menggunakan sistem standar transmisi global control protocol / internet protocol suite (TCP/IP). Internet menjadi kebutuhan setiap orang. Hampir setiap individu memerlukannya sebagai media informasi dan media komunikasi secara real-time. IoT (Internet of Things) merupakan sebuah konsep dimana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet [8]. Pemanfaatan IoT (Internet of Things) dapat dijumpai di berbagai bidang antara lain: dalam

bidang smart home untuk pengontrolan rumah otomatis, bidang smart city Jakarta One Card, sepeda pintar, dan dalam bidang industri seperti penyiraman Otomatis. Berdasarkan dari uraian di atas peristiwa ini perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk menghimbau masyarakat tentang bahayanya pencemaran udara serta memberikan informasi terkait dengan kandungan kualitas udara pada periode tertentu. Hal ini dilakukan agar masyarakat dapat mengambil langkah antisipasi apabila kualitas udara telah mencapai ambang batasnya. Untuk itu, perlu dibuat sebuah alat “Sistem Monitoring Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) pada Wilayah Kota berbasis Internet of Things (IoT)”.

2 METODOLOGI

Jenis penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur dan pengujian. Pada penelitian ini penulis merancang sebuah alat yang mendeteksi parameter pencemaran udara. Adapun parameter pencemaran udara yang diukur adalah Carbon Monoksida (CO), Ozon (O₃), Particulate Meter (PM10) seerta Suhu dan Kelembaban. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi nilai konsentrasi polusi udara



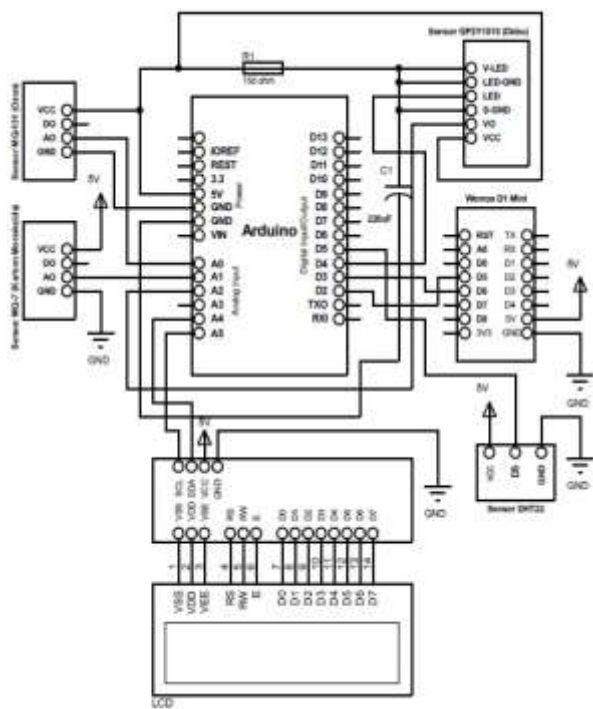
Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

Blok diagram sistem keseluruhan dari alat ini terdiri dari tiga blok yang meliputi Blok input, Blok proses, Blok output. Penjelasan pada bagian diagram sebagai berikut: Pada bagian ini terdapat 4 (Empat) buah sensor yaitu Sensor MQ-7 yang berfungsi untuk mendeteksi Karbon Monoksida, Sensor MQ-131 untuk mendeteksi Ozon, Sensor GP2Y1010 untuk mendeteksi partikulat meter (PM10) dan Sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban sebagai data input dan mengirim

data tersebut ke arduino. Blok input yang sudah di terima kemudian akan diproses oleh arduino lalu mengkonversi hasil dari pengukuran sensor menjadi data Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) kemudian data hasil kalibrasi tersebut dikirim ke modul wemos untuk ditampilkan pada aplikasi yaitu blynk dan firebase sebagai output. Pada bagian blok output terdapat LCD, Blynk dan Firebase. LCD menampilkan data konversi hasil pengukuran pencemaran udara, Blynk berfungsi untuk menampilkan kategori warna pencemaran udara dan firebase sebagai realtime database dimana bertujuan untuk mengetahui data setiap jam masing-masing parameter pencemaran udara yaitu CO, O3 dan PM10.

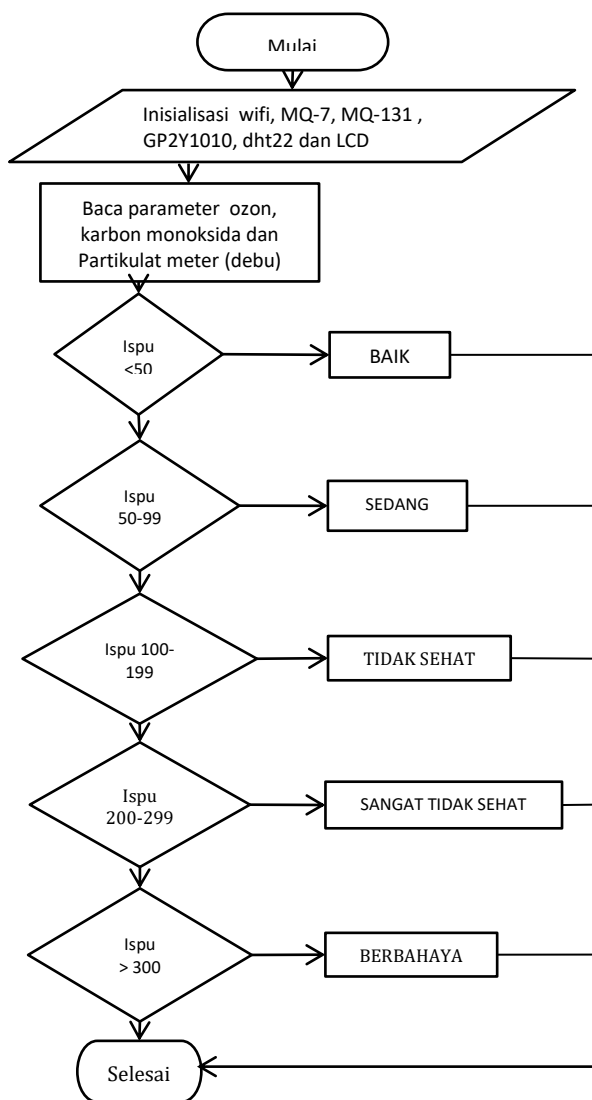
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terbagi atas dua model perancangan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.



Gambar 2. Skematik Rangkaian

Penyusunan perangkat keras berupa penyusunan sensor MQ-7, MQ-131, GP2Y1010, dht22, modul I2C dan catu daya atau power supply menjadi suatu kesatuan sistem rangkain yang bisa bekerja sesuai dengan fungsinya. Dimana setiap sensor menjadi input, arduino sebagai mikrokontroler. Sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida, sensor M-Q-131 untuk mendeteksi ozon, sensor GP2Y1010 untuk mendeteksi PM10 serta sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban.



Gambar 3. Flowchart.

Prinsip kerja pada diagram alir di atas adalah saat alat diaktifkan semua komponen akan aktif serta Wemos D1 Mini akan terkoneksi dengan jaringan internet. Sensor MQ-7 untuk mengukur parameter Karbon Monoksida, sensor MQ-131 untuk mengukur parameter Ozon dan sensor GP2Y1010 untuk mengukur parameter PM10 (debu). Hasil dari pembacaan masing-masing parameter akan terkalibrasi ke nilai konsentrasi ISPU kemudian ditampilkan pada LCD dimana nilai konsentrasi ISPU jika <50 berkategori 'Baik', 50-99 berkategori 'Sedang', 100-199 berkategori 'Tidak Sehat', 200-299 berkategori 'Sangat Tidak Sehat' dan >300 akan berkategori 'Berbahaya'. Kemudian data hasil perhitungan akan ditampilkan pada Blynk untuk membaca data ISPU masing-masing parameter dua kali dalam satu hari pada jam 09.00 dan 15.00 serta Firebase untuk menampilkan data ISPU setiap jam.

Pengujian dilakukan pada dua lokasi yaitu Jalan Poros Pinrang-Parepare dan Jl. Jendral Ahmad Yani dengan masing-masing lokasi selama 7 (tujuh) hari. Terdapat 3 parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu O₃, CO dan PM₁₀ melalui aplikasi berbasis Internet of Things .

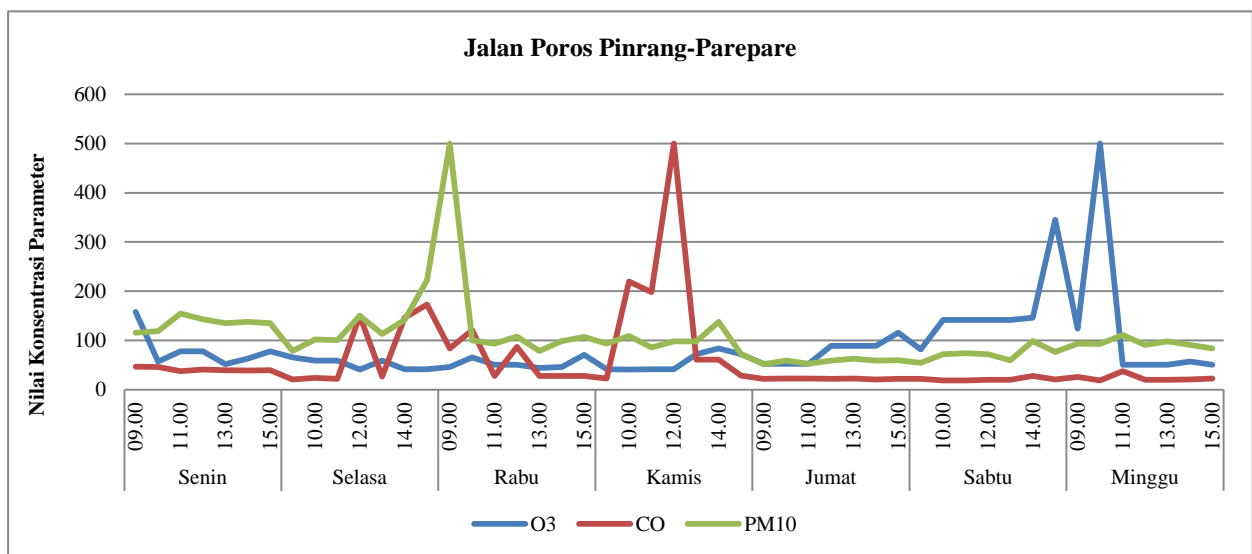


Gambar 4. Perangkat monitoring ISPU.

Tabel 1. Hasil Penelitian ISPU Lokasi Jalan Poros – Pinrang

Data Waktu	Hari / Tanggal																				
	Senin, 04/07/2022			Selasa, 12/07/2022			Rabu, 06/07/2022			Kamis, 07/07/2022			Jumat, 08/07/2022			Sabtu, 09/07/2022			Minggu, 10/07/2022		
	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀
09.00	158	47	116	66	21	79	46	84	500	42	23	94	53	22	52	82	22	55	124	26	94
10.00	57	46	119	59	24	102	66	121	100	41	220	109	53	23	59	142	19	72	500	19	93
11.00	78	38	155	59	22	101	51	28	94	42	198	86	53	23	53	142	19	74	51	38	111
12.00	78	41	143	41	150	150	51	87	108	42	500	98	89	22	59	142	20	72	51	20	91
13.00	52	40	135	59	27	113	44	28	79	72	61	98	89	23	63	142	20	60	51	20	98
14.00	63	39	138	42	146	142	46	28	99	84	61	138	89	21	59	146	28	99	57	21	91
15.00	78	40	135	42	173	222	71	28	107	72	29	72	116	22	60	345	21	77	51	23	84
Rata-rata	80	41	134	52	59	129	46	57	155	56	156	99	77	22	57	163	21	72	126	23	94

Keterangan:
■ Baik ■ Sedang ■ Tidak Sehat
 1-50 ■ Sangat tidak sehat ■ Berbahaya
 51-100 ■ Berbahaya
 101-200 ■ Sangat tidak sehat
 201-300
 ≥300



Gambar 5. Grafik Konsentrasi Parameter pada Jalan Poros Pinrang – Parepare

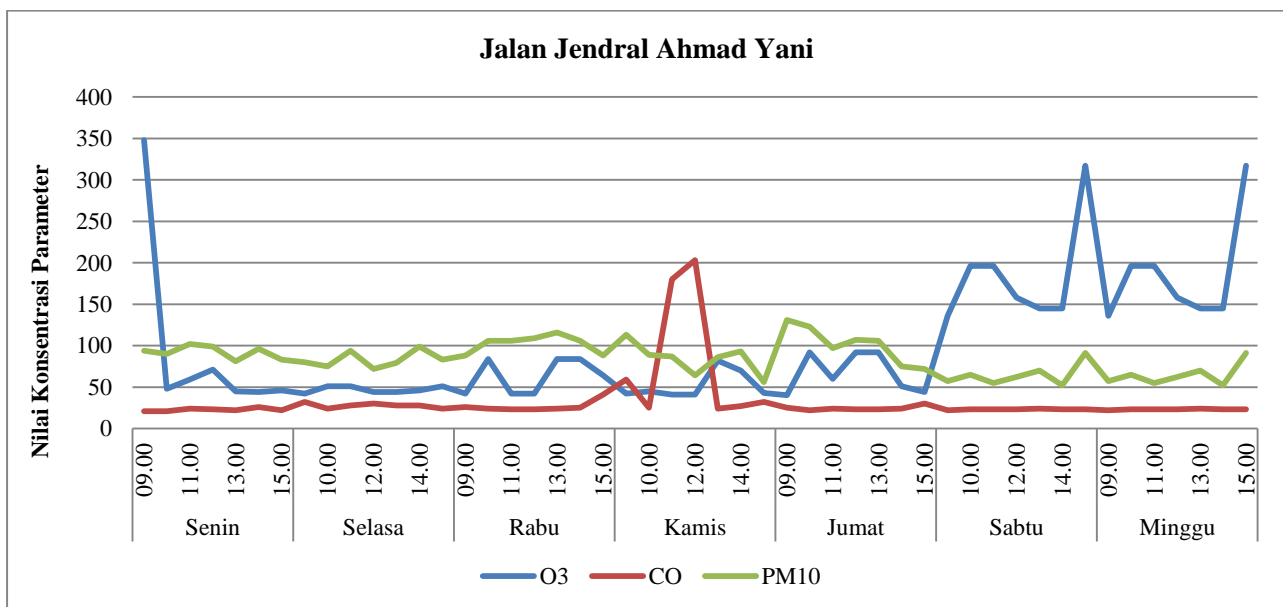
Tingkat pencemaran udara tertinggi pada Jalan 07/07/2022 jam 12.00 dan hari minggu 10/07/2022 Poros Pinrang-Parepare terjadi pada hari rabu jam 10.00 dengan ISPU rata-rata tertinggi adalah tanggal 06/07/2022 jam 09.00, hari kamis 500.

Tabel 2. Hasil Penelitian ISPU Lokasi Jalan Jendral Ahmad Yani

Data Waktu	Hari / tanggal																				
	Senin, 18/07/2022			Selasa, 19/07/2022			Rabu, 13/07/2022			Kamis, 14/07/2022			Jumat, 22/07/2022			Sabtu, 23/07/2022			Minggu, 24/07/2022		
	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀	O ₃	CO	PM ₁₀
09.00	348	21	94	42	32	80	42	26	88	42	59	113	40	25	131	136	22	57	53	22	94
10.00	48	21	90	51	24	75	84	24	106	45	25	89	92	22	123	196	23	65	53	23	118
11.00	59	24	102	51	28	94	42	23	106	41	180	87	60	24	97	196	23	55	53	26	154
12.00	71	23	99	44	30	72	42	23	109	41	203	64	92	23	107	158	23	62	346	28	149
13.00	45	22	81	44	28	79	84	24	116	82	24	86	92	23	106	145	24	70	78	32	150
14.00	44	26	96	46	28	99	84	25	106	70	27	93	51	24	75	145	23	52	53	26	127
15.00	46	22	83	51	24	83	64	41	88	43	32	56	44	30	72	317	23	91	89	23	105
Rata-rata	94	22	92	47	27	83	63	26	102	52	78	84	67	24	101	180	23	64	103	25	128

Keterangan:
 Baik (1-50)
 Sedang (51-100)
 Tidak Sehat (101-200)
 Sangat tidak sehat (201-300)
 Berbahaya (≥300)

Gambar 6. Grafik Konsentrasi Parameter pada Jalan Jendral Ahmad Yani



Tingkat pencemaran udara tertinggi pada Jalan Jendral Ahmad Yani terjadi pada hari senin tanggal 18/07/2022 jam 09.00, hari sabtu 23/07/2022 jam 15.00 dan hari minggu 24/07/2022 jam 12.00 dengan ISPU rata-rata tertinggi adalah 300. Pengujian tahapan selanjutnya dilakukan untuk menganalisis pengaruh suhu dan kelembaban terhadap hasil pembacaan kualitas udara. Pengujian dilakukan dari

Jam 9.00 WITA sampai dengan Jam 02.00 WITA. Data hasil pengamatan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Suhu dan Kelembaban terhadap Nilai Konsentrasi Kualitas Udara

Waktu	CO	O ₃	PM ₁₀	Suhu	Kelembaban
09.00	28	28	34	36.00	56.30

Waktu	CO	O ₃	PM ₁₀	Suhu	Kelembaban
10.00	26	29	34	35.60	55.50
11.00	26	12	31	33.20	61.90
12.00	26	15	32	33.80	60.30
13.00	26	10	44	36.00	56.20
14.00	26	12	45	34.80	56.20
15.00	28	12	38	34.20	56.50
21.00	38	18	49	29.50	55.20
22.00	42	16	56	30.40	57.70
23.00	43	22	64	32.80	64.70
00.00	47	28	71	29.80	65.50
01.00	49	23	59	30.70	62.90
02.00	40	26	63	31.80	72.60

Berdasarkan data hasil pengamatan ditunjukkan bahwa suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi nilai konsentrasi polusi udara. Konsentrasi terendah terjadi ketika suhu udara tinggi dan kelembaban udara rendah, sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi ketika suhu udara rendah dan kelembaban udara tinggi. Sehingga nilai konsentrasi polusi udara meningkat pada malam hari, udara dingin mengendap lebih dekat ke tanah karena kurangnya pemanasan dari matahari.

4 KESIMPULAN

Sistem monitoring indeks standar pencemaran udara (ISPU) pada wilayah kota yang telah dirancang terdiri dari beberapa sensor yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler untuk mengukur parameter O₃, CO dan PM₁₀. Sensor yang digunakan dalam pengembangan prototipe telah melalui proses kalibrasi dan validasi di Laboratorium. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan pada aplikasi berbasis Internet of Things. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran udara tertinggi pada Jalan Poros Pinrang-Parepare terjadi pada hari rabu tanggal 06/07/2022 jam 09.00, hari kamis 07/07/2022 jam 12.00 dan hari minggu 10/07/2022 jam 10.00 dengan ISPU rata-rata tertinggi adalah 500. Sedangkan pada Jalan Jendral Ahmad Yani tingkat pencemaran udara tertinggi terjadi pada hari senin 18/07/2022 jam 09.00, hari Sabtu 23/07/2022 jam 15.00 dan hari minggu 24/07/2022 jam 12.00 dengan ISPU rata-rata tertinggi adalah 300. Perubahan nilai konsentrasi polusi udara dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban.

Konsentrasi terendah terjadi ketika suhu udara tinggi dan kelembaban udara rendah, sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi ketika suhu udara rendah dan kelembaban udara tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Amnur and B. Wicaksono, "Responsibilitas Pemerintah Kabupten Siak terhadap Pencemaran Udara di Kecamatan Tualang Tahun 2014-2015 (Desa Pinang Sebatang Timur)," PhD Thesis, Riau University, 2017. Accessed: Nov. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/207032/responsibilitas-pemerintah-kabuapten-siak-terhadap-pencemaran-udara-di-kecamatan>
- [2] F. S. REZLYA, "ANALISIS pH DAN KONDUKTIVITAS AIR HUJAN TERHADAP KUALITAS UDARA SELAMA 2019-2021 DI WILAYAH BANDAR LAMPUNG," PhD Thesis, UIN RADEN INTAN LAMPUNG, 2022. Accessed: Nov. 18, 2024. [Online]. Available: <http://repository.radenintan.ac.id/20827/>
- [3] M. N. Baehaqi, N. R. Yulia, and C. Y. Pratama, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan Sensor GP2Y1010AU0F dan MQ-7 Berbasis Web di Pelabuhan Tanjung Periok," *Program Pendanaan Penelit. KPM UNJ*, 2017.
- [4] A. A. Kiswandono, "Kajian Indeks Standar Polusi Udara (ISPU) Nitrogen Dioksida (NO₂) Di Tiga Lokasi Kota Bandar Lampung," *Anal. Anal. Environ. Chem.*, vol. 2, no. 1, pp. 42–51, 2017.
- [5] A. Kurniawan, "Pengukuran parameter kualitas udara (CO, NO₂, SO₂, O₃ dan PM₁₀) di Bukit Kototabang berbasis ISPU," *J. Teknosains*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2018.
- [6] T. Kwanda, "Pembangunan permukiman yang berkelanjutan untuk mengurangi polusi udara," *DIMENSI J. Archit. Built Environ.*, vol. 31, no. 1, 2003, Accessed: Nov. 18, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Timotici-n-Kwanda/publication/43940152_Pembangunan_Permukiman_yang_Berkelanjutan_untuk_Mengurangi_Polusi_Udara/links/55f157e808aede_cb68ffec63/Pembangunan-Permukiman-yang-Berkelanjutan-untuk-Mengurangi-Polusi-Udara.pdf

- [7] A. Laksono, "Identifikasi Jenis Lichen Sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kampus Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung," PhD Thesis, IAIN Raden Intan Lampung, 2017. Accessed: Nov. 18, 2024. [Online]. Available: <http://repository.radenintan.ac.id/209/>
- [8] Y. Efendi, "Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput. Fak. Ilmu Komput. Univ. Al Asyariah Mandar*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018.

