

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING
KUALITAS UDARA (CO DAN PM_{2.5}) BERBASIS *INTERNET*
OF THINGS STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN
SADANG PURWAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan dalam memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Sistem Telekomunikasi



Oleh :
Ranti Sugihartanti
NIM. 2001025

**PROGRAM STUDI S1 SISTEM TELEKOMUNIKASI
KAMPUS UPI DI PURWAKARTA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2024

**RANCANG BANGUN RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM
MONITORING KUALITAS UDARA (CO DAN PM_{2.5}) BERBASIS
INTERNET OF THINGS STUDI KASUS : PERSIMPANGAN JALAN
SADANG PURWAKARTA**

Oleh
Ranti Sugihartanti

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Sistem Telekomunikasi

© Ranti Sugihartanti 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

LEMBAR PENGESAHAN

Draft Skripsi dengan judul
**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING KUALITAS
UDARA (CO DAN PM2.5) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* STUDI
KASUS: PERSIMPANGAN JALAN SADANG PURWAKARTA**

Oleh

Ranti Sugihartanti

NIM.2001025

Telah disetujui dan disahkan oleh Pembimbing:

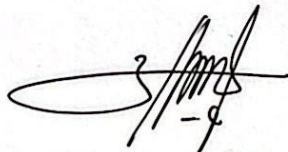
Pembimbing I



Ichwan Nul Ichsan., S.T., M.T.

NIP. 920200119900330101

Pembimbing II,

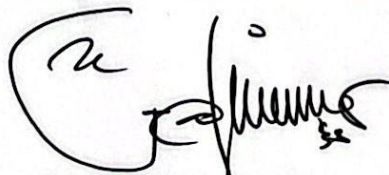


Endah Setyowati, S.T., M.T.

NIP. 920190219920908201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sistem Telekomunikasi



Galura Muhammad Suranegara, S.Pd. M.T.

NIP. 920190219920111101

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ranti Sugihartanti
NIM : 2001025
Program Studi : S1 Sistem Telekomunikasi
Fakultas/Kampus Daerah : Kampus UPI di Purwakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Kualitas Udara (CO dan PM2.5) Berbasis Internet of Things Studi Kasus: Persimpangan Jalan Sadang, Purwakarta” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Purwakarta, Agustus 2024

Yang menyatakan,



Ranti Sugihartanti

NIM. 2001025

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis diberikan kesempatan dan kemampuan untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini. Shalawat dan salam mudah-mudahan tercurah limpahkan kepada Junjungan alam Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini merupakan sebagian dari syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Sistem Telekomunikasi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik secara materi pembahasan maupun tutur kata dan cara penyampainnya. Maka dari itu, penulis dengan senang hati menerima semua ide, saran, dan kritik yang bersifat membangun.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis merasakan berbagai hambatan dan rintangan. Namun, atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang Tua penulis yang senantiasa selalu memberikan berbagai macam bantuan baik secara dorongan do'a, kasih sayang, motivasinya untuk terus bertahan dan berjuang, moral dan materi, dan segala bentuk dukungannya sejak penulis lahir hingga saat ini, dan tidak pernah lelah memberikan motivasi serta kesabaran kepada penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Prof. Dr. Yayan Nurbayan, M.Ag. selaku Direktur Kampus UPI di Purwakarta.
3. Bapak Galura Muhammad Suranegara, S.Pd., M.T. selaku Kepala Program studi Sistem Telekomunikasi.
4. Bapak Ichwan Nul Ichsan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang selalu memberikan arahan, motivasi dan semangat kepada penulis.
5. Ibu Endah Setyowati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang memberikan arahan, motivasi dan semangat kepada penulis hingga terselesaikannya naskah skripsi ini.

6. Bapak/Ibu Dosen Sistem Telekomunikasi yang senantiasa mengajar dan membimbing mahasiswanya dengan baik.
7. Sahabat Kosan vilrud yang telah kebersamai penulis pada keadaan susah maupun senang di perkuliahan, dan juga pada hari-hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan skripsi. Terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah penulis. Terima kasih atas segala dukungan, semangat dan kebaikan kalian selama ini yang telah senantiasa membantu penulis.
8. Untuk Teman-teman seperjuangan, rekan-rekan mahasiswa sistem telekomunikasi Angkatan 2020 yang telah bersama-sama berjuang dan senantiasa memberikan dukungan satu sama lain selama 4 tahun yang telah dilewati bersama.
9. Dan untuk diri saya sendiri yang telah mampu kooperatif dalam mengerjakan skripsi ini. Terima kasih untuk tetap bertahan dan tidak menyerah hingga akhirnya diri sendiri mampu membuktikan bahwa saya bisa mengandalkan diri sendiri.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan sejak awal perkuliahan hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkannya.

Wassalamualaikum warrahmatullahi wabarakatu

Purwakarta, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor dan perkembangan sektor industri merupakan faktor utama pencemaran udara, termasuk di kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Meski Purwakarta berada pada titik temu tiga jalur utama lalu lintas yang strategis, daerah ini belum memiliki stasiun pemantauan kualitas udara secara realtime. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan sensor untuk mengirimkan data secara realtime. Metode yang digunakan adalah penelitian *Research and Development*. Hasilnya, sistem mampu mendeteksi parameter karbon monoksida, Partikulat Matter 2.5, suhu, dan kelembapan dengan akurasi sensor MQ-7 untuk CO sebesar 80%, PM2.5 sebesar 70%, suhu DHT11 sebesar 80%, dan kelembapan DHT11 sebesar 80%. Sistem ini terintegrasi dengan platform ThingSpeak untuk pemantauan online. Dari hasil uji coba di perempatan Sadang, Purwakarta, nilai rata-rata tertinggi CO tercatat pada Rabu siang, PM2.5 pada Senin sore, suhu pada Senin siang, dan kelembapan pada Senin pagi. Meskipun kondisi udara di Purwakarta umumnya baik, parameter PM2.5 perlu mendapat perhatian.

Kata kunci: Internet of Things, kualitas udara, ThingSpeak, akurasi, ISPU

ABSTRACT

The increasing use of motorized vehicles and the development of the industrial sector are the main factors of air pollution, including in Purwakarta Regency, West Java. Although Purwakarta is located at the meeting point of three strategic main traffic routes, this area does not yet have a real-time air quality monitoring station. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based air quality monitoring system that uses sensors to transmit data in real time. The method used is Research and Development research. As a result, the system is able to detect carbon monoxide, Particulate Matter 2.5, temperature, and humidity parameters with an accuracy of the MQ-7 sensor for CO of 80%, PM2.5 of 70%, DHT11 temperature of 80%, and DHT11 humidity of 80%. This system is integrated with the ThingSpeak platform for online monitoring. From the results of the trial at the Sadang intersection, Purwakarta, the highest average CO value was recorded on Wednesday afternoon, PM2.5 on Monday afternoon, temperature on Monday afternoon, and humidity on Monday morning. Although the air conditions in Purwakarta are generally good, the PM2.5 parameter needs attention.

Keywords: *Internet of Things, air quality, ThingSpeak, accuracy, ISPU*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PLAGIARISME.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Udara	5
2.2. Pencemaran Udara.....	5
2.3. Gas Karbon Monoksida (CO).....	6
2.4. <i>Particulate matter</i> 2.5 (PM _{2.5})	7
2.5. Suhu udara dan kelembapan udara	8
2.6. Internet of Things	9
2.7. Arduino Nano	10
2.8. NodeMCU ESP8266	11
2.9. Sensor MQ-7.....	13
2.10.Sensor GP2Y1010AU0F.....	14
2.11.Sensor DHT11	15
2.12.Thingspeak.....	16
2.13.Akurasi	17
2.14.Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	17
2.15.Penelitian Relevan.....	18

BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Desain Penelitian	23
3.1.1. Perancangan Sistem	24
3.1.2. Integrasi Sistem.....	27
3.1.3. Pengujian Sistem.....	29
3.1.3.1. Kalibrasi Sensor MQ-7.....	30
3.1.3.2. Kalibrasi Sensor GP2Y1010AU0F	30
3.2. Karakteristik objek	30
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.3. Teknik Analisis Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Prototype Sistem Monitoring kualitas udara	32
4.2. Pengujian Sistem	34
4.2.1. Pengujian sensor MQ-7	34
4.2.2. Pengujian sensor GP2Y1010AU0F.....	36
4.2.3. Pengujian sensor DHT11	38
4.2.3. Pengujian waktu pengiriman data sensor ke Thingspeak.....	42
4.3. Pengambilan Data Sistem Monitoring Kualitas udara	43
4.3.1. Pengambilan data pada hari ke-1	44
4.3.2. Pengambilan data pada hari ke-2	47
4.3.3. Pengambilan data pada hari ke-3	50
4.3.4. Hasil Monitoring Kualitas udara	52
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI.....	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Implikasi	57
5.3. Rekomendasi.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Nano (Sumber : robocraze.com).....	10
Gambar 2.2 Pinout Arduino Nano (Sumber : https://forum.arduino.cc)	11
Gambar 2.3 NodeMCU ESP8266 (Sumber: universal-solder.com)	12
Gambar 2.4 Pinout ESP8266 (Sumber: arduinokitproject-com)	12
Gambar 2.5 Struktur DHT11 (Sumber : digiwarestore.com)	15
Gambar 2.6 Tampilan Halaman Thingspeak (Sumber: thingspeak.com).....	16
Gambar 2.7 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (Sumber :ditppu.menlhk.go.id).....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir alur penelitian.....	23
Gambar 3.2 Blok diagram sistem	24
Gambar 3.3 Diagram Alir kerja sistem.....	25
Gambar 3.4 Diagram alir kerja sistem.....	26
Gambar 3.5 Rangkaian Sistem.....	28
Gambar 4.1 Realisasi Alat Sistem Monitoring Kualitas Udara	32
Gambar 4.2 Tampilan pada Thingspeak.....	33
Gambar 4.3 <i>Air Quality Detector</i>	34
Gambar 4.4 Termoghyrometer.....	38
Gambar 4.5 Grafik Hasil Akurasi.....	42
Gambar 4.6 Lokasi Pengambilan Data:(a) pagi; (b) siang; (c) sore; (d) malam	44
Gambar 4.7 Grafik hasil ISPU karbon monoksida	46
Gambar 4.8 Grafik hasil ISPU PM _{2.5}	46
Gambar 4.9 Lokasi pengambilan data:(a) pagi;(b) siang;(c)sore; (d) malam	47
Gambar 4.10 Grafik hasil monitoring ISPU CO.....	48
Gambar 4.11 Grafik hasil ISPU PM _{2.5}	49
Gambar 4.12 Lokasi Pengambilan Data:(a) pagi; (b) siang; (c) sore; (d) malam...50	
Gambar 4.13 Grafik hasil ISPU CO	51
Gambar 4.14 Grafik hasil ISPU PM _{2.5}	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Arsitektur IoT	9
Tabel 2.2 Fungsi Pinout	11
Tabel 2.3 Fungsi Pinout	13
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor MQ-7	14
Tabel 2.5 Penelitian Relevan	18
Tabel 3.1 Koneksi Pin	29
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Pembacaan CO	35
Tabel 4.2 Perbandingan nilai pembacaan PM _{2.5}	37
Tabel 4.3 Perbandingan nilai pembacaan Suhu DHT 11 dengan alat pembanding .	39
Tabel 4.4 Perbandingan nilai pembacaan kelembapan DHT 11 dengan alat pembanding	40
Tabel 4.5 Pengujian selisih waktu alat dan thingspeak	43
Tabel 4.6 Rata-rata hasil monitoring kualitas udara hari ke-1	45
Tabel 4.7 Rata-rata hasil monitoring kualitas udara hari ke-2	47
Tabel 4.8 Rata-rata hasil monitoring pada hari ke-3	50
Tabel 4.9 Rata-rata hasil monitoring kualitas udara selama 3 hari	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Monitoring Kualitas Udara

Lampiran 2 Hasil Monitoring Thingspeak

Lampiran 3 Perhitungan ISPU

Lampiran 4 Sourcecode

DAFTAR PUSTAKA

- abidin, J., & Hasibuan, F. A. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasioanal Fisika*, 7, 1–3.
- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet Of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 14(2), Article 2.
- Aminah, S., Rismawan, T., Suhardi, S., & Triyanto, D. (2022). Sistem Pemantauan Dan Kendali Kelembapan Udara Pada Budi Daya Bunga Anggrek Berbasis Internet Of Things. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(6), 2081. <https://doi.org/10.30865/Jurikom.V9i6.5250>
- Arida Rosa, Bryan Simon, & Kevin Lieanto. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 Dan MQ-135. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, 12(1). <https://doi.org/10.31937/Sk.V12i1.1611>
- Chaniago, D., Zahara, A. And Ramadhani, I.S. (2020). “*Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) Sebagai Informasi Mutu Udara Ambien Di Indonesia*”, *Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara*. Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara, Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2(2), P. 1. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/Indeks-Standar-Pencemar-Udara-Ispu-Sebagai-Informasi-Mutu-Udara-Ambien-Di-Indonesia>
- Dewi, S. P., Alsakinah, R., Sara, S. A., & Amrina, D. H. (2022). Environmental Tax As An Effort To Control Air Pollution From Motor Vehicle Exhaust Gases In Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pajak*, 2(1), 7–13.
- Edar, A. N., & Wahyuni, A. (2021). Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Terhadap Rasio Kelembaban Dan Entalpi (Studi Kasus: Gedung UNIFA Makassar). *LOSARI : Jurnal Arsitektur Kota Dan Pemukiman*, 6(2), 102–114. <https://doi.org/10.33096/Losari.V6i2.311>

- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- Erwin, E., Datya, A. I., Nurohim, N., Sepriano, S., Waryono, W., Adhicandra, I., Budihartono, E., Purnawati, N. W., & Efitra, E. (2023). *PENGANTAR & PENERAPAN INTERNET OF THINGS : Konsep Dasar & Penerapan Iot Di Berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Fairuz Rofifah Arifin & Nazwa Aulia Rahman. (2024). Analisis Pengaruh Emisi Zat Karbon Terhadap Kerusakan Kualitas Udara Dan Pencemaran Lingkungan. *Journal Innovation In Education*, 2(1), 278–287. <https://doi.org/10.59841/inoved.v2i1.1043>
- Hikmiyah, A. F. (2018). Analysis Of Dust And NO2 Level In The Ambient Air And Sweeper’s Respiratory Complaints In Purabaya Bus Station Sidoarjo. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN*, 10(2), 138. <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i2.2018.138-148>
- Johan, H., Utomo, N., & Wardana, R. W. (2022). Pengaruh Temperatur Udara, Kelembaban Udara, Kecepatan Udara Dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Listrik Panel Surya. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 55–61. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i1.19963>
- Kelechi, A., Alsharif, M., Agbaetuo, C., Ubadike, O., Aligbe, A., Uthansakul, P., Kannadasan, R., & Aly, A. (2021). Design Of A Low-Cost Air Quality Monitoring System Using Arduino And Thingspeak. *Computers, Materials & Continua*, 70(1), 151–169. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.019431>
- Listyarini, S., Warlina, L., & Sambas, A. (2021). Air Quality Monitoring System In South Tangerang Based On Arduino Uno: From Analysis To Implementation. *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*, 1115(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1115/1/012046>
- Mashuri, A. A., & Zulfa, N. (2022). Sistem Monitoring Dan Pendukung Keputusan Kualitas Udara Di Kota Semarang Menggunakan Iot. *Jurnal Informatika Upgris*, 8(1). <https://doi.org/10.26877/jiu.v8i1.7532>

- Mitu, N. S., Vassilev, V. T., & Tabany, M. (2021). *Low Cost, Easy-To-Use, Iot And Cloud-Based Real-Time Environment Monitoring System Using ESP8266 Microcontroller*. 6.
- Muhamad Ridwan Ali Akbar, Edvin Priatna, Sutisna, & Imam Taufiqurohman. (2022). Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Thing (Iot) Di Ciamis. *E-JOINT (Electronica And Electrical Journal Of Innovation Technology)*, 3(2), 73–78. <https://doi.org/10.35970/E-Joint.V3i2.1687>
- Nasir, M., Aswandi, Safriadi, Saputri, N., & Dwina, N. (2024). *INTERNET OF THINGS: Aplikasi Dan Penerapan Mikrokontroler Arduino*. Penerbit Andi.
- Presiden Republik Indonesia. (2021). *PP No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet Of Things (Iot). *Journal Of Data Analysis And Information Processing*, 09(02), 77–101. <https://doi.org/10.4236/Jdaip.2021.92006>
- Ratajczak, A., Badyda, A., Czechowski, P. O., Czarnecki, A., Dubrawski, M., & Feleszko, W. (2021). Air Pollution Increases The Incidence Of Upper Respiratory Tract Symptoms Among Polish Children. *Journal Of Clinical Medicine*, 10(10), 2150. <https://doi.org/10.3390/Jcm10102150>
- Rosidin, H., Mukaromah, I. A., & Ghoni, U. (2022). Otomatisasi Pengukuran Tds, Ph Air Ditandon Air Rumah Sakit Umum Siti Asiyah Bumiayu Berbasis Iot (Internet Of Things). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi(Jurtisi)*, 2(1).
- Saeful Anwar, Ari Yuliat, Rd. Yovi Manova. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Udara (PM2.5, NO2, CO) Berbasis Iot Menggunakan Sim8001 Dan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Di Kota Tasikmalaya. *Jurnal Informatika*, 09, 36–43.
- Saidal Siburian, M. M. M. M., & Efriza, S. I. P. M. S. (2020). *Pencemaran Udara Dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.

- Siti Nurbaya. (2021). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 Tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup*.
- The Global Health Cost Of PM2.5 Air Pollution: A Case For Action Beyond 2021*. (2022). World Bank Publications.
- Thingspeak Iot*. (2023). <https://Thingspeak.Com>
- Tri Cahyono, S. K. M. M. S., Risanto, E., Basuki, Y., Nofianto, D., Kika, M., & Offset, A. (2017). *Penyehatan Udara*. Penerbit Andi.
- Valentino Jayadi, B., Handhayani, T., & Dolok Lauro, M. (2023). Perbandingan Knn Dan Svm Untuk Klasifikasi Kualitas Udara Di Jakarta. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 11(2). <https://doi.org/10.24912/jiksi.v11i2.26006>
- Wang, Y., Li, J., Wang, L., Lin, Y., Zhou, M., Yin, P., & Yao, S. (2021). The Impact Of Carbon Monoxide On Years Of Life Lost And Modified Effect By Individual- And City-Level Characteristics: Evidence From A Nationwide Time-Series Study In China. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 210, 111884. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111884>
- Wardoyo, A. Y. P., Maryanto, S., & Press, U. B. (2016). *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor Dan Dampak Kesehatan*. Universitas Brawijaya Press.
- Winkler, N. P., Neumann, P. P., Schaffernicht, E., Lilienthal, A., Poikkimäki, M., Kangas, A., & Säämänen, A. (2022). Gather Dust And Get Dusted: Long-Term Drift And Cleaning Of Sharp GP2Y1010AU0F Dust Sensor In A Steel Factory. *38th Danubia-Adria Symposium On Advances In Experimental Mechanics, Poros Island, Greece, September 20-23, 2022*.
- Zahra, N. L., Haidar, F. A., Hanum, Y., Ramadhanti, D., Ramadhan, R., Rahman, A., Qonitan, F. D., & Ridhosari, B. (2022). Pemantauan Kualitas Udara Ambien Di Komplek Universitas Pertamina Pada Masa Pandemi COVID-19: Monitoring Of Ambient Air Quality In Universitas Pertamina Areas During The COVID-19 Pandemic. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(1), 084–091. <https://doi.org/10.29122/jtl.v23i1.4597>