

SISTEM DETEKSI POLUSI UDARA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Muhammad Nur Sapi'i¹, Sunarsan Sitohang²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Universitas Putera Batam

²Dosen Program Studi Teknik Informatika, Universitas Putera Batam

email: pb200210009@upbatam.ac.id

ABSTRACT

Air pollution is one of the most pressing environmental issues, especially in urban and industrial areas such as Batam City, which experiences high pollution levels due to vehicle and industrial activities. This condition significantly impacts public health, including an increased potential for respiratory diseases, asthma, and lung cancer. Therefore, an effective solution is required to monitor air quality in real-time. This research aims to develop an air pollution detection and monitoring system based on the Internet of Things (IoT) that can provide accurate and easily accessible information. The methodology employed in this study includes prototyping and literature review to understand air pollution concepts, IoT, and sensor technologies. The system is designed using MQ-2, MQ-135, and GP2Y1010AU0F sensors to detect harmful gases such as carbon monoxide, carbon dioxide, and particulate matter. The data collected by the sensors is transmitted through an IoT network and displayed on the Telegram application. This application enables users to monitor Track air quality in real-time and get alerts when the air quality changes reaches unhealthy levels. The test results show that the system effectively detects air quality changes. Notifications sent via Telegram align with measurement results displayed on the hardware. This system provides a practical and efficient solution for monitoring air quality in various locations, including industrial areas, urban settings, and public spaces. This research is expected To enhance public awareness of the hazards of air pollution and motivate action to reduce its impact.

Keywords: *Air Pollution, Internet of Things (IoT), Sensors, Air Quality, Telegram*

PENDAHULUAN

Polusi udara di perkotaan Indonesia, termasuk Kota Batam, semakin memprihatinkan akibat tingginya aktivitas kendaraan dan industri. Berdasarkan pemantauan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Batam pada 7 Oktober 2023, kualitas udara berada dalam kategori tidak sehat dengan nilai ISPU 114. Polusi udara, yang mengandung zat berbahaya

seperti karbon monoksida, debu, dan gas lainnya, dapat memicu masalah kesehatan seperti asma dan gangguan paru-paru. Saat ini, Kota Batam belum memiliki infrastruktur memadai untuk memantau kualitas udara secara efektif, sehingga upaya mitigasi sulit dilakukan. Ketiadaan sistem dengan Internet of Things (IoT) yang dapat membuat pemantauan *real-time* dan aksesibilitas

data dari berbagai lokasi juga menjadi tantangan. Sistem IoT dapat Berguna untuk meningkatkan kesadaran publik dengan menyediakan informasi yang tepat mengenai kualitas udara yang mereka hirup (Damayanti & Handriyono, 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun prototipe sistem deteksi dan memantau polusi udara dengan IoT, yang hasilnya akan ditampilkan melalui aplikasi Telegram, guna memudahkan masyarakat dalam memantau kualitas udara secara real-time.

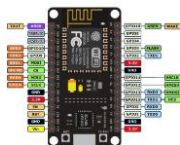
KAJIAN TEORI

2.1 Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) hadir sebagai upaya untuk memperbesar manfaat dari Koneksi internet yang berkelanjutan, memungkinkan pengendalian, komunikasi, serta kolaborasi antar perangkat keras (Sari & Waliyuddin, 2021). Dengan IoT, berbagai objek fisik dapat terhubung ke internet, baik melalui jaringan internet maupun melalui komunikasi antar mesin (machine to machine/M2M). (Pradana & Arnomo, 2023).

2.2 NodeMcu Esp8266

NodeMCU adalah papan sirkuit yang menggunakan chip ESP8266, yang berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus menyediakan konektivitas internet melalui WiFi (Sumiharto et al., 2019).



Gambar 1. NodeMCU ESP8266

Sumber : (Kumoro Yakti, 2021)

2.3 Sensor MQ-2

Sensor gas ini biasanya diterapkan dalam sistem pemantauan kualitas udara di ruangan, serta efektif untuk mendeteksi senyawa seperti NH₃, NO_x, alkohol, benzena, asap, CO, dan lainnya. (Nova et al., 2021).



Gambar 2. Sensor MQ-2

Sumber : (Muchyar Hasiri & Ode Rosmiani, 2022)

2.4 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap berbagai senyawa, termasuk amonia (NH₃), nitrogen oksida (NO_x), alkohol, benzena, karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), serta senyawa lainnya (Ramadhani et al., 2023).



Gambar 3. Sensor MQ-135

Sumber : (Rosa et al., 2020)

2.5 Sensor Debu GP2Y1010AU0F

Sensor debu GP2Y1010AU0F menggunakan teknologi inframerah untuk mendeteksi partikel. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan cahaya yang dipantulkan oleh partikel di permukaan (Syeha Maulana et al., 2021).



Gambar 4. Sensor Debu GP2Y1010AU0F
Sumber : (Rizky, 2025)

2.5 LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan tipe layar yang memanfaatkan kristal cair untuk menghasilkan tampilan gambar yang dapat dilihat (Haryanto, 2024).



Gambar 5. LCD 16x2
Sumber : (Salasa et al., 2021)

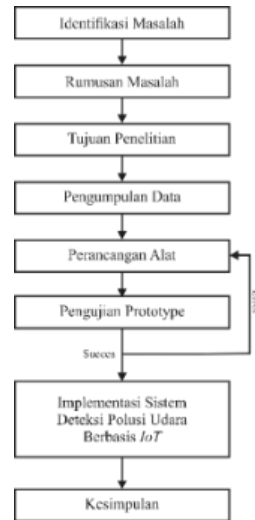
2.6 Telegram

Telegram yaitu sebuah aplikasi pesan yang memungkinkan pengiriman teks, berbagi foto, video, audio, serta pertukaran file dengan format yang telah dienkripsi. (Fernando et al., 2020).

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang diterapkan oleh penulis pada studi penelitian ini terdapat Gambar 6 sebagai berikut :



Gambar 6. Desain Penelitian
Sumber : (Data Penelitian, 2024)

Berikut ini adalah penjelasan terkait desain penelitian yang ditunjukkan dalam gambar di atas :

1. Identifikasi Masalah

Proses identifikasi permasalahan dalam penelitian ini berkaitan dengan ketidakstabilan kualitas udara di dalam ruangan. dan juga polusi udara.

2. Rumusan Masalah

Pada tahap selanjutnya, yaitu merumuskan masalah dengan merancang prototype sistem deteksi polusi udara yang berbasis IoT.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan pada Studi ini bertujuan untuk menciptakan sebuah alat yang nantinya dapat mendeteksi dan juga monitoring hasilnya via aplikasi telegram.

4. Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan adalah pengamatan atau observasi terhadap kualitas udara, Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan referensi yang mendukung topik yang diteliti melalui

jurnal penelitian, situs web, dan buku cetak.

5. Perancangan Alat

Perancangan alat yang berupa perancangan perangkat keras menggunakan aplikasi SketchUp dan aplikasi Fritzing, sedangkan perangkat lunak nya menggunakan aplikasi Arduino IDE.

6. Pengujian Prototype

Metode pengujian yang digunakan adalah melakukan pengujian secara langsung.

7. Implementasi Sistem Deteksi Polusi Udara Berbasis IoT

Tahap ini adalah mengimplementasikan menjadi alat sistem deteksi polusi udara berbasis IoT.

8. Kesimpulan

Kesimpulan berisi rekomendasi solusi terhadap masalah utama yang ditemukan selama proses pembuatan dan pengujian alat.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

1. Perancangan Mekanikal

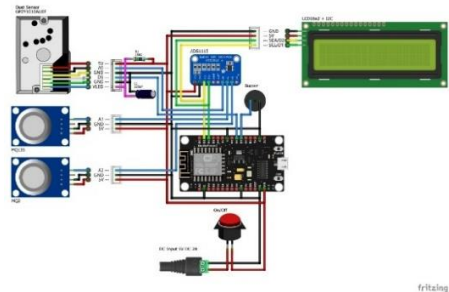
Untuk perancangan perangkat keras pada desain mekanikal ini, penulis akan menyajikan ilustrasi dari desain konstruksi yang telah dibangun menggunakan aplikasi SketchUp. Perancangan mekanikal terdapat pada Gambar 7 berikut ini :



Gambar 7 Perancangan Mekanikal)
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

2. Perancangan Elektrik

Perancangan ini dilakukan untuk meminimalkan risiko kegagalan selama pengembangan alat. Komponen utama dalam rancangan ini meliputi ESP8266 sebagai mikrokontroler, modul ADS1115 berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi format digital yang dapat diproses oleh ESP8266, serta sensor MQ-2, MQ-135, dan sensor debu GP2Y1010AU0F. Penghubung antar komponen dilakukan menggunakan kabel dan PCB (Jufrialdy et al., 2020). Berikut rancangan elektrik yang telah di rancang menggunakan aplikasi fritzing terdapat pada Gambar 8 berikut ini:



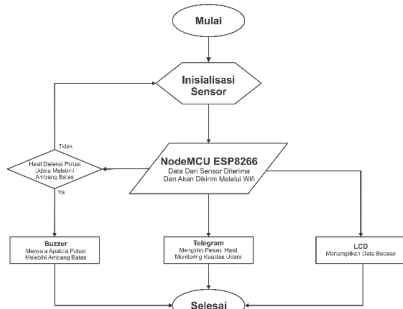
Gambar 8 Rancangan Elektrik
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

3.3 Rancangan Software

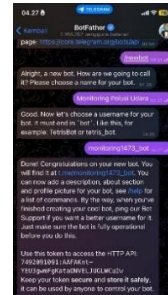
Pada tahapan rancangan software, peneliti akan merancang aliran program dan perancangan bot telegram pada sistem deteksi polusi udara berbasis IoT yang sudah dibuat.

1. Perancangan Alur Proses

Alur proses yang dirancang oleh peneliti tersedia pada Gambar 9 sebagai berikut :



Gambar 9 Alur Proses
Sumber : (Data Penelitian,2024)

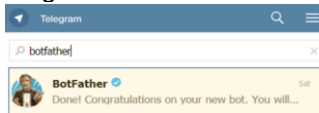


Gambar 11 Pembuatan Bot Baru
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

2. Perancangan Bot Telegram

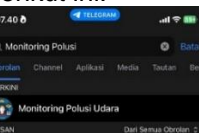
Pada tahap ini, akan dibahas proses perancangan dalam pembuatan bot Telegram. Perancangan ini mencakup langkah-langkah dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan bot agar dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang dirancang (Husaini & Hasanah, 2024) Berikut adalah Langkah-langkahnya :

a. Buka aplikasi Telegram kemudian cari BotFather pada pencarian, seperti yang ada pada gambar 10 berikut ini :



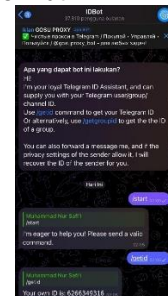
Gambar 10 Pencarian BotFather
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

b. Tekan /Start untuk memulai membuat bot baru. Setelah itu pilih atau ketik /newbot, kemudian atur Nama dan Username untuk bot baru. Maka akan diberikan Token, lalu simpan atau catat token tersebut. (untuk di masukkan pada konfigurasi alat), seperti yang ada pada gambar 11 berikut ini :



Gambar 12 Pencarian Bot baru
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

d. Untuk mengetahui ChatID. Cari myidbot pada pencarian Pilih Start atau ketik /start untuk memulai. Lalu pilih atau ketik /getid. Simpan dan catat ChatID tersebut. (untuk di masukkan pada konfigurasi alat), seperti yang ada pada gambar 13 berikut ini:

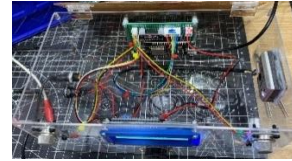


Gambar 13 Mendapatkan ChatID
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Produk

Pada tahap ini, peneliti akan menjelaskan hasil rancangan alat untuk sistem pendeteksi polusi udara berbasis IoT. Rancangan perangkat keras tersebut dibagi atas dua bagian utama, yakni rancangan elektrik dan rancangan mekanik. (Purnomo, 2020).



Gambar 14 Hasil Rancangan Elektrik
Sumber: (Data penelitian, 2025)

1. Hasil Rancangan Elektrik

Hasil dari rancangan elektrik tersebut telah dibuat mencakup eberapa elemen utama yang disusun menggunakan Printed Circuit Board. Rancangan elektrik tersebut ditampilkan pada Gambar 14 di berikut ini :

Untuk memberikan gambaran detail mengenai hubungan antar perangkat elektronik yang digunakan Koneksi antar komponen dijelaskan dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1 Keterangan Koneksi Perangkat

Komponen	Koneksi ke ESP8266 (NodeMCU)	Deskripsi Koneksi
MQ-2 (Sensor Gas)	A2, GND, 5V	Pin A2 membaca sinyal analog dari sensor gas untuk mendeteksi keberadaan gas seperti LPG atau asap.
MQ-135 (Sensor Gas)	A1, GND, 5V	Pin A1 membaca sinyal analog dari sensor gas untuk mendeteksi gas polutan seperti CO2.
GP2Y1010AU0F (Sensor Debu)	A0, GND, 5V, VLED, D6	Pin A0 membaca data partikel debu, sedangkan VLED diaktifkan melalui pin D6.
ADS1115 (ADC I2C)	SDA (D2), SCL (D1), GND, 5V	SDA dan SCL untuk komunikasi I2C.
LCD 16x2 (I2C)	SDA (D2), SCL (D1), GND, 5V	SDA dan SCL untuk data tampilan.
Buzzer	D5, GND	Pin D5 sebagai output sinyal buzzer.
Tombol On/Off	D3, GND	D3 sebagai input dari tombol on/off.
Adaptor Supply 5V	5V, GND	Daya diberikan melalui input DC 5V dengan arus 2A yang cukup untuk semua komponen.

Sumber : (Data Penelitian, 2025)

2. Hasil Rancangan Mekanikal

Pada bagian hasil rancangan mekanik alat deteksi polusi udara berbasis IoT, peneliti menyajikan hasil rancangan mekanik yang telah dibuat dengan menggunakan bahan akrilik. Berikut adalah beberapa tampilan dari alat tersebut yang diambil dari berbagai sisi :

a. Bagian Depan



Gambar 15 Bagian Depan
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

b. bagian samping hadap kanan



Gambar 16 Bagian Samping Kanan
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

c. Bagian samping hadap kiri

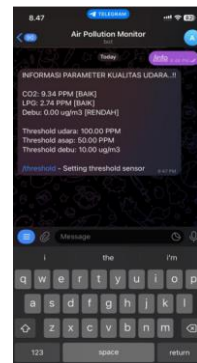


Gambar 17 Bagian Samping Kiri
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

4.2 Hasil Rancangan Perangkat Lunak

Bot Telegram Yang dirancang memiliki fungsi yang sesuai dengan tujuan, agar pengguna dapat memantau kualitas udara secara langsung, mengatur ambang batas sensor, dan mengelola

perangkat dengan mudah tanpa antarmuka tambahan (Hakim & Rahman, 2024). Perancangan ini membuat proses monitoring lebih sederhana, interaktif, dan efisien. Hasil implementasi ditampilkan pada Gambar 18 berikut ini:



Gambar 18 Desain Aplikasi
Sumber : (Data Penelitian, 2025)

4.3 Pembahasan

1. Hasil Pengujian

Hasil pengujian menjadi tahapan penting yang harus dilakukan untuk meastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak yang dibuat berjalan sesuai dengan fungsinya dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Pengujian dibagi menjadi 2 tahap, meliputi pengujian sistem menggunakan jaringan Wi-Fi dan hotspot, serta perbandingan hasil pembacaan data pada LCD dan Telegram.

a. Pengujian Menggunakan Wi-Fi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas sistem dalam mendeteksi parameter kualitas udara saat terhubung dengan jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian terdapat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Hasil Pengujian Menggunakan Wi-Fi

Waktu (Menit)	Sensor MQ-2 (ppm)	Sensor MQ-135 (ppm)	Sensor Debu GP2Y1010AU0F ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hasil LCD	Hasil Telegram
1.	48	118	57	Sesuai	Sesuai
2.	50	123	53	Sesuai	Sesuai
3.	52	125	59	Sesuai	Sesuai
4.	49	120	67	Sesuai	Sesuai
5.	51	122	62	Sesuai	Sesuai

Sumber : (Data Penelitian, 2025)

b. Pengujian Menggunakan Hotspot HP

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem ketika menggunakan hotspot sebagai sumber

koneksi internet. Pengujian Dilaksanakan dengan menggunakan parameter yang serupa seperti pada pengujian Wi-Fi. Hasil pengujian dapat dilihat pada dalam Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Hasil Pengujian Menggunakan Hotspot HP

Waktu (Menit)	Sensor MQ-2 (ppm)	Sensor MQ-135 (ppm)	Sensor Debu GP2Y1010AU0F ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hasil LCD	Hasil Telegram
1.	48	115	52	Sesuai	Tidak Sesuai
2.	50	120	56	Sesuai	Tidak Sesuai
3.	47	118	65	Sesuai	Sesuai
4.	51	123	58	Sesuai	Sesuai
5.	49	117	63	Sesuai	Sesuai

Sumber : (Data Penelitian, 2025)

c. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, sistem deteksi polusi udara berbasis IoT menunjukkan hasil yang konsisten baik pada pengujian menggunakan Wi-Fi maupun hotspot. Data yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan notifikasi yang

diterima melalui Telegram. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara real-time dalam mendeteksi dan mengirimkan informasi mengenai kualitas udara kepada pengguna. Namun, pada pengujian menggunakan hotspot HP, ketidakstabilan jaringan menyebabkan beberapa data tidak terkirim secara

sempurna ke bot Telegram. Meskipun demikian, data yang ditampilkan pada LCD tetap sesuai dengan hasil pembacaan sensor. Ketidakstabilan ini mengindikasikan bahwa koneksi internet berperan penting dalam menjaga performa sistem, terutama dalam pengiriman data secara real-time.

Sistem deteksi polusi udara berbasis IoT telah berhasil dikembangkan dan diuji untuk memantau kualitas udara secara real-time menggunakan sensor MQ-2, MQ-135, dan GP2Y1010AU0F. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan konsentrasi polutan dengan akurat dan memberikan akses data secara langsung melalui aplikasi Telegram. Keunggulan ini memungkinkan respons cepat terhadap kondisi polusi berbahaya. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambah sensor di lokasi strategis dan memperkuat komunikasi untuk meningkatkan efisiensi sistem.

SIMPULAN

Sistem deteksi polusi udara berbasis IoT yang dirancang berhasil mendeteksi tingkat polusi secara real-time dengan akurasi memadai. Sistem ini memberikan notifikasi ketika polusi melebihi ambang batas, meningkatkan kesadaran dan respons pengguna. Alat ini dapat diandalkan untuk berbagai lingkungan, meskipun pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi kesalahan deteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, T. V., & Handriyono, R. E. (2022). Monitoring Kualitas Udara Ambien Melalui Stasiun Pemantau Kualitas Udara Wonorejo, Kebonsari Dan Tandes Kota Surabaya. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 2(1), 11–18.
<https://doi.org/10.31284/j.envitats.2022.v2i1.2897>
- Fernando, N., Humaira, & Asri, E. (2020). Monitoring Jaringan dan Notifikasi dengan Telegram pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Padang. *JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 1(4), 121–126.
<https://doi.org/10.30630/jitsi.1.4.17>
- Hakim, & Rahman, A. (2024). *Analisis Robustness Dan Resilience Enterprise*.
- Haryanto, G. P. (2024). *Control Motor Pompa Air Daur Ulang STP Berbasis Arduino dengan Sensor Kelembaban Tanah*. 20(2), 706–712.
- Husaini, A. Q., & Hasanah, H. (2024). *Pengendalian lampu dan door lock berbasis IOT untuk efisiensi kontrol di Yayasan Gunung Wayang Manunggal IOT-based light and door lock control for control efficiency at the Gunung Wayang Manunggal Foundation*. 5, 202–217.
<https://doi.org/10.37373/infotech.v5i2.1265>
- Jufrizaldy, M., Ilyas, I., & Marzuki, M. (2020). Rancang Bangun Mesin Cnc Milling Menggunakan System Kontrol Grbl Untuk Pembuatan Layout Pcb. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(1), 37.
<https://doi.org/10.30811/jmst.v4i1.1743>
- Muchyar Hasiri, E., & Ode Rosmiani, W. (2022). Prototipe Sistem Pendeteksi Polusi Udara Menggunakan Sensor Asap Mq-2, Sensor Gas Mq-6 Dan

- Sensor Api Pada Ruang Dengan Output Alarm Berbasis Mikrokontroller Arduino Prototype Of Air Pollution Detection System Using Mq-2 Smoke Sensor, Mq-6 Gas Sensor An. *Jurnal Informatika*, 11(2).
<http://ejournal.unidayan.ac.id/index.php/JIU>
- Nova, F., Kasmar, A. F., Azmi, M., & Putra, K. A. (2021). Monitoring Polusi Udara Dan Kebakaran Berbasis Android. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 25–29.
<https://doi.org/10.30630/eji.0.0.185>
- Pradana, R. B., & Arnomo, S. A. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Android. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 9(2).
<https://doi.org/10.33884/comasiejournal.v9i2.7583>
- Purnomo, A. C. (2020). Perancangan Prototype Alat Bajak Sawah Dengan Pengontrolan Menggunakan Bluetooth Berbasis Android. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 5(1), 9–19.
<https://doi.org/10.36341/rabit.v5i1.1063>
- Ramadhani, A. D., Ningsih, N., Nurcahya, A., & Azizah, N. (2023). Klasifikasi dan Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruang menggunakan Thingspeak. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 10(1), 1–5.
<https://doi.org/10.21107/triac.v10i1.17501>
- Rizky, F. M. (2025). Perancangan Sistem Kontroling Dan Monitoring Kepadatan Debu Pada Sistem Pendingin Dan Tata Udara Untuk Skala Maintenance (Perawatan) Berbasis Internet Of Things (IoT). 4(2), 101–110.
- Sari, Y., & Waliyuddin, A. (2021). Alat Deteksi Polusi Udara Dalam Ruang Berbasis Internet Of Things (IoT) (Vol. 22, Issue 2).
- Sumiharto, R., Ilma, R., & Rif'Atunnisa, R. (2019). Metode Routing Protokol LEACH pada Jaringan Sensor Nirkabel Studi Kasus Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Udara. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 9(1), 87.
<https://doi.org/10.22146/ijeis.44449>
- Syeha Maulana, F., Prima Pratama, A., & Suwartika Kusumadiarti, R. (2021). *i* (Vol. 8, Issue 4).
<http://jurnal.mdp.ac.id>



Biodata

Penulis pertama yaitu Muhammad Nur Sapi'i, adalah mahasiswa Program Studi Teknik Informatika di Universitas Putera Batam.



Biodata

Penulis kedua, Sunarsan Sitohang, adalah seorang dosen di Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam. Beliau memiliki banyak pengalaman dalam bidang Teknik dan Komputer.