

Prototipe Aplikasi Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things (IoT)

Bayu Dharma Prayoga^{1 *}, Dine Agustine², Mahmudin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang, Indonesia

*Correspondence: 2104030060@students.unis.ac.id ; Tel.: 087861755138

Abstrak /Abstrak	Keywords/Katakunci
Kualitas udara di Tangerang Selatan mengalami penurunan signifikan, dengan indeks kualitas udara (IKU) sering berada pada kategori tidak sehat. Perilaku merokok di dalam ruangan turut memperparah kondisi ini, terutama di lingkungan kerja Polresta Tangerang Selatan. Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi polutan secara real-time menggunakan sensor MQ-135 dan DHT-11, serta menampilkan data melalui platform Blynk Cloud. Pengujian sistem dilakukan menggunakan pendekatan Black-box dan menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 95,25% berdasarkan User Acceptance Test (UAT). Sistem mampu mengklasifikasikan udara ke dalam empat kategori: Baik, Kurang Baik, Tidak Baik, dan Bahaya. Diharapkan alat ini mendukung penerapan kawasan bebas asap rokok serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga udara bersih di lingkungan kerja. <i>Air quality in South Tangerang has declined significantly, with the Air Quality Index (IKU) often falling into the unhealthy category. Indoor smoking behavior exacerbates this condition, especially in the South Tangerang Police Department work environment. This research developed a prototype of an Internet of Things (IoT)-based air quality monitoring system to detect pollutants in real-time using MQ-135 and DHT-11 sensors, and display data through the Blynk Cloud platform. System testing was conducted using a Black-box approach and resulted in a 95.25% success rate based on the User Acceptance Test (UAT). The system is able to classify air into four categories: Good, Less Good, Bad, and Dangerous. It is hoped that this tool will support the implementation of smoke-free areas and raise awareness of the importance of maintaining clean air in the workplace.</i>	Keywords <i>Pemantauan Kualitas Udara, Internet of Things, Sensor MQ-135, Blynk Cloud, UAT</i> Katakunci : <i>Air Quality Monitoring, Internet of Things, MQ-135 Sensor, Blynk Cloud, UAT</i>

1. PENDAHULUAN

Mengingat kerugian yang *substansial* yang ditimbulkan oleh pencemaran udara, semua pihak yang terlibat mulai dari pemerintah hingga masyarakat perlu lebih fokus dalam mengurangi dampaknya. (Chandra, 2021) Kualitas udara di suatu daerah tertentu diwakili oleh angka tak berdimensi yang disebut Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Keberlanjutan makhluk hidup lainnya, kesehatan manusia, dan nilai estetika semuanya diperhitungkan saat menentukan ISPU. Sejumlah karakteristik pencemaran udara, termasuk partikel halus (PM10), sulfur dioksida (SO2), nitrogen dioksida (NO2), karbon monoksida (CO), dan ozon (O3), diukur untuk menghitung ISPU. Zat-zat ini memiliki potensi untuk fatal jika berada di atas batas aman, terutama berkaitan dengan sistem pernapasan. Ada lima tingkat ISPU: berbahaya, tidak sehat, sangat tidak sehat, sedang, dan keadaan baik. (Susrama & Diyasa, 2024) Indeks Pencemaran Udara (ISPU), yang diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 tahun 2020, adalah salah satu cara mudah untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas udara yang seharusnya disediakan oleh pemerintah. Menurut data dari Indeks Pencemaran Udara (ISPU) Stasiun Pemantauan Kualitas Udara, konsentrasi PM2.5 rata-rata Indonesia pada tahun 2023 diperkirakan akan mencapai

37,1 mikrogram per meter kubik. Jika dibandingkan dengan tahun 2022, konsentrasi PM_{2,5} di Indonesia pada tahun 2023 meningkat sebesar 20% dari berbagai wilayah. (KLHK & ISPU, 2024)

Menurut pemeringkatan internasional, Indonesia memiliki kualitas udara rata-rata terburuk ke-14 di dunia. Sembilan dari sepuluh orang saat ini menghirup udara yang melebihi batas, dan Menurut perkiraan dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), polusi udara membunuh sekitar tujuh juta orang setiap tahun. Udara sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Karena udara diperlukan agar semua makhluk hidup dapat berkembang dalam kesehatan yang terbaik, itu adalah sumber daya alam yang harus dilindungi untuk kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, Karena kualitas udara merupakan komponen penting dari lingkungan untuk kehidupan sehari-hari, kualitas udara harus diperhatikan. Memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) adalah salah satu cara untuk mengamati dan memastikan kualitas udara optimal yang tidak melebihi ambang batas kualitas yang ditentukan. ((WHO), 2025) Pencemaran udara merupakan isu global yang memberikan dampak langsung terhadap kesehatan manusia. Berdasarkan data WHO (2025), sekitar tujuh juta orang meninggal setiap tahun akibat polusi udara. Di Indonesia, kualitas udara juga memburuk, dengan konsentrasi PM_{2.5} mencapai 37,1 µg/m³ pada tahun 2023, meningkat 20% dibandingkan tahun sebelumnya. Tangerang Selatan merupakan salah satu wilayah dengan tingkat polusi tinggi, diperparah oleh perilaku merokok dalam ruangan, termasuk di kantor Polresta Tangerang Selatan.

Penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji pemantauan kualitas udara berbasis IoT, namun belum banyak yang menekankan pada lingkungan kerja tertutup. Inilah yang menjadi celah penelitian (research gap) yang coba diisi dengan membangun sistem yang mampu memantau kualitas udara secara real-time dan memberikan notifikasi melalui platform Blynk Cloud. Teknologi IoT dipilih karena fleksibel, hemat biaya, dan memungkinkan integrasi sensor dengan antarmuka visual.

2. METODE

Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang bisa menjadi penghubung atau pemutus kesenjangan antara penelitian dasar dan penelitian terapan. Penelitian ini juga sering diartikan sebagai proses atau langkah dalam mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada dan dibuat.

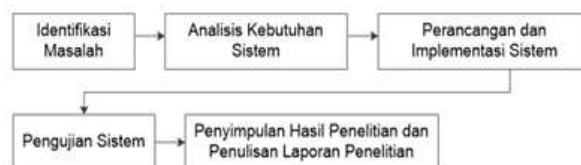
1. Metode Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini menggunakan metode prototype. Metode prototype (software prototyping) merupakan jenis metode alur perjalanan sebuah sistem yang mempunyai dasar mengenai gambaran model kerja (working model). (Wilianto & Kurniawan, 2018)

Berikut adalah langkah-langkah yang terlibat dalam penelitian pengembangan sistem dari metode *Prototyping*:

a. Communication

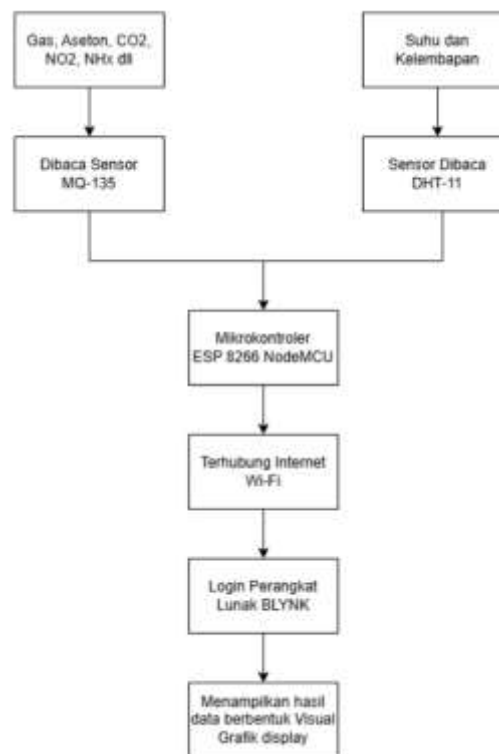
Dalam penelitian ini peneliti melakukan komunikasi dengan Kepala bagian pengawas kepolisian di wilayah Polres Tangerang Selatan. Sebagai narasumber dari penelitian ini untuk mengidentifikasi persyaratan-persyaratan yang dibutuhkan dan gambaran secara garis besar dari perangkat lunak yang akan dibangun. Kemudian mengumpulkan data sensor selama jangka waktu yang telah ditentukan (misalnya, seminggu) untuk mendapatkan gambaran yang lebih *komprehensif* tentang kualitas udara di lokasi yang ditentukan. Pada Gambar 1. adalah alur *Flowchart* dari komunikasi.



Gambar 1 Tahapan penelitian

b. Quick Plan

Quick Plan dalam penelitian ini proses atau alur kerja yang menggunakan simbol untuk mewakili keputusan dan tahapan program. Diagram alur dibuat untuk menunjukkan bagaimana proses dalam sistem kontrol alat ini bergerak. Alur kerja alat ini digambarkan dalam Gambar 2. diagram alur sebagai berikut :

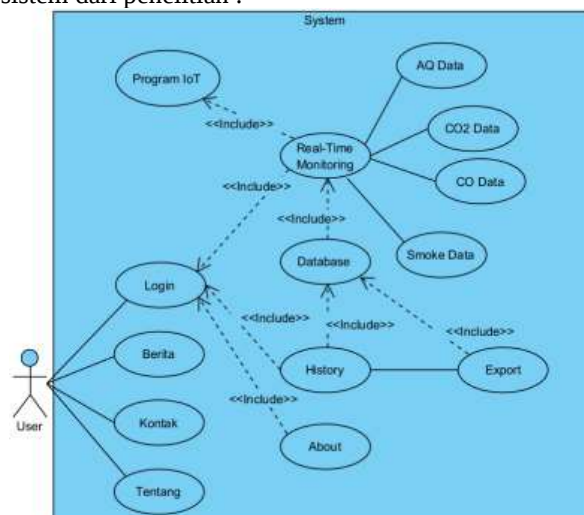


Gambar 2. Alur Proses Sistem Monitoring Kualitas Udara

c. *Modeling Quick Design*

Untuk membuat dan mengembangkan *prototipe* aplikasi pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things, desain penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan. Untuk menjamin keakuratan dan kegunaan data yang dihasilkan, penelitian ini akan memerlukan pengujian sistem selain pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Dalam tahapan ini hasil pengimputan data dari sensor MQ-135 & DHT-11 akan di *visualisasikan* dengan gambar, tabel, serta grafik. Kemudian di tampilkan melalui *platform blynk interface* kepada pengguna. Berikut adalah *Diagram Design* sistem dari penelitian :



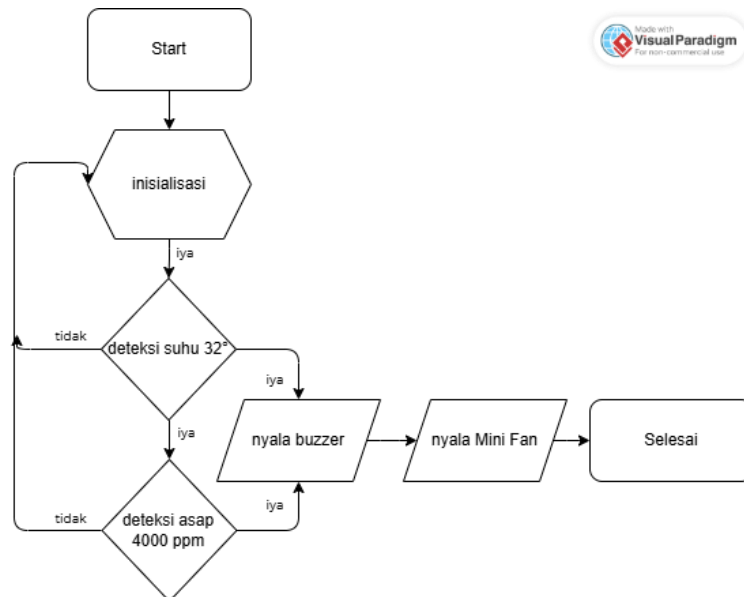
Gambar 2. Use Case Diagram

Diagram kasus penggunaan adalah *representasi visual* tentang cara sebuah sistem bekerja yang menunjukkan bagaimana sistem berkomunikasi dengan orang-orang atau dengan item lain, seperti perangkat keras atau sistem lain. Beberapa interaksi yang mungkin antara sistem dan orang-orang yang terlibat digambarkan dalam ilustrasi ini menggunakan kasus penggunaan, yang juga dikenal sebagai skenario

fungsional. Penulis merancang dan mengembangkan sistem untuk memantau kualitas udara, dan diagram kasus penggunaan untuk sistem itu tergambar dalam Gambar 3.

d. *Construction of prototype*

Pada Gambar 4. menjelaskan beberapa tahapan *Construction of prototype* pada penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alur monitoring kualitas udara

Berikut adalah penjelasan *dari* Tahapan membangun penelitian :

1) Menentukan masalah

Menemukan dan menentukan masalah yang akan diteliti merupakan tahap pertama dalam proses penelitian, yang dikenal sebagai identifikasi masalah. Prosedur ini mencakup mengidentifikasi masalah dan memberikan penjelasan terperinci sehingga dapat diukur dan dipahami.

2) Analisis kebutuhan sistem

Dalam konteks penelitian, analisis kebutuhan sistem merupakan prosedur yang digunakan untuk menentukan dan menentukan persyaratan yang harus dipenuhi oleh sistem yang sedang dikembangkan atau diteliti. Prosedur ini penting untuk menjamin bahwa sistem akhir dapat memenuhi tujuan penelitian dan menawarkan jawaban praktis atas masalah yang ditemukan.

3) Desain dan implementasi sistem

Dalam penelitian, analisis kebutuhan sistem diikuti oleh dua fase penting desain dan implementasi sistem. Tujuan dari langkah ini adalah untuk menciptakan sistem yang dapat memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya.

4) Pemeriksaan Sistem

Untuk memastikan sistem yang dirancang beroperasi dengan benar, tepat, dan andal, pengujian sistem *Internet of Things* untuk pemantauan kualitas udara merupakan langkah penting. Pengujian ini mencakup pengujian perangkat lunak, perangkat keras (sensor), dan integrasi sistem secara keseluruhan, di antara hal-hal lainnya. Sistem pemantauan kualitas udara *IoT* dapat diuji menggunakan prosedur dan teknik yang tercantum di bawah ini :

a) Menguji kinerja sensor

Salah satu sensor kualitas udara. Untuk memastikan data yang dikumpulkan benar, sensor diuji dalam berbagai pengaturan lingkungan.

b) Menguji Koneksi Cloud dan Mikrokontroler

Pastikan aplikasi web dapat menampilkan data secara akurat dan *mikrokontroler* dapat mengomunikasikan data ke *cloud* dengan andal.

c) Menguji Aplikasi Web

Aplikasi web diuji untuk memastikan antarmuka pengguna mudah digunakan dan data dapat ditampilkan tanpa gangguan secara *real-time*.

d) Penilaian Sistem

Bandingkan temuan pengukuran sensor dengan data kualitas udara standar untuk menilai keakuratan data yang dikumpulkan sensor.

e. *Deployment Delivery & feedback*

Prototype akan berjalan dalam keadaan terhubung melalui jaringan internet *Wi-Fi* lokal yang terhubung. Lalu data akan di input melalui *mikrokontroler* ESP8266 dan di integrasikan ke *platform blynk* serta menampilkan data secara visual kepada *user/pengguna* dengan menampilkan *label, grafik*, maupun suara peringatan. Implementasi Sistem.

Berikut adalah alur penelitian yang akan digunakan untuk menemukan data menggunakan pola alur berikut:

1) Perancangan Sistem

Membuat arsitektur sistem yang menjelaskan aliran data dari sensor ke aplikasi menggunakan diagram blok dan diagram alur.

2) Pengembangan Prototipe

- a) Pengembangan Perangkat Keras : Menyatukan sensor dan *mikrokontroler* serta memastikan semua bagian terhubung dengan benar.
- b) Pengembangan Perangkat Lunak : Membuat kode yang memungkinkan *mikrokontroler* membaca data sensor dan mengirimkannya ke *platform Internet of Things*.
- c) Pengembangan Aplikasi : Membuat antarmuka untuk aplikasi *Blynk* yang menampilkan data kualitas udara secara *real-time*.

3) Pengumpulan Data Aplikasi Web

Data tentang kualitas udara yang dikirimkan oleh *mikrokontroler* akan ditampilkan di aplikasi web. Informasi yang dikumpulkan dari *platform cloud* ditampilkan di aplikasi *web* sebagai grafik atau tabel yang mudah dinavigasi untuk memudahkan pengumpulan data.

4) Perakitan Perangkat Keras

Hubungkan dan rakit perangkat keras, seperti *mikrokontroler* dan sensor. Untuk memastikan sensor mengukur kualitas udara secara akurat, pengujian dilakukan.

5) Pengembangan Perangkat Lunak:

- a) *Mikrokontroler* : Gunakan bahasa pemrograman yang sesuai, seperti C++, atau yang didukung *platform*, seperti *Arduino IDE*, untuk memprogram *mikrokontroler*.
- b) Aplikasi Web : Aplikasi *web Blynk* selalu memperbarui status *online* perangkat secara *realtime*. Begitu perangkat mengirimkan perintah *login*, status *online* akan dikirim ke *web* dan aplikasi seluler. Jadi selalu dapat melihat apakah perangkat sedang *online* atau *offline*.

2. Pengujian sistem

Ada beberapa teknik pengujian perangkat lunak yang dapat diterapkan dalam studi tentang sistem *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan kualitas udara guna menjamin keandalan dan kinerja. Pengujian kotak hitam adalah teknik populer yang melibatkan pengujian suatu sistem tanpa mempertimbangkan arsitektur atau kode sumber yang mendasarinya. Pengujian kotak hitam fokus pada fungsi sistem, memeriksa apakah perangkat *Internet of Things* memenuhi kebutuhan dan kriteria pengguna, termasuk mendeteksi dan melacak kualitas udara dengan tepat. Karena memungkinkan pengujian menyeluruh dari sudut pandang pengguna tanpa memerlukan pemahaman mendalam tentang interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak sistem, pengujian ini sangat berguna. (Harpad et al., 2022)

Di sisi lain, terdapat jenis pengujian lainnya, seperti *White-box testing*, yang lebih fokus pada pengujian kode sumber dan logika internal sistem. Pengujian ini lebih mendalam dan berguna untuk menemukan bug di dalam algoritma atau struktur data, namun membutuhkan pemahaman yang lebih teknis dan akses terhadap kode sumber. Dalam konteks IoT *monitoring* kualitas udara, *White-box testing* bisa bermanfaat untuk memastikan integritas algoritma pengolahan data atau komunikasi antar perangkat, namun tidak memberikan gambaran langsung tentang pengalaman pengguna atau *fungsi* sistem secara keseluruhan.

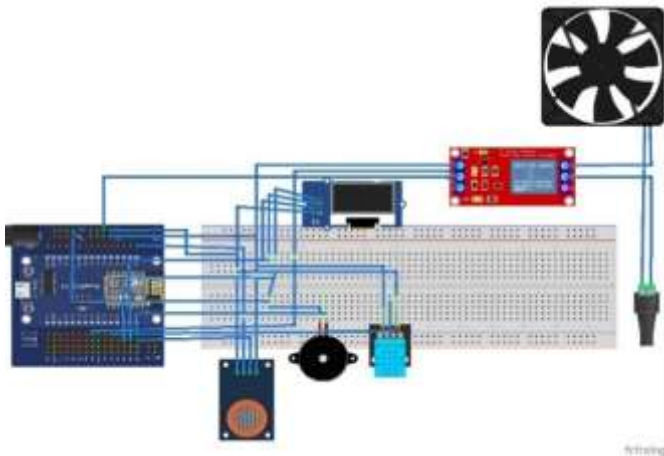
Secara keseluruhan, *Black-box testing* lebih tepat untuk digunakan dalam penelitian IoT *monitoring* kualitas udara karena lebih menitikberatkan pada aspek *fungsi* dan pengalaman pengguna, yang sangat penting dalam aplikasi dunia nyata seperti ini. Sementara itu, pengujian lainnya, seperti *White-box* dan *Grey-box testing*, dapat melengkapi dengan menemukan kesalahan pada tingkat kode dan struktur sistem, namun tidak sepenuhnya menggantikan kebutuhan akan *Black-box testing* untuk memastikan sistem bekerja sesuai harapan pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penulis mempunyai tujuan untuk membuat alat yang dapat memonitoring dan mengontrol suhu udara pada dalam ruangan dengan menggunakan kemampuan *mikrokontroler Arduino ESP8266 NodeMCU* sebagai otak untuk mengendalikan perangkat-perangkat seperti *sensor MQ-135* dan *sensor DHT-11* sebagai pendeteksi gas dan suhu udara, setiap sensor mempunyai kontrol masing-masing, yaitu *sensor MQ-135* dan *DHT-11* yang jika hasil deteksi pada *sensor* gas memiliki hasil lebih dari 4000 ppm serta *sensor* suhu melebihi 30°C maka kipas atau *mini fan dc 12V* dan *Buzzer* suara akan menyala otomatis untuk menurunkan kualitas buruk udara serta suhu pada dalam ruangan yang sudah tercemar oleh gas asap rokok, dan hasil deteksi dari *sensor MQ-135* dan *DHT-11* dapat di *monitoring* melalui Aplikasi maupun *Website Blynk cloud*. (Code, 2023)

A. Rangkaian Komponen Monitoring Kualitas Udara

Pada Gambar 5. yaitu sebuah Rangkaian *Sirkuit komponen* yang menggunakan *breadboard*, *Mini Fan 12V DC*, *sensor MQ-135*, *sensor DHT-11*, *relay 1 saluran*, *buzzer*, dan *ESP 8266 NodeMCU*. Otak atau pengendali dari semua bagian adalah *ESP8266 NodeMCU*. (Panduan Code, 2023)



Gambar 5. Rangkaian alat monitoring kualitas udara

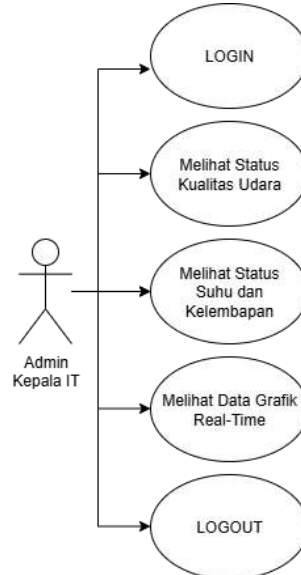
Tabel 1. Keterangan nama komponen

No	Nama Komponen	Fungsi
1.	ESP 8266 <i>NodeMCU</i>	Pengendali seluruh komponen
2.	<i>Breadboard</i>	Tempat tambahan untuk <i>port</i> kabel <i>jumper</i> di letakan
3.	<i>Sensor MQ-135</i>	Mendata kualitas Gas asap, O ² , CO ₂ ,SO ₂
4.	<i>Sensor DHT-11</i>	Mendata kualitas suhu dan kelembapan
5.	<i>Buzzer</i>	Memancarkan suara peringatan
6.	<i>Adaptor 12V</i>	Sebagai tambahan Tegangan Listrik
7.	Kabel <i>Jumper</i>	Sebagai penghubung seluruh Rangkaian Komponen
8.	<i>LCD oled</i>	Menampilkan <i>Visual</i> data dari <i>sensor</i>
9.	<i>Relay 1 Channel</i>	Sebagai saklar otomatis untuk menyala matikan <i>mini fan</i>
10.	<i>Mini fan dc 12v</i>	Sebagai penghembusan udara asap keluar ruangan

B. Diagram Rancangan Sistem

1) Ilustrasi Kasus *Use Case* yang Disarankan

Kasus Penggunaan yang disarankan dapat dijelaskan sebagai berikut dengan menggunakan Gambar 6. sebagai panduan :



Gambar 6. Use Case Diagram

- a. Kepala bagian Admin IT dapat melakukan Login dengan nama pengguna dan kata sandi yang terdaftar, pengguna dapat masuk.
- b. Pengguna dapat melihat suhu ruangan, kelembapan, dan status data kualitas udara.
- c. Pengguna mendapatkan akses waktu nyata untuk pemantauan dan pelacakan kualitas udara.
- d. Pengguna dapat keluar.

C. Implementasi

1) Implementasi Alat

a. Implementasi *NodeMCU* ESP8266

Implementasi pemrograman pada ESP8266 *NodeMCU* bertujuan untuk mengimplementasikan proses logika dari ESP8266 *NodeMCU* sebagai penyimpanan data dari *Sensor* MQ-135 dan *Sensor* DHT-11 sebagai inputan dari data yang masuk dan beberapa komponen lainnya. Data yang masuk akan dijadikan program pada *Arduino* IDE dan akan dihubungkan dengan *Blynk* System sebagai monitoring alat.

b. Implementasi *Sensor* MQ-135

Prinsip sistem dari *Sensor* MQ-135 ini akan mendeteksi adanya gas asap rokok pada dalam ruangan yang akan menginput data dan menampilkan *output* pada *Blynk* system. Ada tiga keadaan yang akan di tampilkan setelah asap terdeteksi oleh sensor, yaitu :

- a) Jika asap yang terdeteksi ≤ 1000 ppm maka tampilan LCD “Bersih”.
- b) Jika asap yang terdeteksi ≤ 2000 ppm maka tampilan LCD “Tidak Sehat”.
- c) Jika asap yang terdeteksi ≤ 4000 ppm maka tampilan LCD “Sangat Kotor”.
- d) Jika asap yang terdeteksi ≥ 4000 ppm maka tampilan LCD “Berbahaya”.

c. Implementasi *Sensor* DHT-11

Prinsip sistem dari *sensor* DHT-11 ini akan mendeteksi suhu dan kelembapan pada udara dalam ruangan yang akan menginput data pada *Blynk* System. Dengan menginput Suhu (Celcius °C) dan Kelembapan (%).

d. Implementasi *Mini Fan* DC 12V

Prinsi kerja *Mini fan* ini akan menyala jika sensor sudah mendeteksi kadar polutan gas kadar asap lebih dari ≥ 4000 ppm setelah itu *buzzer* akan memberikan peringatan berupa suara, selanjutnya *Mini Fan* akan menetralsir udara yang tercemar polutan.



Gambar 7. Rangkaian Implementasi Alat

Pada Gambar 7 merupakan bentuk rangkaian alat dari semua komponen alat yang di implementasikan ke dalam *box akrilik* dengan ukuran volume panjang x lebar alas dan atap 30cm x 18cm sedangkan tinggi x lebarnya 30cm x 25cm.

D. Hasil Pengujian atau Testing

Setelah memahami pemasangan dan urutan komponen, uji coba diperlukan untuk memastikan bahwa hasilnya memenuhi harapan. Pendekatan *Black-box* digunakan dalam pengujian ini.

1) Hasil Pengujian Alat

Dari Table 2. dilakukan pengujian Alat dari semua kategori kadar polutan yang di *Input*.

Tabel 2. Pengujian Alat

No	Nama	Keterangan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
LCD menampilkan Status "Bersih"				
1.	Kadar asap	Sensor mendeteksi asap 0-1000 ppm		Valid

			LCD menampilkan Status “Tidak Sehat”		Valid
2.	Kadar asap	Sensor mendeteksi asap 1000-2999 ppm			
			LCD menampilkan Status “Sangat Kotor”		Valid
3.	Kadar asap	Sensor mendeteksi asap 3000-3999 ppm			
			Buzzer menyala, LCD menampilkan status “Bahaya” karna kadar asap >4000 ppm		Valid
4.	Kadar asap	Sensor mendeteksi asap lebih dari 4000 ppm			
5.	Mini fan	Sensor MQ-135 mendeteksi asap pada ruangan	Mini fan menetralsisir ruangan dengan kipas	Valid	



2) Pengujian Sistem
Pada pengujian sistem ini dilakukan pada *Blynk App* dengan menggunakan *Blackbox*. Berikut hal-hal yang diuji pada sistem :

Tabel 3. Pengujian Sistem

No	Nama	Keterangan	Hasil Pengujian	Ket
1.	Login	Mengisi Username dan Password	Sistem menerima akses <i>Valid</i> dan menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Valid
				
2.	Visual	Monitoring Sensor	Terdapat <i>fitur grafik</i> yang menampilkan nilai kadar asap dan <i>temperature</i>	Valid
				

3.	Status	Visual hasil “Udara Bersih”		Valid
4.	Status	Visual hasil “Cukup Bersih”		Valid
5.	Status	Visual hasil “Tidak Sehat”		Valid
6.	Status	Visual hasil “Udara Berbahaya”		Valid

Berdasarkan Tabel 3. mendapatkan hasil dari pengujian dengan menampilkan *Visualisasi* data pada aplikasi *Blynk App*. jika alat penetralisir ini di *Implementasikan* secara langsung pada ruang kantor Polresta Tangerang Selatan,

4. SIMPULAN

Prototipe sistem aplikasi mengukur kualitas udara ini menggunakan Data standar Nasional yaitu ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) dari data Kementerian KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan).

Alat monitoring kualitas udara telah berhasil dirancang dengan beberapa komponen seperti *NodeMCU ESP8266*, *Sensor MQ-135*, *Sensor DHT-11*, *LCD Oled*, *Mini Fan*, *Buzzer*. Alat ini akan menetralisir yang menggunakan pusat kontrol dengan *NodeMCU ESP8266* yang memiliki peran penting dan dapat terhubung sebagai perangkat komunikasi *serial*. Alat ini juga menggunakan *LCD Oled* yang dijadikan *Output* untuk menampilkan nilai kadar asap, *Buzzer* akan hidup jika kadar asap sudah lebih dari 4000 ppm lalu akan di *netralisir* oleh *Mini Fan* untuk menetralkan ruangan agar kembali bersih. Alat ini juga dimonitoring dengan *Blynk App* yang akan memberikan *Visualisasi* secara *Real-Time*. Dengan adanya alat ini akan memberikan kenyamanan kepada karyawan dan juga *staff* kerja pada ruangan tersebut agar tetap memberikan udara yang bersih.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chandra, Daniel. 2021a. “Pengenalan Internet of Things (IOT) Dan Manfaatnya Di Masa Sekarang.” *BINUS University*: 1. <https://student-activity.binus.ac.id/himmat/2021/10/pengenalan-internet-of-things-iot-dan-manfaatnya-di-masa-sekarang/> (February 16, 2025).
- [2] Chandra, Daniel. 2021b. “Pengenalan Internet of Things (IOT) Dan Manfaatnya Di Masa Sekarang.” *Binus University*. <https://student-activity.binus.ac.id/himmat/2021/10/pengenalan-internet-of-things-iot-dan-manfaatnya-di-masa-sekarang/>.
- [3] Susrama, I Gede, and Mas Diyasa. 2024. “Pengukuran Indeks Standar Pencemaran Udara Menggunakan Support Vector Machine.” *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya* 9(1): 1–8.
- [4] KLHK, and ISPU. 2024. *Ringkasan Eksekutif*. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia> (August 4, 2025).
- [5] (WHO), World Health Organization. 2025. “No Title.” *Web page*: 1. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution>.
- [6] Wilianto, and Ade Kurniawan. 2018. “Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things.” *Matrix* 8(2): 36–41. doi:<https://dx.doi.org/10.31940/matrix.v8i2.818>.
- [7] Syaifullah, Ahmad. 2024. 15 *Αγαη No Title*EAENH.
- [8] Meutia, Ermita Dewi. 2015. “Interet of Things – Keamanan Dan Privasi.” *Semin. Nas. dan Expo Tek. Elektro* (June): 85–89.
- [9] Harpad, Bartolomius, Salmon Salmon, and Rizky Meizal Saputra. 2022. “Sistem Monitoring Kualitas Udara Di Kawasan Industri Dengan Nodemcu Esp32 Berbasis Iot.” *Jurnal Informatika Wicida* 12(2): 39–47. doi:10.46984/inf-wcd.1955.
- [10] Code, Author Panduan. 2023. “ESP8266 Pinout | Belajar Memahami Fungsi Setiap PIN Pada Nodemcu.” *panduan code*: 1. <https://www.panduancode.com/2023/10/esp8266-pinout.html#gsc.tab=0>.
- [11] Panduan Code. (2023). *ESP8266 Pinout | Belajar Memahami Fungsi Setiap PIN Pada Nodemcu*. Panduancode.Com. <https://www.panduancode.com/2023/10/esp8266-pinout.html#gsc.tab=0>.