

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan aplikasi Blynk menjadi solusi modern yang semakin diminati untuk memantau kondisi udara secara real-time. Sistem ini bekerja dengan menggunakan berbagai sensor yang bisa mendeteksi parameter penting kualitas udara, seperti partikel halus (PM2.5 dan PM10), karbon dioksida (CO₂), dan gas berbahaya lainnya. Sensor-sensor (Seperti MQ15) ini kemudian dihubungkan ke aplikasi Blynk melalui jaringan IoT, sehingga pengguna bisa melihat data kualitas udara secara langsung melalui smartphone mereka. Adapun beberapa penelitian yang dijadikan referensi.

Penelitian (Qory Hidayati, 2020) dengan judul “Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Fuzzy Logic” Pencemaran udara merupakan suatu keadaan dimana menurunnya kualitas udara karena adanya unsur – unsur berbahaya di dalam udara. Salah satu faktor yang mempengaruhi pencemaran udara adalah meningkatnya jumlah kendaraan. Sehingga perlu diketahui adanya kriteria kualitas udara sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-45/MENLH/10/1997. Adapun kategori kualitas udara terdiri dari baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, dan berbahaya. Oleh karena itu penulis merancang sebuah sistem pemantau kualitas udara berbasis dengan fuzzy logic, dengan menggunakan Arduino UNO R3 sebagai otak dari sistem dengan memanfaatkan sensor debu (GP2Y1010AU0F), sensor CO (MQ-7), dan sensor CO₂ (MQ-135) sebagai input masukkan pembacaan kualitas udara yang digabungkan dengan logika fuzzy metode sugeno guna mengoptimalkan kerja sensor agar data yang didapat menjadi satuan fuzzy, sehingga alat ini dapat mengklasifikasikan tingkat kualitas udara dan dapat menampilkan kondisi udara dari tingkat baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya yang akan ditampilkan pada Dot Matrix P10. Dengan adanya sistem pemantau kualitas udara ini penulis berharap masyarakat sekitar yang mengetahui kondisi udara tersebut dapat menindaklanjuti apa yang seharusnya dilakukan agar tidak terjadi hal – hal yang tidak diinginkan.

Penelitian (Reza Bintang Suherman, 2024) dengan judul “Pengembangan Sensor IOT Untuk Monitoring Kualitas Udara” Pencemaran udara merupakan masalah serius yang mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan. Dalam upaya mengatasi masalah ini, pengembangan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) telah menjadi fokus penelitian yang signifikan. Studi ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT yang dapat mengukur berbagai parameter seperti PM 2.5, CO, CO₂, suhu, kelembaban, dan tekanan udara secara real-time. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur untuk mengevaluasi tren dan temuan terkait, serta desain konseptual sistem untuk menggambarkan struktur dan fungsionalitas sistem. Hasil studi menunjukkan bahwa sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemahaman tentang polusi udara dan mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data. Namun, tantangan seperti pengembangan sensor yang lebih canggih, infrastruktur koneksi dan daya yang handal, serta keamanan data perlu diatasi untuk mengoptimalkan kinerja sistem ini. Dengan menerapkan saran yang diusulkan, diharapkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya menjaga kualitas udara yang sehat bagi masyarakat.

Pada penelitian (Surbakti, Amri Ginting, Romadhona, Ginting, & Ni'amah, 2024), dengan judul “Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Dengan Protokol MQTT Berbasis *Internet Of Things*” Kualitas udara di dalam ruangan merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan manusia. Paparan terhadap polutan udara dalam ruangan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti alergi, asma, penyakit pernapasan, dan bahkan kanker. Sistem pemantauan kualitas udara dapat dipantau dengan menggunakan sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32. Sensor DHT22 dipilih karena keakuratannya dalam mendeteksi suhu dan kelembapan. Mikrokontroler ESP32 memungkinkan sistem untuk terhubung dengan jaringan WiFi, mendukung komunikasi dan pengolahan data secara akurasi. Monitoring bertujuan untuk menciptakan alat yang dapat menjaga stabilitas suhu dan kelembapan secara otomatis, mendukung kenyamanan dan kesehatan penghuni ruangan. Protokol MQTT berbasis Internet of Things (IoT) diimplementasikan dalam sistem ini untuk mengintegrasikan komponen-komponen

tersebut. Metode yang digunakan mencakup perancangan dan pengujian sistem, pemantauan menggunakan DHT22 dan ESP32 yang terhubung melalui MQTT. Hasil monitoring menunjukkan bahwa implementasi protokol MQTT memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi monitoring kualitas udara dalam ruangan. Sistem ini membuktikan kemampuannya untuk memantau dan menjaga kondisi udara secara efektif dan efisien.

Pada penelitian (Sumardi Sadi, 2022) dengan judul “Internet of Things Pada Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Web Server” Peningkatan jumlah polusi udara yang menyebabkan pemanasan global dan kurangnya perhatian terhadap gas-gas berbahaya seperti CO₂, PM 2.5, dan NO₂ dapat memberikan dampak yang negatif bagi kesehatan bahkan dapat menyebabkan kematian jika itu diabaikan oleh orang-orang yang menghirupnya. Salah satu media informasi yang populer saat ini adalah web sebuah alat yang dapat memantau tingkat kualitas udara dan dengan memanfaatkan kemajuan teknologi sistem monitoring ini dapat dipantau melalui Web Server. Dalam penelitian ini, menggunakan mikrokontroler AVR tipe ATmega 328p sebagai unit pusat kontrol dan sebuah ESP 8266-01 sebagai kontroler yang menangani komunikasi antara mikrokontroler dengan jaringan internet. Selain itu, sistem ini menggunakan bahasa C sebagai konfigurasi antara mikrokontroler dan sistem ethernet. Tingkat polusi udara diukur dengan sensor MQ07 yang berfungsi untuk mengukur kadar CO, MQ135 untuk mengukur kadar NO₂, dan Dust Sensor untuk mengukur PM 2.5. Hasil pengujian Mendapatkan nilai PPM (parts permillion) untuk kadar CO sebesar 0.25 ppm, NO₂ sebesar 0.83 ppm, PM 2.5 sebesar 0.10 µg/m³ dan untuk temperatur bisa dilihat langsung melalui dashboard thingboard.

Pada penelitian (Alvino Octaviano, 2022) dengan judul “Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things” –Pengendalian kualitas udara sangat penting dilakukan untuk menghindari beberapa penyakit dan meminimalisir efek kerusakan paru-paru bagi penyintas Covid-19 akibat semakin banyaknya pencemaran udara. Hal tersebut membuat masyarakat cukup kesulitan untuk mengetahui kualitas udara. Metode yang digunakan adalah metode research and development yang mencakup desain sistem, pembuatan alat, perancangan aplikasi berbasis web, integrasi alat, dan uji coba sistem. Sensor yang digunakan adalah sensor MQ-7 untuk gas CO,

sensor Sharp GP2Y1010AU0F untuk debu, dan sensor DHT11 untuk suhu dan kelembaban. Masing-masing sensor dirangkai menjadi satu dengan mikrokontroler WeMos D1 R2. Hasil pengujian sistem selama tiga hari didapatkan hasil rata-rata suhu 29,18°C, kelembaban 80,01%, CO 3983 µg/m³, dan debu 83,90 µg/m³. Sistem monitoring kualitas udara polutan gas CO dan debu dapat memberikan peringatan dini buruknya kualitas udara, sehingga masyarakat di sekitar lokasi peletakan alat dapat lebih waspada dan mengurangi aktivitas di lingkungan tersebut. Data kualitas udara yang didapat dari sensor dapat ditampilkan secara realtime melalui aplikasi Blynk dan juga tersimpan di server ThingSpeak yang dapat ditampilkan pada aplikasi ThingView dan aplikasi berbasis web.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Hasil
1.	Qory Hidayati, Fathur Zaini Rachman, Mu- hammad Arif Surya Rimbawan	Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Fuzzy Logic	Sistem ini berhasil mengklasifikasi kualitas udara menggunakan metode Fuzzy Sugeno dengan akurasi pembacaan mencapai 99,27% dan tingkat error sebesar 0,73% .
2.	Reza Bintang Suherma, Binastya Anggara Sekti	Pengembangan Sensor IOT Untuk Monitoring Kualitas udara	Sistem mampu memantau parameter kualitas udara seperti CO, NO ₂ , PM2.5, suhu, dan lokasi secara realtime serta menampilkan hasilnya pada dashboard IoT berbasis ThingBoard.

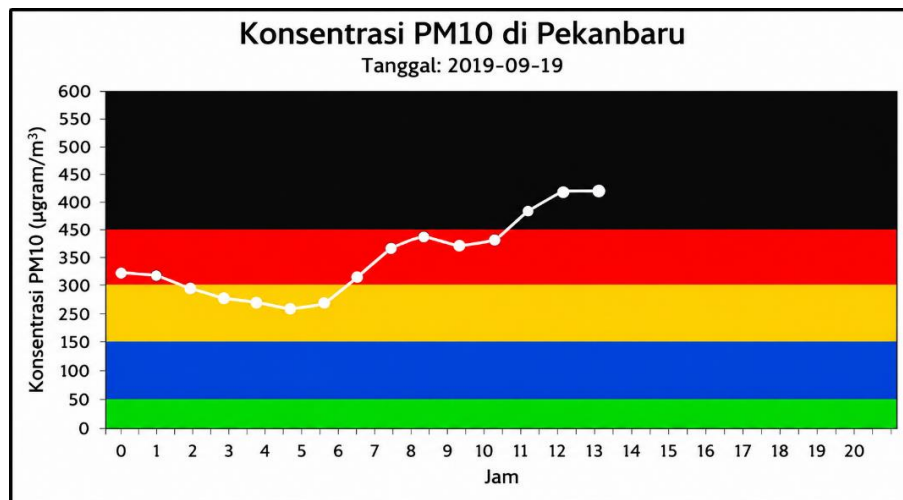
3.	Hairunisa Br Surbakti , Jafaruddin Gusti Amri Ginting , Shinta Romadhona , Melinda Br Ginting , Khoirun Ni'amah	Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Dengan Protokol MQTT Berbasis Internet Of Things	Sistem monitoring berbasis MQTT berhasil memantau suhu dan kelembapan pada ruangan secara real-time menggunakan ESP32 dan sensor DHT22 dengan performa yang baik pada pengujian perangkat lunak maupun perangkat keras.
4.	Sumardi Sadi , Sri Mulyati, Perdana Bagaskara Setiawan	Internet of Things Pada Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Web Server	Penelitian ini berhasil memonitor kadar CO, NO ₂ , PM2.5, dan suhu menggunakan web server sehingga data kualitas udara dapat diakses secara online.
5.	Alvino Octaviano , Sofa Sofiana, Dion Orlando Agustino, Perani Rosyani	Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things	Sistem ini dirancang un mampu memberikan peringatan dini terhadap penurunan kualitas udara serta menampilkan data sensor secara real-time melalui aplikasi Blynk, ThingSpeak, dan web.

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu pada (Qory Hidayati, 2020)., diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut telah membahas topik yang relevan dengan penelitian ini. Penelitian ini akan mengembangkan sistem akses ruangan menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135 yang memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi gas polutan, ESP32 untuk pengolahan data, Fuzzy Logic untuk mengklasifikasikan kualitas udara.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kualitas Udara di Kota Pekanbaru

Kualitas udara di Pekanbaru ditunjukkan pada grafik gambar 2.1 pada tahun 2019 grafik menunjukkan konsentrasi PM10 di Pekanbaru selama 24 jam, dengan peningkatan signifikan pada siang hari. Pada awal hari, konsentrasi PM10 berada di zona biru hingga kuning (udara sedang hingga tidak sehat bagi kelompok sensitif). Namun, mulai pukul 09:00, konsentrasi meningkat tajam, melewati zona merah (tidak sehat) dan memasuki zona hitam (sangat tidak sehat) sekitar pukul 14:00 hingga akhir hari. Kondisi udara pada siang hingga malam sangat buruk, dengan konsentrasi PM10 lebih dari 350 $\mu\text{gram}/\text{m}^3$, yang berpotensi membahayakan kesehatan seluruh populasi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas seperti pembakaran lahan atau polusi kendaraan. Tindakan pencegahan, seperti penggunaan masker dan mengurangi aktivitas di luar ruangan, sangat dianjurkan untuk menghindari dampak buruk terhadap kesehatan.



Gambar 2. 1 Perkembangan Kualitas Udara di Pekanbaru

2.2.2 ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi dalam chip, sehingga sangat mendukung pembuatan sistem aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). ESP32 memiliki berbagai fitur canggih, termasuk kemampuan dual-core, konektivitas WiFi dan Bluetooth,

serta berbagai antarmuka seperti UART, SPI, dan I2C. Pin pada ESP32 dapat digunakan sebagai input atau output, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol berbagai perangkat, seperti menyalakan LCD, lampu, atau bahkan menggerakkan motor DC.

Untuk spesifikasi teknis lebih detail, dapat merujuk pada dokumentasi resmi atau gambar spesifikasi perangkat kerasnya. Mikrokontroler ini sering digunakan dalam pengembangan prototipe dan aplikasi IoT karena keunggulannya dalam hal fleksibilitas, kinerja tinggi, dan konsumsi daya yang efisien.



Gambar 2. 2 ESP 32

Tabel 2. 2 Spesifikasi Esp 32

SPESIFIKASI	DETAIL
Microprosesor	Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6
Frekuensi Clock	Up to 240 MHz
SRAM	520 kB
Flash Memori	4 MB
WiFi Transceiver	802.11b/g/n
Bluetooth	Bluetooth 4.2 / BLE
GPIO (General Purpose I/O)	48 pin

Channel ADC	15 pin (Analog to Digital Converter)
Channel PWM	25 pin (Pulse Width Modulation)
Channel DAC	2 pin (Digital to Analog Converter)

2.2.3 Sensor PM2.5 GP2Y1010AU0F

Sensor Debu GP2Y1010AU0F pada gambar 2.3 adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi partikel udara berukuran ≤ 2.5 mikrometer (μm) di lingkungan. Sensor ini sering digunakan dalam sistem pemantauan kualitas udara untuk mendeteksi tingkat polusi dan membantu dalam pengambilan tindakan pencegahan terhadap dampak buruknya terhadap kesehatan.



Gambar 2. 3 Sensor PM2.5 G2PY1010AU0F

Tabel 2. 3 Tabel identitas Sensor G2PY1010AU0F

Spesifikasi	PM2.5
Tegangan listrik	5-7 V
Suhu kerja	-10 – 65 derajat Celcius
Nilai deteksi partikel minimum	0,8 mikron
Sensivitas	0,5V / (0,1mg / m3)

2.2.4 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi berbagai gas beracun di udara, seperti amonia (NH_3), nitrogen oksida (NO_x), alkohol, benzena, karbon dioksida (CO_2), dan asap. Sensor ini sering digunakan dalam sistem pemantauan kualitas udara, alat deteksi polusi, dan perangkat IoT untuk lingkungan. Gambar 2.4 adalah bentuk fisik dari MQ-135 tersebut.



Gambar 2. 4 Sensor MQ-135

Tabel 2. 4 Tabel Identias MQ-135

Spesifikasi	MQ-135
Operating Voltage	5 V
Detect/Measure	NH3, NOx, alcohol, Benzene, smoke, CO2.
Analog output voltage	0V to 5V
Digital output voltage	0V or 5V (TTL Logic)

2.2.5 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital yang dapat mengukur suhu dengan akurasi tinggi dan memiliki antarmuka komunikasi 1-Wire, sehingga hanya membutuhkan satu pin data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler (seperti Arduino atau ESP32).



Gambar 2. 5 Sensor Suhu DS18B20

Tabel 2. 5 Identitas DS18B20

Spesifikasi	Ds18b20
Tegangan Operasi	3.0 V - 5.5 V DC
Rentang Suhu	-55°C hingga +125°C
Akurasi	±0.5°C dalam rentang -10°C hingga +85°C
Resolusi Data	9-bit hingga 12-bit

Keunggulan dari sensor suhu Ds18b20 ini dapat digunakan dengan kabel panjang tanpa kehilangan akurasi serta komunikasi 1-wire yang memungkinkan banyak sensor dihubungkan ke satu pin, tahan air dan tidak perlu kalibrasi tambahan.

2.2.6 Blynk

Blynk adalah platform IoT (Internet of Things) yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat berbasis mikrokontroler (seperti ESP32, ESP8266, dan Arduino) melalui aplikasi mobile atau web. Dengan Blynk, kamu bisa membuat dashboard interaktif untuk mengendalikan perangkat dari mana saja menggunakan koneksi internet.



Gambar 2. 6 Blynk

Blynk ini memiliki banyak fitur utama yang bisa dikontrol dari Android, Ios, Atay browser. Blynk ini juga mendukung banyak hardware seperti ESP32,

ESP8266, Arduino, dll. Komunikasi IoT di Blynk ini menggunakan Wi-Fi, Ethernet, GSM, atau Bluetooth.

2.2.7 API (Application Programming Interface)

API (Application Programming Interface) digunakan sebagai antarmuka komunikasi antara sistem dan layanan pihak ketiga. Pada penelitian ini, API Fonnte digunakan untuk mengintegrasikan ESP32 dengan layanan WhatsApp sehingga sistem dapat mengirimkan notifikasi secara otomatis ketika kualitas udara terdeteksi dalam kondisi buruk.

2.2.8 Relay

Relay adalah komponen elektronik yang digunakan sebagai saklar otomatis untuk mengontrol perangkat seperti aerator dalam sistem Smart Aquarium. Komponen ini bekerja dengan menerima sinyal dari mikrokontroler untuk menghidupkan atau mematikan perangkat listrik berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.



Gambar 2. 7 Relay

Relay pada gambar 2.7 diatas adalah sistem yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh ESP32. Saat sensor mendeteksi kondisi tertentu, seperti udara kotor atau suhu tinggi, ESP32 akan memberi sinyal ke relay untuk menyalakan atau mematikan perangkat listrik (misalnya kipas atau air purifier). Relay digunakan karena ESP32 hanya mampu menangani tegangan rendah, sedangkan perangkat listrik biasanya memakai tegangan tinggi, sehingga relay menjadi penghubung yang aman antara keduanya.

2.2.8 Baterai 18650

Baterai 18650 adalah jenis baterai isi ulang berkapasitas daya tinggi yang digunakan sebagai sumber daya pada sistem monitoring ini.



Gambar 2. 8 Baterai 18650

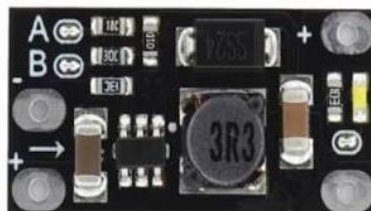
2.2.9 Modul TP4560

Modul TP4560 pada gambar 2.9 adalah papan pengisi daya linear untuk baterai seperti baterai 18650. Modul ini menggunakan tenaga input 5V dari port micro-USB atau Type-C, dengan arus pengisian hingga 1A dan pengisian otomatis berhenti saat tegangan baterai mencapai 4,2 V.



Gambar 2. 9 Modul TP4560

2.2.10 Modul Mini DC Step-Up Boost Converter



Gambar 2. 10 Modul Mini DC Step-Up Boost Converter

Gambar 2.10 ini merupakan modul Mini DC Step-Up Boost Converter merupakan modul elektronika yang digunakan untuk menaikkan tegangan DC (Direct Current) dari sumber tegangan yang lebih rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi sesuai dengan kebutuhan rangkaian. Modul ini bekerja menggunakan prinsip konverter switching, yaitu mengatur proses penyimpanan dan pelepasan energi melalui komponen induktor sehingga tegangan keluaran dapat ditingkatkan. Pada sistem yang dirancang, modul Mini DC Step-Up Boost Converter digunakan untuk menaikkan tegangan dari baterai 18650 sebesar 3,7 V menjadi tegangan keluaran yang dibutuhkan oleh perangkat, seperti 5 V. Dengan demikian, modul ini memungkinkan baterai dengan tegangan yang lebih rendah digunakan sebagai sumber daya untuk komponen yang membutuhkan tegangan lebih tinggi.

Modul ini memiliki terminal input (IN+) dan (IN-) yang dihubungkan dengan sumber tegangan, serta terminal output (OUT+) dan (OUT-) yang menghasilkan tegangan setelah proses peningkatan. Tegangan keluaran dapat disesuaikan menggunakan potensiometer pada modul, tergantung pada jenis modul dan kebutuhan rangkaian.

Dalam sistem, penggunaan modul Step-Up Boost Converter membantu menyediakan tegangan yang sesuai sehingga komponen dapat bekerja dengan baik meskipun sumber daya utama berasal dari baterai 3,7 V. Dengan begitu, manusia sekali lagi berhasil membuat tegangan mengikuti keinginannya dengan menambahkan beberapa komponen elektronika.