

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DAN SUHU MENGGUNAKAN SENSOR MQ 135 DAN DHT 11 MELALUI WEBSITE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Muhammad Ikhwanudin, Agus Wiranto

Teknik Informatika, Universitas Pamulang

Jl, Raya Puspitek No.46, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten Indonesia 15310

Ikhwanmuhamad87@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas praktik di lingkungan bengkel sekolah, khususnya pada bengkel mesin bubut, berpotensi menghasilkan udara tercemar yang berasal dari proses pemotongan logam, penggunaan pelumas, serta debu hasil pengerjaan. Kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan siswa dan guru, terutama pada ruang kerja tertutup yang tidak didukung oleh sistem sirkulasi udara yang memadai. Permasalahan ini diperparah dengan belum tersedianya sistem pemantauan kualitas udara dan suhu yang mampu bekerja secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan kualitas udara dan suhu berbasis *Internet of Things* (IoT) pada bengkel mesin bubut SMKN 4 Tangerang. Sistem dikembangkan menggunakan sensor MQ135 untuk mendeteksi kualitas udara dan sensor DHT11 untuk mengukur suhu, yang diintegrasikan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Data hasil pengukuran dikirimkan melalui jaringan *WiFi* dan ditampilkan secara *real-time* pada website pemantauan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan kualitas udara dan suhu dengan baik. Selain itu, sistem memberikan peringatan melalui *LED* dan buzzer ketika kualitas udara berada pada kondisi tidak aman. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat membantu pihak sekolah dalam memantau kondisi lingkungan bengkel serta meningkatkan keselamatan dan kenyamanan proses pembelajaran praktik.

Kata kunci : DHT11, *Internet of Things* (IoT), Kualitas Udara, MQ135, NodeMCU ESP32, Pemantauan Real-Time.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara besar dengan jumlah penduduk mencapai 271 juta jiwa pada tahun 2020. Berdasarkan jumlah tersebut tidak mengherankan apabila jumlah polusi yang dihasilkan juga tinggi yang berasal dari meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, pabrik industri, pembakaran lahan, dan lain-lain. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor saja dapat mengakibatkan pencemaran udara semakin meningkat, hal ini terjadi karena gas buangan yang dihasilkan oleh pembakaran kendaraan yang mengandung racun dan juga dapat mencemari udara lingkungan sekitarnya [1].

Lingkungan yang bersih adalah lingkungan yang memberikan kesehatan, sehingga merupakan elemen yang sangat krusial bagi keberlangsungan semua makhluk hidup. Lingkungan menentukan kualitas udara yang kita hirup baik didalam ruangan maupun di luar ruangan, tempat orang menghabiskan sebagian besar kehidupan Masyarakat demi memulai gaya hidup sehat. Semua orang tahu bahwa udara mengandung oksigen, yang sangat penting bagi kehidupan. Namun, udara juga mengandung banyak zat lain, seperti formaldehid, karbon monoksida, karbon dioksida, jamur, virus, bakteri, dan debu, antara lain. Baik oksigen di dalam maupun di luar ruangan dapat tercemar dengan bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Dalam batas tertentu, kadar zat ini dapat dinetralisir, tetapi melampaui batas normal dapat berbahaya bagi kesehatan. *World Health*

Organization (WHO) menyatakan bahwa zat berbahaya yang berasal dari struktur, bahan bangunan, peralatan, proses pembakaran, atau pemanasan dapat menyebabkan masalah kesehatan [2].

Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan gas berbahaya, termasuk CO (karbon monoksida dan nitrogen dioksida, antara lain). Tingkat produksi kedua gas ini sangat sulit untuk ditekan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kedua jenis gas ini dibuat dari bahan bakar yang saat ini digunakan secara luas. Bahan bakar bensin dan solar adalah pilihan utama untuk mesin industri dan kendaraan bermotor. Pencemaran udara didefinisikan sebagai penurunan kualitas udara, yang mengakibatkan penurunan mutu udara saat digunakan dan pada akhirnya menjadi tidak dapat dipergunakan lagi sesuai dengan fungsinya. Polusi udara adalah salah satu masalah yang sangat meresahkan masyarakat modern. Polusi ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan pemerintah telah melakukan banyak hal untuk menangani masalah ini [3].

Polusi udara dalam ruangan adalah masalah yang sering diabaikan dan dapat membahayakan kesehatan manusia, terutama jika terjadi secara teratur dan dalam konsentrasi tinggi. Kondisi ini menjadi semakin krusial di lingkungan kerja seperti bengkel industri mesin bubut, dimana proses operasionalnya seperti pemotongan logam, penggunaan pelumas, serta pembakaran bahan bakar dapat menghasilkan emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), serta partikel mikro lainnya. Paparan jangka panjang terhadap zat-zat ini berisiko

menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi mata, dan bahkan penyakit kronis [4].

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan kunci yang menjadi fokus utama kajian. Pertama, bagaimana arsitektur sistem pemantauan kualitas udara dan suhu berbasis Internet of Things (IoT) yang efektif dapat dirancang dengan memanfaatkan sensor MQ135 dan DHT11 yang terintegrasi dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32? Kedua, bagaimana implementasi teknis sistem tersebut dapat dilakukan untuk memastikan fungsionalitas pemantauan secara real-time, pengiriman data melalui jaringan internet, serta penyajian informasi lingkungan melalui platform website? Ketiga, sejauh mana sistem yang dibangun mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi lingkungan bengkel mesin bubut dibandingkan dengan metode pemantauan konvensional yang masih bersifat manual dan tidak berkelanjutan? Pertanyaan-pertanyaan tersebut menjadi dasar dalam pengembangan dan evaluasi solusi yang diusulkan dalam penelitian ini.

Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama. Tujuan pertama adalah merancang arsitektur sistem pemantauan kualitas udara dan suhu yang terintegrasi dan berbasis IoT menggunakan sensor MQ135 dan DHT11 dengan NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama. Tujuan kedua adalah mengimplementasikan sistem yang telah dirancang, meliputi perakitan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, serta integrasi sistem dengan website pemantauan untuk menampilkan data secara real-time. Tujuan ketiga adalah melakukan pengujian fungsionalitas dan kinerja sistem guna memastikan seluruh komponen bekerja sesuai dengan rancangan, serta mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi perubahan kualitas udara dan suhu di lingkungan bengkel.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak. Bagi pihak sekolah, sistem ini dapat menjadi solusi dalam memantau kondisi lingkungan bengkel secara berkelanjutan guna meningkatkan keselamatan dan kenyamanan proses pembelajaran praktik. Bagi siswa dan guru, sistem ini menyediakan informasi kondisi udara yang lebih transparan dan akurat sehingga risiko gangguan kesehatan dapat diminimalkan. Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Internet of Things dan sistem monitoring lingkungan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pemantauan kualitas udara berbasis teknologi digital.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait sistem pemantauan kualitas udara dan suhu berbasis Internet of Things (IoT) telah

banyak dilakukan untuk mendukung pemantauan lingkungan secara real-time. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi sensor lingkungan dengan teknologi IoT mampu menyediakan data yang akurat dan mudah diakses melalui platform digital. Temuan tersebut menjadi dasar konseptual dalam pengembangan penelitian ini, khususnya untuk penerapan sistem pemantauan lingkungan pada bengkel sekolah yang berpotensi mengalami pencemaran udara akibat aktivitas praktik.

Penelitian terkait sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan bahwa pemanfaatan sensor gas yang terintegrasi dengan jaringan internet mampu mendeteksi perubahan kualitas udara secara real-time. Sistem yang dikembangkan mampu mengirimkan data dan peringatan otomatis ketika kadar polutan melebihi ambang batas yang ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat respons yang baik dan keandalan sistem dalam mendukung pemantauan lingkungan. Penelitian tersebut menjadi acuan dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas udara pada penelitian ini [5].

Penelitian lain mengembangkan sistem monitoring dan notifikasi kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor MQ-7 untuk mendeteksi gas karbon monoksida serta sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sistem tersebut mampu melakukan pemantauan secara real-time dengan pengiriman data ke platform IoT berbasis web serta memberikan notifikasi peringatan ketika kadar polutan melebihi ambang batas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan memberikan informasi kualitas udara yang akurat, sehingga efektif digunakan sebagai sarana pemantauan lingkungan [6].

Penelitian terkait telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor MQ-135 dan mikrokontroler NodeMCU sebagai pengendali utama. Sistem tersebut mampu melakukan pemantauan kualitas udara secara real-time, menampilkan data melalui platform web, serta memberikan peringatan menggunakan indikator visual dan audio ketika kondisi udara berada di luar batas normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan efektif dalam mendukung pemantauan kualitas udara di lingkungan dalam ruangan [7].

Penelitian terkait telah mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) pada lingkungan industri dengan memanfaatkan sensor gas untuk mendeteksi konsentrasi polutan berbahaya serta sensor suhu dan kelembapan. Sistem dirancang untuk melakukan pemantauan secara real-time dengan integrasi platform cloud sehingga data dapat dianalisis dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan IoT mampu meningkatkan efisiensi pemantauan, mengurangi

risiko kesalahan manusia, serta mendukung pengelolaan kualitas udara secara berkelanjutan meskipun masih menghadapi tantangan pada kondisi lingkungan ekstrem dan keterbatasan jaringan internet [8].

Berdasarkan berbagai penelitian terkait yang telah dikaji, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) terbukti efektif dalam menyediakan data lingkungan secara *real-time*, akurat, dan berkelanjutan. Integrasi sensor gas, suhu, dan kelembapan dengan mikrokontroler serta platform digital memungkinkan peningkatan efisiensi pemantauan, pengurangan ketergantungan pada pengawasan manual, serta penyediaan peringatan dini terhadap kondisi udara yang tidak aman. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem IoT mampu mendukung pengelolaan kualitas udara di berbagai lingkungan, baik industri maupun ruang tertutup, meskipun masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan jaringan dan ketahanan perangkat terhadap kondisi ekstrem. Oleh karena itu, pengembangan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT dinilai relevan dan memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan guna meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan keberlanjutan lingkungan.

2.2. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32, yang dikembangkan oleh Espressif Systems adalah mikrokontroler penerus ESP8266 yang memiliki banyak fitur yang berbeda. ESP32 berbeda dari pendahulunya dengan lebih banyak pin input/output, pin analog, dan memori yang lebih besar. Selain itu, itu memiliki WiFi dan Bluetooth 4.0 Low Energy. Semua fitur ini membuat ESP32 pilihan yang sempurna untuk pengembangan aplikasi Internet of Things (IoT) [9]



Gambar 1. NodeMCU ESP32

2.3. Sensor MQ 135

Sensor gas MQ-135 dapat mendeteksi gas berbahaya seperti ammonia (NH_3), benzena (C_6H_6), karbon dioksida (CO_2), natrium dioksida (NO_x), sulfur hidroksida (H_2S), dan lainnya. Memiliki pin output digital dan analog, sensor ini membedakannya dari sensor gas lainnya dalam seri MQ. Ketika tingkat gas di udara melampaui batas ambang, pin digital menjadi HIGH, dan pin analog mengeluarkan tegangan analog yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat gas di udara [10].



Gambar 2. Sensor MQ 135

2.4. Sensor DHT 11

Sensor digital DHT11 dapat mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini sangat mudah digunakan dengan Arduino dan memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat dan sangat stabil. Koefisien kalibrasi disimpan dalam program memori OTP, jadi modul ini menyertakan koefisien tersebut ketika sensor internal mendeteksi sesuatu. Menurut responsnya, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference, DHT11 adalah sensor dengan kualitas terbaik. [11].



Gambar 3. Sensor DHT 11

2.5. Breadboard

papan yang mendukung proses perakitan prototipe elektronik tanpa menyolder komponen. Breadboard, yang biasanya terbuat dari plastik dan memiliki banyak lubang di bagian atasnya, memungkinkan komponen elektronik bekas dibongkar dan dipakai kembali kapan saja [12].



Gambar 4. Breadboard

2.6. Buzzer

Komponen elektronik yang menghasilkan suara dari sinyal elektronik Buzzer biasanya digunakan untuk bel pintu, alarm jam, alarm anti maling, dll. Elektromagnet dibuat oleh kumparan yang terpasang pada diafragma dan dialiri arus. Tergantung pada arah arus dan polaritas magnetnya, kumparan dapat tertarik ke dalam atau keluar. peringatan mundur truk dan alat peringatan lainnya [13].



Gambar 5. Buzzer

2.7. Kabel Jumper

Kabel jumper Digunakan secara luas dalam pembuatan rangkaian sistem, kabel jumper adalah komponen yang harus ada dalam rangkaian elektronik dan komponen yang menghubungkan breadboard ke rangkaian Arduino [14].



Gambar 6. Kabel Jumper

2.8. Lampu LED

Diode pencahayaan, atau LED, adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. Jenis bahan semikonduktor yang digunakan oleh LED menentukan warna cahaya yang dipancarkannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak terlihat oleh mata, mirip dengan sinar inframerah yang dihasilkan oleh perangkat elektronik seperti pengontrol remot TV [15].



Gambar 7. Lampu LED

2.9. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menyusun, mengedit, dan mengunggah sketsa program ke papan mikrokontroler yang dituju. Melalui Arduino IDE, pengguna dapat melakukan pengembangan, modifikasi, serta pengelolaan program secara terintegrasi sesuai dengan kebutuhan sistem yang dirancang. Arduino IDE dikembangkan berbasis bahasa pemrograman Java dan dilengkapi dengan pustaka C/C++ (Wiring) yang dirancang untuk menyederhanakan proses pengolahan input dan output. Ketersediaan berbagai fitur dan pustaka pendukung pada Arduino IDE memungkinkan pengembangan beragam proyek berbasis mikrokontroler secara efektif dan efisien. [16].

2.10. Internet Of Things

Menurut Coordinator and Support Action for Global RFID-Related Activities and Standardization, Internet of Things (IoT) adalah infrastruktur jaringan global yang menghubungkan objek fisik dan virtual melalui teknologi komunikasi dan pengambilan data. Secara umum, Internet of Things mengacu pada objek yang dapat dikenali dan berfungsi dalam ekosistem berbasis internet. Bahkan dalam interaksi jarak jauh,

IoT memungkinkan perangkat berinteraksi satu sama lain secara otomatis. Salah satu keuntungan utama Internet of Things adalah meningkatkan kecepatan dan efisiensi dalam menyelesaikan berbagai tugas [17].

2.11. Udara

Karena variabel seperti suhu, tekanan, dan kondisi lain di udara, perbandingan udara tidak konsisten. Karena udara juga merupakan atmosfer, fungsinya sangat penting bagi kehidupan di Bumi. Untuk bernapas, udara mengandung oksigen (O₂), karbon dioksida (CO₂), dan ozon (O₃) untuk menahan sinar ultraviolet dan komposisi gas lainnya [2].

2.12. Suhu

Suhu merupakan besaran fisika yang menunjukkan tingkat panas atau dingin suatu benda. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan instrumen yang disebut termometer. Pada tahap awal, penentuan suhu masih bersifat subjektif karena mengandalkan indera peraba. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi, termometer telah berkembang menjadi alat ukur yang akurat dan andal dalam menentukan nilai suhu secara objektif. [18].

3. METODE PENELITIAN

Bagian metode penelitian menjelaskan langkah dan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi metode pengumpulan data, perancangan alat, metode perhitungan dan pengembangan sistem untuk memperoleh informasi dan merancang solusi penelitian serta merancang solusi sesuai tujuan penelitian.

3.1. Teknik Pengumpulan Data

a. Studi Literatur

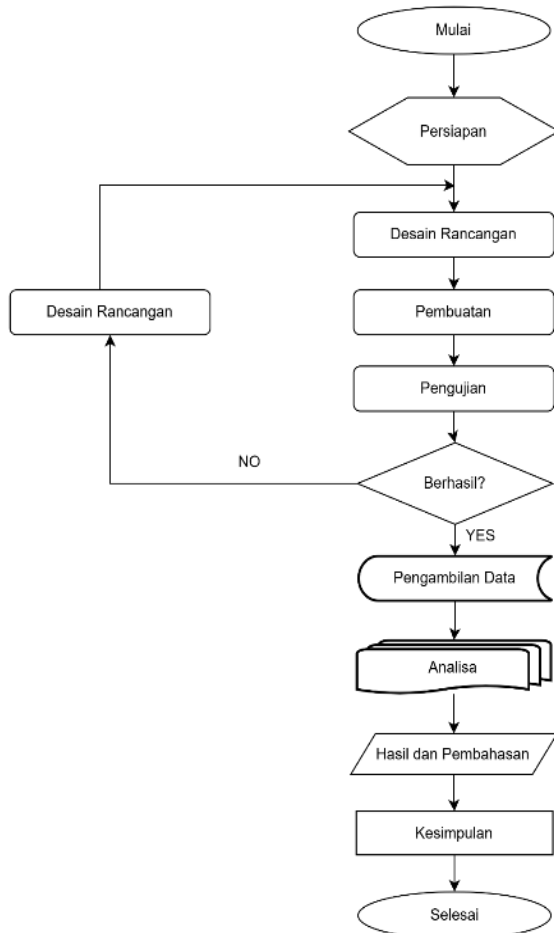
Melakukan studi literatur yang komprehensif untuk memahami konsep dasar tentang *datasheet* mikrokontroler, Sensor MQ-135 dan DHT11.

b. Wawancara dan Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung ke lokasi penelitian untuk memperoleh gambaran nyata mengenai kondisi lingkungan tempat alat pemantau udara dan suhu akan diterapkan. Observasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna, kondisi lingkungan, serta potensi permasalahan yang mungkin muncul dalam implementasi alat. Selain itu, dilakukan juga wawancara dengan pihak-pihak terkait, seperti pengguna potensial, teknisi, atau narasumber ahli, guna mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai kebutuhan sistem, perilaku pengguna, dan harapan terhadap alat yang dirancang. Hasil dari observasi dan wawancara ini digunakan sebagai dasar dalam penulisan skripsi, terutama dalam merumuskan permasalahan, menentukan spesifikasi alat, serta merancang solusi yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

3.2. Tahapan Perancangan

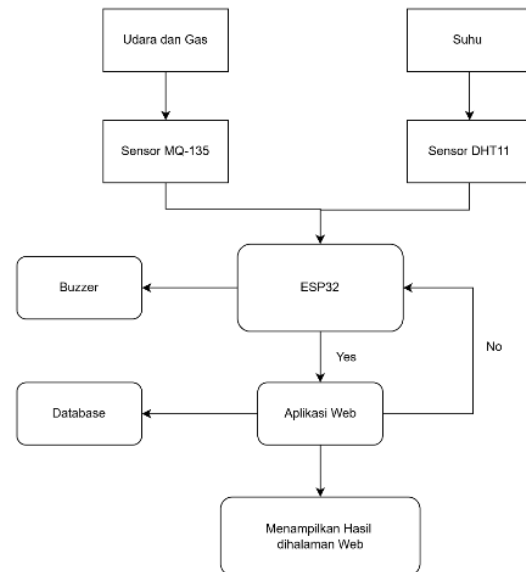
Di SMKN 4 Tangerang, metode observasi dan wawancara digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu guru dan siswa memahami tingkat polusi udara di ruangan bengkel mesin bubut. Tujuan lain dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang kualitas udara di wilayah tersebut.



Gambar 8. Tahapan Perancangan

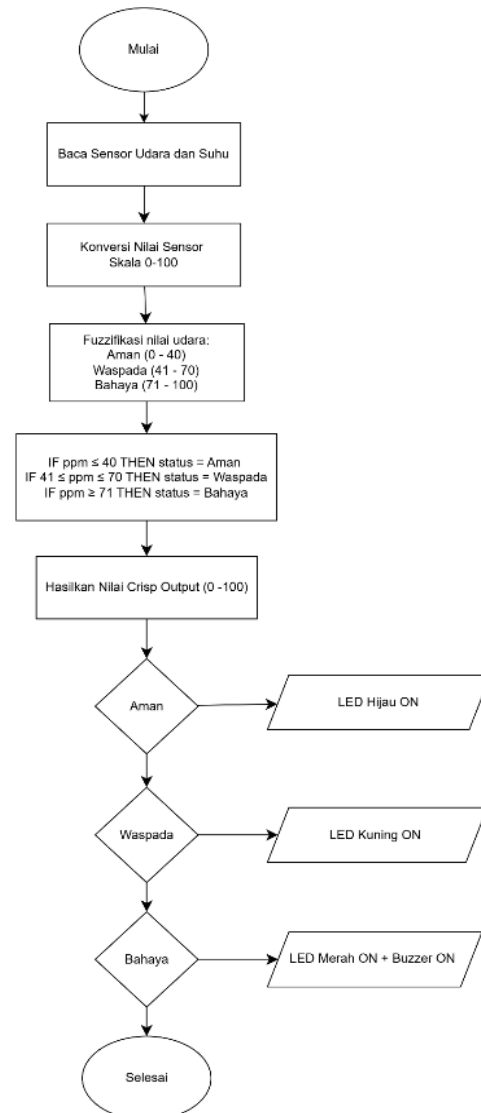
3.3. Rangkaian Alat

Sistem pemantauan kualitas udara dimulai dengan mendeteksi gas dan suhu lingkungan. Sensor kualitas udara MQ-135 dan sensor suhu DHT11 digunakan untuk melakukan ini. Mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem, menangani data dari kedua sensor tersebut. ESP32 akan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan jika hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas udara melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Selanjutnya, hasil pengukuran dikirim dan disimpan ke dalam database, dan kemudian ditampilkan melalui halaman web aplikasi web. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi kualitas udara secara real-time.



Gambar 9. Blok Diagram Alat

3.4. Metode Perhitungan

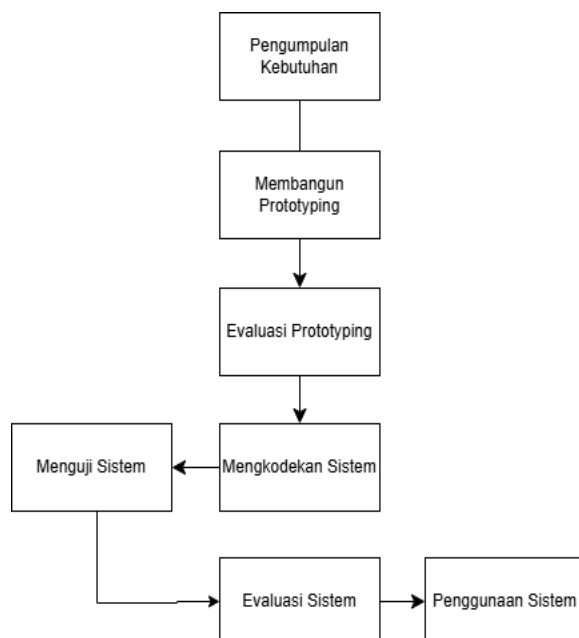


Gambar 10. Flowchart Fuzzy Logic

Alur sistem dimulai dengan pembacaan suhu dan kelembapan oleh sensor DHT11 serta kualitas udara oleh sensor MQ135 yang menghasilkan nilai ADC. Nilai dari MQ135 kemudian dikonversi ke skala 0–100 menggunakan fungsi *adcToPPM()* untuk proses fuzzyfikasi dan diklasifikasikan ke dalam tiga status, yaitu Aman (≤ 40), Waspada (41–70), dan Bahaya (> 70). Berdasarkan status tersebut, sistem menghasilkan nilai *crisp* untuk mengendalikan output, di mana LED hijau menyala pada kondisi Aman, LED kuning pada kondisi Waspada, serta LED merah dan buzzer aktif pada kondisi Bahaya. Seluruh data sensor dan status lingkungan selanjutnya dikirim ke server melalui koneksi WiFi untuk ditampilkan pada halaman web monitoring, dan proses ini diulang secara berkala setiap 2 detik.

3.5. Model Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* sebagai pendekatan pengembangan sistem. Proses diawali dengan pengumpulan kebutuhan untuk mengidentifikasi spesifikasi dan kebutuhan pengguna, kemudian dilanjutkan dengan pembangunan prototipe awal yang menggambarkan fungsi utama sistem. Prototipe tersebut dievaluasi untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan, selanjutnya dilakukan pengkodean sistem secara menyeluruh. Sistem yang telah dikembangkan kemudian diuji dan dievaluasi untuk menilai kinerja serta keandalannya. Tahap akhir adalah penggunaan sistem, di mana sistem yang telah memenuhi kriteria kelayakan diimplementasikan dan digunakan sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 11. Tahapan Metode Prototype

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Desain Implementasi Alat

- ESP32* berperan sebagai otak sistem, *ESP32* bertanggung jawab untuk mengendalikan semua komponen, memproses data sensor dan menyampaikan data ketinggian air melalui WiFi atau metode komunikasi lainnya.
- Sensor *Mq135* berfungsi untuk mendeteksi udara, dan *DHT11* Mendeteksi kualitas suhu, ketika ada perubahan kualitas udara yang buruk mendekati sensor, maka hasil yang dideteksi oleh sensor akan memberikan sinyal ke *ESP32* untuk memperoleh data kualitas udara dan suhu.
- Buzzer digunakan untuk memberi notifikasi atau peringatan jika mendekati batas bahaya
- Lampu LED memiliki peran untuk memberi tahu apakah udara dan suhu mencapai batas bahaya atau batas aman
- Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen dengan mikrokontroler, seperti *ESP32* dan sensor ultrasonik ke *Breadboard* atau komponen lainnya. Kabel jumper memungkinkan sambungan yang mudah dan dapat dilepas-pasang.
- Breadboard* digunakan sebagai papan sirkuit yang digunakan untuk menyusun sementara sirkuit elektronik tanpa perlu *soldering*. Di *Breadboard*, komponen-komponen dapat diatur dan dihubungkan secara sementara sehingga memudahkan proses *prototyping*.

4.2. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Sistem pendeteksi kualitas udara dan suhu memiliki beberapa fitur berikut:

- ESP32*
- Sensor *MQ 135*
- Sensor *DHT 11*
- Buzzer
- Lampu LED
- Kabel Jumper
- Breadboard*

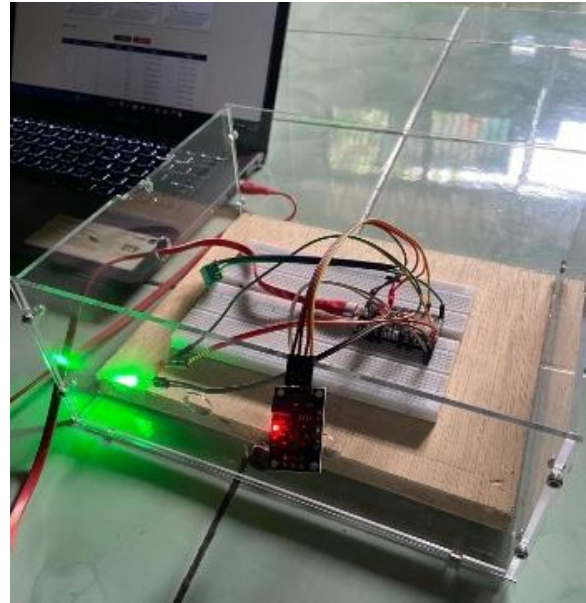
4.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

- Arduino IDE
- Visual Studio Code
- Draw Io
- Xampp

4.4. Hasil Perancangan Alat

Hasil perancangan alat pendeteksi kualitas udara dan suhu menunjukkan bahwa sistem telah berhasil direalisasikan secara fungsional sesuai dengan rancangan awal.

Hardware sistem terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data, sensor MQ135 untuk mendeteksi kualitas udara berdasarkan kadar gas, serta sensor DHT11 untuk mengukur suhu lingkungan. Seluruh komponen dihubungkan menggunakan breadboard dan kabel jumper sebagai media perakitan rangkaian. Berdasarkan hasil pengujian awal, sensor MQ135 dan DHT11 mampu membaca kondisi lingkungan secara responsif dan mengirimkan data ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut. Sistem dilengkapi dengan lampu LED sebagai indikator visual dan buzzer sebagai peringatan audio yang akan aktif ketika kualitas udara terdeteksi berada pada kondisi tidak aman. Integrasi seluruh komponen perangkat keras ini membuktikan bahwa alat mampu bekerja secara terkoordinasi dalam memantau kualitas udara dan suhu secara real-time, sehingga berpotensi digunakan sebagai solusi pemantauan lingkungan pada skala terbatas.



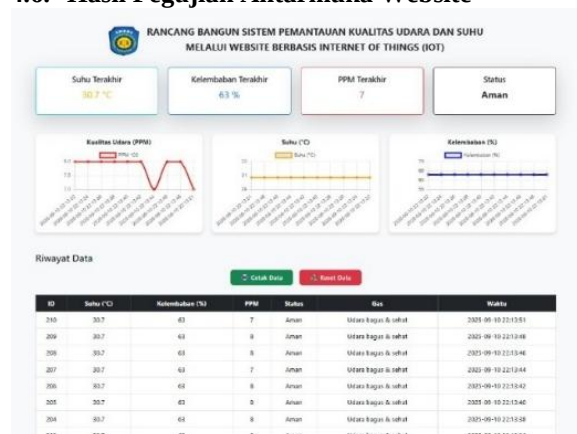
Gambar 12. Hasil Perancangan Alat

4.5. Hasil Pengujian Sensor

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

Uji	Kondisi Lingkungan	Suhu	PPM (0-100)	Kelembaban	ADCMQ135	Status	Hasil
1	Ruangan Tanpa Aktivitas	24	12	65	220	Aman	Sukses
2	Aktivitas Pembubuhan	30	28	70	1450	Waspada	Sukses
3	Proses Pengelasan	32	78	78	3200	Bahaya	Sukses
4	Asap Pengelasan	33	85	78	3600	Bahaya	Sukses
5	Gas Butana	32	31	75	3200	Bahaya	Sukses
6	Sore hari dan garasi dibuka	29	32	68	850	Aman	Sukses
7	Koneksi WiFi Terputus	30	50	70	1500	Waspada	Gagal

4.6. Hasil Pegujian Antarmuka Website



Gambar 10. Hasil Pengujian Antarmuka Website

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pendeteksi kualitas udara dan suhu yang dirancang mampu berfungsi dengan baik dalam mendeteksi perubahan kondisi lingkungan bengkel mesin. Nilai PPM yang dihasilkan sensor MQ135 menunjukkan perbedaan yang jelas antara kondisi udara bersih, aktivitas pembubutan, dan proses pengelasan, serta berhasil diklasifikasikan ke dalam status aman, waspada, dan bahaya sesuai dengan ambang batas yang ditetapkan. Sistem juga mampu memberikan respons yang tepat melalui indikator visual dan audio serta menampilkan

data secara real-time pada halaman web monitoring. Kegagalan hanya terjadi saat koneksi WiFi terputus, sehingga secara keseluruhan sistem dinilai andal dan layak digunakan sebagai alat pemantauan dan peringatan dini kualitas udara di lingkungan bengkel mesin.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan kualitas udara dan suhu berbasis IoT ini telah berfungsi secara optimal dan akurat. Integrasi sensor MQ-135 dan DHT-11 melalui mikrokontroler NodeMCU ESP32 berhasil melakukan akuisisi data parameter lingkungan secara stabil, dengan visualisasi data pada *dashboard* website yang menampilkan status kualitas udara dalam kategori "Aman" pada level 7-8 PPM, suhu 30,7°C, serta kelembaban 63%. Sistem secara efektif mampu melakukan transmisi data real-time dan pencatatan riwayat (*data logging*) secara sistematis, yang dibuktikan dengan sinkronisasi antara pembacaan perangkat keras dan tampilan pada antarmuka web. Dengan demikian, implementasi teknologi ini memberikan solusi efisien bagi pihak SMKN 4 Tangerang dalam melakukan pengawasan kondisi udara di area bengkel mesin guna meningkatkan standar keselamatan dan kenyamanan lingkungan belajar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan landasan teori dan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang mampu berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini berhasil menampilkan data kualitas udara, suhu, dan kelembapan secara akurat serta memberikan peringatan dini ketika kondisi udara terdeteksi berada pada kategori berbahaya. Fitur notifikasi otomatis menjadi keunggulan utama sistem, di mana indikator LED merah dan buzzer aktif saat sensor MQ135 mendeteksi kualitas udara yang buruk, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan pencegahan. Selain itu, integrasi sistem dengan aplikasi web memungkinkan data hasil pemantauan ditampilkan secara real-time, mudah diakses, dan ramah pengguna, sehingga mendukung pemantauan kondisi udara dari jarak jauh tanpa harus berada langsung di lokasi pengukuran.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar perangkat dilengkapi dengan kotak pelindung (*housing*) yang tahan terhadap pengaruh lingkungan seperti panas, hujan, dan debu guna meningkatkan keandalan dan umur pakai sistem. Selain itu, sistem yang saat ini masih berskala terbatas perlu dikembangkan agar mampu mencakup area yang lebih luas, seperti lingkungan perumahan, institusi pendidikan, atau ruang publik, sehingga manfaatnya dapat dirasakan oleh lebih banyak pengguna. Kalibrasi serta pemeliharaan sensor MQ135 dan DHT11 secara berkala juga perlu dilakukan untuk menjaga akurasi pembacaan data kualitas udara, suhu, dan kelembapan, sehingga informasi yang dihasilkan tetap valid dan dapat diandalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. D. M. Yulianto, A. D. N. Utomo, dan A. Wijayanto, "Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Polusi Karbon Monoksida (Co) di Udara Berbasis Internet Of Things (Iot)," *OPEN ACCESS*, vol. 1, no. 4, 2022.
- [2] M. Sadali, Y. K. Putra, L. Kertawijaya, dan I. Gunawan, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara Dijalan Raya Dengan Platform IOT," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, hlm. 11–21, Jan 2022, doi: 10.29408/jit.v5i1.4384.
- [3] S. Sadi, S. Mulyati, dan P. B. Setiawan, "Internet of Things Pada Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Web Server," *Formosa J. Multidiscip. Res.*, vol. 1, no. 4, hlm. 1085–1094, Agu 2022, doi: 10.55927/fjmr.v1i4.679.
- [4] B. Bahri, M. Raharjo, dan S. Suhartono, "DAMPAK POLUSI UDARA DALAM RUANGAN PADA KEJADIAN KASUS PNEUMONIA: SEBUAH REVIEW," *LINK*, vol. 17, no. 2, hlm. 99–104, Nov 2021, doi: 10.31983/link.v17i2.6833.
- [5] Andrean Noor Abdul Muhid, Oky Rahmanto, Agustian Noor, dan Fathurrahmani, "SISTEM EARLY WARNING DETEKSI KUALITAS UDARA BERBASIS IOT," *J. Inform. Dan Rekayasa Elektron.*, vol. 7, no. 2, hlm. 402–412, Nov 2024, doi: 10.36595/jire.v7i2.1277.
- [6] M. Muzakirin dan A. H. Mirza, "Implementasi Monitoring Dan Notifikasi Kualitas Udara Menggunakan Arduino Berbasis IoT," *J. Comput. Inf. Syst. Ampera*, vol. 3, no. 2, hlm. 99–110, Mei 2022, doi: 10.51519/journalcisa.v3i2.176.
- [7] R. Ramadhan dan J. C. Chandra, "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU," 2022.
- [8] J. Laoh, C. Mamahit, dan J. Ticoth, "Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT di Oil Mill Area P.T. Cargill Indonesia – Amurang," vol. 5, no. 1, 2025.
- [9] D. S. E. Estu, Meta Yantidewi, M. Biyadhie Adikuasa, Bim Maulana Rusdi, dan Muhimmatul Khoiro, "Alat Monitoring Ketinggian Air Laut Berbasis IOT dengan Nodemcu ESP32 DAN HC-SR04: IOT-Based Sea Water Level Monitoring Tool with Nodemcu ESP32 and HC-SR04," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 7, hlm. 586–597, Jul 2023, doi: 10.56338/jks.v6i7.3782.
- [10] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, dan G. Dewantoro, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 1, hlm. 131–144, Apr 2022, doi: 10.31358/techne.v21i1.312.
- [11] N. Latif, "Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Sensor Suhu," *J. Ilm. ILMU Komput.*, vol. 7, no. 1, hlm. 16–20, Apr 2021, doi: 10.35329/jiik.v7i1.180.
- [12] K. A. Prasetya, Y. Sumaryana, dan A. Sudiarjo, "SISTEM MONITORING TEMPERATUR PADA INKUBATOR PENETAS TELUR BEBEK MENGGUNAKAN MODUL NODEMCU 8266 YANG TERINTEGRASI DENGAN APLIKASI BLYNK," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, Apr 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4146.
- [13] R. T. Ananda dan D. Sujana, "SISTEM TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS IoT MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK," vol. 8, no. 2, 2021.
- [14] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, dan Erma Sova, "PEMANFAATAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS ANDROID (BLYNK) SEBAGAI ALAT ALAT MEMATIKAN DAN MENGHIDUPKAN LAMPU," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, hlm. 40–53, Sep 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.
- [15] S. Purba, M. Hariri, R. J. Banjarnahor, dan S. N. Siregar, "LED Control System Using Arduino Wemos D1 R1 Based on Web Server Communication Via Internet of Things (IoT),"

- Formosa J. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 6, hlm. 1397–1408, Jun 2023, doi: 10.55927/fjst.v2i6.4436.
- [16] G. N. E. Putra dan L. Nulhakim, “Otomatisasi Perangkap Tikus Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino Uno,” no. 2, 2023.
- [17] Anggy Giri Prawiyogi dan Aang Solahudin Anwar, “Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review,” *J. MENTARI Manaj. Pendidik. Dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, hlm. 187–197, Jan 2023, doi: 10.34306/mentari.v1i2.254.
- [18] A. Ardiyanto, A. Ariman, dan E. Supriyadi, “ALAT PENGUKUR SUHU BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH DAN ALARM PENDETEKSI SUHU TUBUH DIATAS NORMAL,” *SINUSOIDA*, vol. 23, no. 1, hlm. 11–21, Agu 2021, doi: 10.37277/s.v23i1.1016.