

Multisensor System Pada Monitoring Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things Pada Ruang Kelas

Muhammad Iqbal¹, Jaka Prayuda², Ahmad Calam³

^{1,2} Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

³ Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹ iqbal09051996@gmail.com, ² jakaprayudha3@gmail.com, ³ calamahmad72@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: iqbal09051996@gmail.com

Abstrak

Lingkungan yang sehat sangat berpengaruh terhadap kesehatan fisik makhluk hidup, dan kualitas udara yang baik menjadi salah satu faktor utama. Udara dalam ruangan dapat tercemar oleh zat berbahaya seperti karbon monoksida, debu, dan mikroorganisme. Jika kadarnya melebihi batas normal, kontaminasi ini dapat menyebabkan masalah kesehatan serius, termasuk *Sick Building Syndrome* (SBS), yang terjadi akibat polutan dalam ruangan melalui mekanisme imunologi, infeksi, toksin, dan iritasi. Penggunaan AC yang tidak terawat dengan baik juga dapat menurunkan kualitas udara serta kelembaban, meningkatkan risiko gangguan kesehatan seperti iritasi kulit dan mata. Polusi partikulat PM10, terutama yang berada di kategori berbahaya dengan indeks di atas 300, memberikan dampak signifikan terhadap kesehatan. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara dalam ruangan secara teratur sangat diperlukan untuk mencegah polusi dari debu, gas, dan mikroorganisme. Penelitian ini menghasilkan alat *monitoring* udara dalam ruangan yang terintegrasi secara *real-time* menggunakan sensor DHT11 dan *optic SHARP GP2Y1010AU0F* sebagai *input*. Penyajian informasi dilakukan secara terstruktur agar mudah dipahami berbagai pihak, dengan penyediaan data yang dapat diunduh dalam format CSV dan Excel. Implementasi sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pemrosesan data, sementara web dan *buzzer* berfungsi sebagai *output*, memudahkan pengelola dalam memantau kualitas udara di dalam ruangan.

Kata kunci: Monitoring, IoT, NodeMCU ESP8266, Website, Kualitas Udara

Absract

A healthy environment greatly influences the physical health of living beings, with good air quality being one of the main factors. Indoor air can be contaminated by harmful substances such as carbon monoxide, dust, and microorganisms. If their levels exceed normal limits, these contaminants can cause serious health issues, including *Sick Building Syndrome* (SBS), which arises from indoor pollutants through mechanisms like immunology, infection, toxins, and irritation. Poorly maintained air conditioning can also reduce air quality and humidity, increasing the risk of health problems like skin and eye irritation. Particulate pollution (PM10), especially in the hazardous category with an index above 300, significantly impacts health. Therefore, regular indoor air quality monitoring is essential to prevent pollution from dust, gases, and microorganisms. This research developed an indoor air monitoring device integrated in real-time using DHT11 sensors and the SHARP GP2Y1010AU0F optical sensor as input. The information is presented in a structured manner for easy comprehension by various parties, with data available for download in CSV and Excel formats. The system is implemented using the NodeMCU ESP8266 as the data processing center, while the web and buzzer serve as output, making it easier for managers to monitor indoor air quality.

Keyword: Monitoring, IoT, NodeMCU ESP8266, Website, air quality

1. PENDAHULUAN

Lingkungan yang sehat sangat mempengaruhi kesehatan fisik makhluk hidup. Faktor penting untuk lingkungan yang sehat adalah kualitas udara yang memenuhi standar kesehatan. Udara mengandung oksigen vital. Tapi selain oksigen, ada zat lain di udara, seperti karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehida, jamur, virus, bakteri, debu, dll. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa zat berbahaya dari bangunan, bahan konstruksi, peralatan, proses pembakaran atau pemanasan dapat menyebabkan gangguan kesehatan [1]. *Sick Building Syndrome* (SBS) diakui sebagai masalah kesehatan karena kualitas udara dalam ruangan dan ventilasi gedung perkantoran yang buruk di lingkungan kerja. SBS adalah kumpulan gejala non-spesifik seperti iritasi mata, hidung dan tenggorokan, kelelahan mental, sakit kepala, mual, pusing, dan iritasi kulit yang tampaknya terkait dengan tugas pekerjaan tertentu. Polutan dalam ruangan yang menyebabkan SBS pada bangunan terjadi melalui 4 (empat) mekanisme utama yaitu imunologi, infeksi, toksin dan iritasi [2].

Air Conditioner merupakan pendingin ruangan yang dapat mengatur suhu udara ruangan dan memberikan efek nyaman pada tubuh, namun kualitas udara ruangan yang menggunakan AC merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi kondisi kesehatan. Udara yang dikeluarkan oleh AC hanya mengandung sedikit air, sehingga kelembapan ruangan ber-AC lebih rendah dari bias any. Sedangkan baku mutu kelembapan udara sekitar 40-60% [3].

Kualitas udara dinilai dari konsentrasi parameter pencemar udara yang terukur lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai Baku Mutu Udara Ambien. Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemaran udara yang terdapat dalam udara ambien. Baku mutu udara ambien nasional Indonesia ditetapkan sebagai batas maksimum mutu udara ambien untuk mencegah terjadinya pencemaran udara dan berlaku di wilayah Indonesia. Parameter udara yang termasuk dalam penentuan baku mutu online 74 udara ambien yaitu karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), oksidan dalam bentuk ozon (O₃), dan partikulat berukuran 10 µm (PM10) [4]. Permasalahan umum

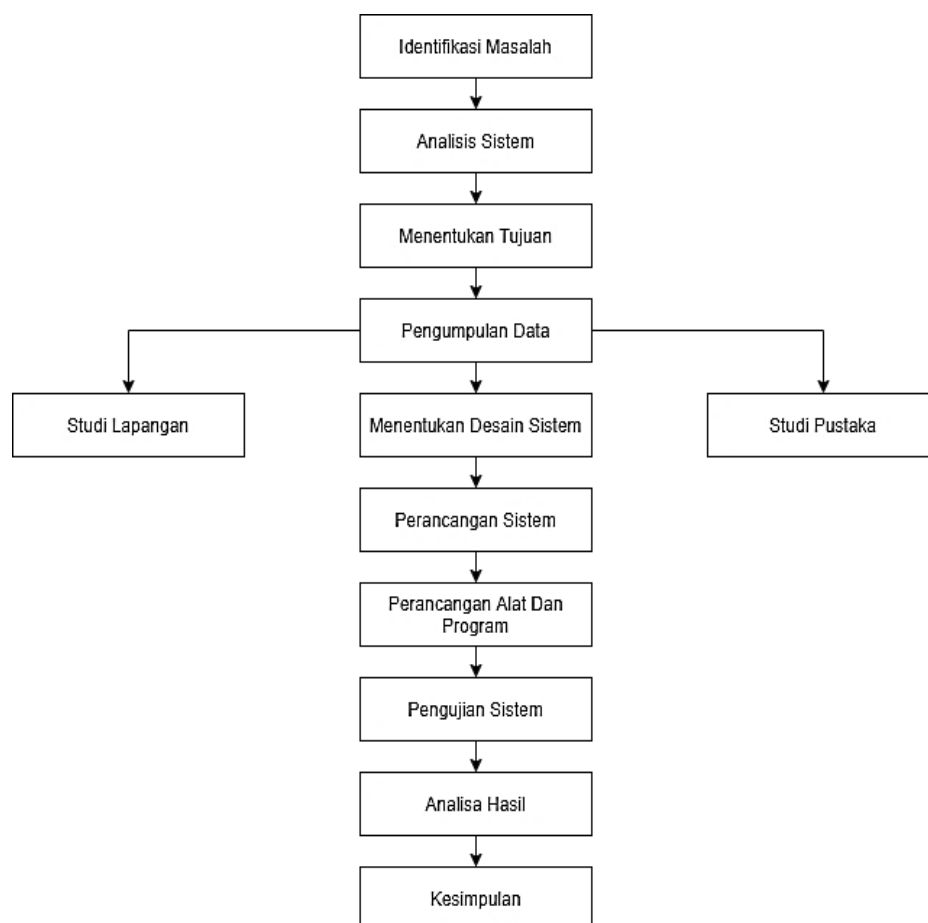
yang terjadi didalam ruangan tertutup adalah kualitas udara tidak dipantau secara teratur. Jika kualitas udara di dalam ruangan tidak terpantau dengan baik, dapat menimbulkan polusi udara dari benda mati seperti debu, gas, asap, uap dan sebagian berasal dari mikroorganisme seperti: virus, jamur, dan bakteri bacillus sp.

Pada jurnal ini penulis membuat alat monitoring kualitas udara yang terdiri dari kelembaban dan debu dalam ruangan berbasis IoT, alat ini terdiri dari sensor DHT11 dan sensor debu SHARP GP2Y1010AUOF. Hasil nya merupakan sinyal tegangan analog yang kemudian dikelola oleh Node MCU EPS8266 sesuai dengan program yang dibuat dan hasilnya ditampilkan pada halaman *website* secara *realtime* dan data disimpan dalam database *MySQL* sehingga pekerjaan *quality control* akan lebih cepat dan akurat dan data bisa disimpan dalam *database* dan *monitoring* bisa dilakukan kapanpun dan dimanapun tanpa harus ke ruangan kelas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian atau kerangka kerja dari penelitian yang telah dilakukan sesuai pada gambar 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja

Berdasarkan kerangka kerja yang ada diatas, maka dapat diuraikan pembahasan tentang masing-masing bagian dari kerangka kerja yaitu sebagai berikut :

a. Mengidentifikasi Masalah

Permasalahan dalam penulisan makalah penelitian ini adalah merancang web server untuk memantau di ruang kelas BKB Adzkie, baik perangkat keras maupun perangkat lunak.

b. Analisis Sistem

Setelah mengidentifikasi masalah, langkah selanjutnya adalah menganalisis sistem yang ada pada pemantauan ruangan kelas berbasis IoT yang direncanakan.

c. Menentukan Tujuan

Tujuan yang dapat dicapai adalah perancangan sistem web server untuk pemantauan ruang kelas berbasis *Internet of Things* serta penerapan teknik yang tepat guna mengatur akurasi kualitas udara di dalam kelas.

- d. Pengumpulan Data
Pengumpulan data berisi informasi dari pengamatan langsung dari ruang kelas BKB Adzkia.
- e. Studi Pustaka
Literatur yang digunakan adalah pengumpulan informasi melalui artikel dan jurnal penelitian yang dapat digunakan sebagai referensi terkait penelitian untuk pengembangan web server, NodeMCU ESP8266, sensor DHT11 dan sensor SHARP GP2Y1010AU0F.
- f. Menentukan Desain Sistem
Sistem dikembangkan menggunakan beberapa aplikasi seperti Arduino IDE dan Google SketchUp. Selain itu, ini juga mencakup aplikasi fritzing yang digunakan untuk merancang dan menguji program dengan perangkat yang sesuai untuk perangkat keras sistem yang dirancang.
- g. Pengujian Sistem
Saat pengujian sistem, Arduino IDE digunakan sebagai program yang dimuat ke dalam NodeMCU ESP8266 dan kemudian dikompilasi. Setelah alat dikonfigurasi dan dihubungkan dengan sensor DHT11 dan SHARP GP2Y1010AU0F untuk menginput data tingkat kualitas udara, maka hasil pengukuran kualitas air akan ditampilkan pada website.
- h. Analisis Hasil
Analisis hasil dilakukan untuk melengkapi hasil pengujian jika sistem tidak berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Menentukan keakuratan kualitas udara adalah tujuan saat menganalisis hasil yang ditentukan.
- i. Kesimpulan
Pada tahap ini ditarik kesimpulan dari semua informasi yang diperoleh sebagai hasil penelitian. Inferensi atau verifikasi adalah upaya untuk menemukan atau memahami makna/pengertian, keteraturan, pola, penjelasan dan saran.

2.2 Kualitas Udara

Kualitas udara dalam ruangan menunjukkan baik atau buruknya udara di ruang dan bangunan dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan berubah karena aspek fisik, kimia dan biologi udara dalam ruangan akibat polutan yang dikandungnya. Definisi kualitas udara dalam ruangan yang baik atau buruk berbeda-beda tergantung tempat atau lembaga yang mendefinisikannya. Menurut *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), udara dalam ruangan yang baik adalah udara yang tidak mengganggu atau membahayakan penghuni akibat polutan udara dan kondisi termal di lingkungan [5].

2.3 IoT (Internet Of Things)

IoT merupakan objek yang dilengkapi dengan berbagai sensor yang terhubung ke Internet melalui jaringan dan dukungan teknologi seperti sensor tertanam dan pembaruan, identifikasi frekuensi radio (RFID), jaringan sensor nirkabel, layanan *real-time* dan *online*. IoT sebenarnya adalah *Cyber-Physical System* atau jaringan fisik [6]. Ketika sejumlah besar benda/objek dan sensor/aktuator terhubung ke Internet, benda dan sensor yang terhubung secara otomatis menghasilkan aliran data yang sangat besar dan terkadang *real-time*. Mengumpulkan data mentah yang tepat secara efisien adalah salah satu karakteristik IOT tetapi yang lebih penting adalah menganalisis data mentah dan mengolahnya menjadi informasi yang lebih berharga [7].

2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang dirancang untuk ESP8266. ESP8266 bekerja dalam koneksi jaringan Wi-Fi antara mikrokontroler itu sendiri dan jaringan Wi-Fi. NodeMCU didasarkan pada bahasa pemrograman Lua, tetapi juga dapat menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman. NodeMCU ESP8266 dipilih karena mudah diprogram, memiliki pin I/O yang banyak dan dapat menggunakan internet untuk mengirim atau menerima data melalui WiFi [8].

2.5 Sensor DHT 11

DHT 11 dapat mengukur nilai suhu dan kelembaban, dibantu oleh meteran termistor koefisien suhu negatif (NTC) yang dapat digunakan pada suhu dari -55 °C hingga 200 °C. Kemampuan DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban juga disertai dengan biaya produksi yang rendah, tetapi dengan kecepatan respons yang cepat untuk mikrokontroler 8-bit. Konfigurasi pin pada Gambar 1 dari kiri ke kanan adalah VCC 3.5 hingga 5.5 DC, DATA *Serial Single Bus*, NC atau *Not Connected* dan Ground. Permukaan DATA menggunakan komunikasi *single-bus* untuk distribusi dan transmisi data [9].

2.6 Sensor GP2Y1010AU0F Optical Dust

GP2Y1010AU0F (*Optical Dust Sensor*) merupakan sensor debu dengan sistem penginderaan optik. Diode pemancar inframerah (IRED) dan *fototransistor* diatur secara diagonal ke dalam perangkat ini. Ini mendeteksi cahaya debu yang dipantulkan di udara. Terutama, efektif untuk mendeteksi partikel yang sangat halus seperti asap rokok. Selain itu dapat membedakan asap dari debu rumah dengan pola pulsa tegangan *output*) [10]. [10] [1]

2.7 MySQL

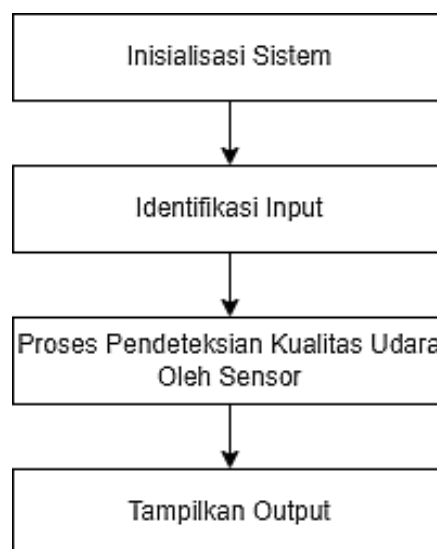
SQL (*Structured Query Language*) merupakan bahasa scripting untuk bekerja dengan *database*. SQL yang digunakan dalam perangkat lunak *database* sama di beberapa tempat, dengan sedikit perbedaan MySQL menggunakan bahasa SQL untuk mengakses *database*. Lisensi Mysql adalah pengecualian untuk lisensi FOSS dan juga memiliki versi komersial. MySQL tersedia di berbagai platform termasuk Windows dan Linux [11].

2.8 Buzzer

Untuk memonitor suara *buzzer* pada saat mikrokontroler mengeluarkan suatu perintah maka diperlukan komponen *buzzer* yaitu komponen elektronik karena dapat menghasilkan getaran suara yang berasal dari sinyal listrik [12].

2.9 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah logika sistem, metode, dan urutan langkah-langkah untuk memecahkan masalah. Algoritma juga dapat diartikan sebagai urutan langkah-langkah yang sistematis dan logis. :



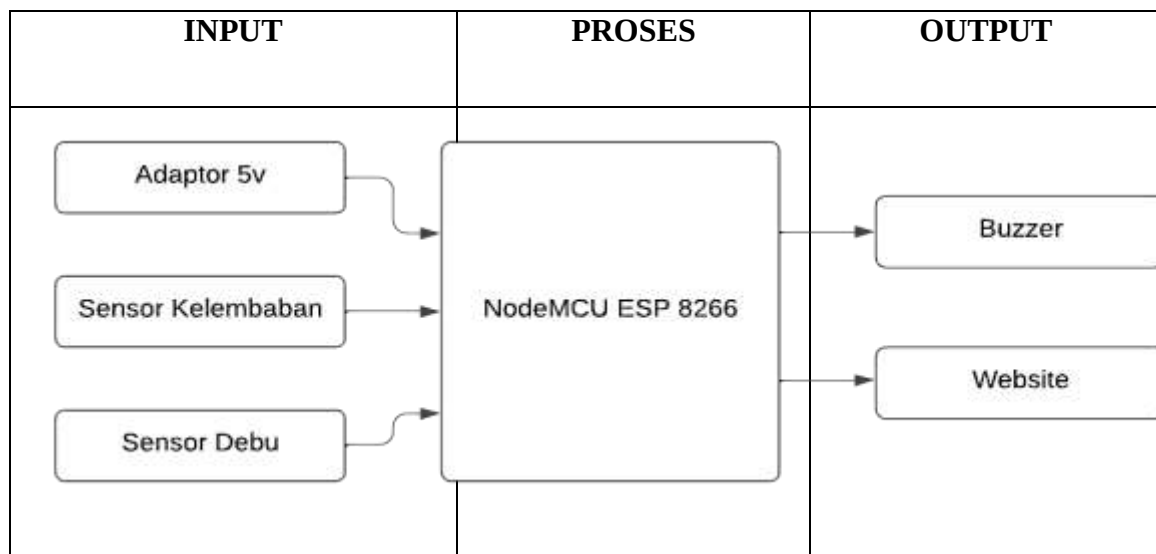
Gambar 2. Algoritma Sistem

Berikut adalah penjelasan dari algoritma sistem diatas yaitu :

- Inisialisasi Sistem**
Inisialisasi sistem merupakan langkah awal untuk menghubungkan *power supply* untuk sumber daya komponen-komponen utama.
- Identifikasi Input**
Sistem yang sudah aktif perlu dimasukkan untuk menentukan pengaturan. Masukan tersebut berasal dari sensor DHT 11 dan SHARP GP2Y1010AUOF yang menentukan kualitas udara pada ruangan kelas bkb adzkia.
- Proses Pendeteksian Kualitas Udara Oleh Sensor**
Proses dimana sistem kontrol yang dikonfigurasi mendeteksi kelembaban dan debu data *input* setelah sistem dimulai. Data *input* sensor DHT 11 dan SHARP GP2Y1010AUOF secara otomatis dikirim ke sistem kontrol NodeMCU ESP8266 untuk diproses berdasarkan teknik yang diterapkan.
- Tampilkan Output**
Setelah proses pengolahan data maka hasil akan tampil di website secara realtime. Jika nilai input lebih kecil sama dengan batas minimum dan lebih besar sama dengan batas maksimum maka website akan tampil peringatan dan *buzzer on*.

2.10 Blok Diagram Sistem

Pemodelan arsitektur sistem bertujuan untuk memetakan hubungan antar komponen utama (diagram blok) mulai dari *input*, komponen proses hingga komponen *output*. Diagram blok sistem adalah diagram yang menggambarkan jalur atau aliran komponen *input*, proses, dan *output* dari suatu desain sistem. *Input* yang digunakan memiliki 3 komponen yaitu sensor kelembaban, sensor debu, adaptor 5V dan *input* proses yaitu NodeMCU EPS8266, pada penelitian ini digunakan berupa *output* tampilan *website*. Dari penjelasan di atas dapat divisualisasikan seperti diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini:



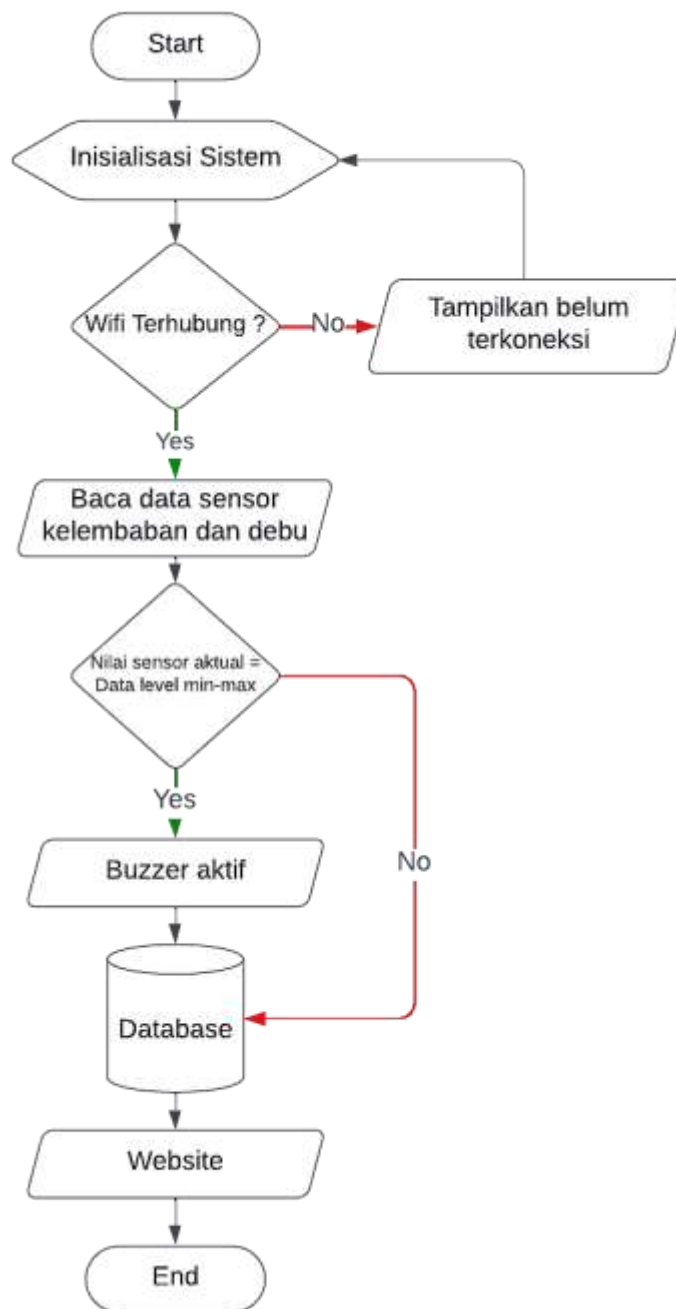
Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem memberikan gambaran proses atau aliran kerja dari *input* ke *output*. Rancangan ini memperoleh *input* dari sensor yaitu DHT 11 dan Sharp GP2Y1010AU0F. Sensor sharp dan sebagai *ouput* adalah *website*. Tegangan yang digunakan pada sistem adalah 5 volt.

2.11 Flowchart Sistem

Flowchart atau bagan alir bekerja berdasarkan program yang dibuat, dimana alur program dimulai dengan pengaturan parameter input-output dan komponen, yaitu inisialisasi dan nilai awal dimulai.

Flowchart sistem merupakan diagram yang menunjukkan alur kerja atau operasi dalam suatu sistem. Bagan alir sistem secara keseluruhan menggambarkan urutan langkah-langkah dalam sistem. Diagram alir sistem terdiri dari data yang mengalir melalui sistem dan proses. NodeMCU ESP8266 mengubah data tegangan sensor menjadi data digital dan kemudian mengkalibrasinya ke nilai sebenarnya dari masing-masing sensor. Bagan alir sistem secara struktural menggambarkan pengoperasian sistem teknologi untuk menghitung nilai kualitas udara pada ruangan kelas. Berikut ini adalah bagan alir sistem kerja yang diterapkan dalam penelitian ini.



Gambar 4. Flowchart Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kebutuhan Sistem

Sebelum melakukan implementasi dan pengujian sistem, sangatlah penting untuk mengidentifikasi dan memastikan ketersediaan berbagai komponen yang menjadi bagian dari kebutuhan sistem secara keseluruhan. Beberapa komponen yang menjadi bagian integral dari sistem ini mencakup berbagai jenis perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut ini adalah rincian dari kebutuhan sistem yang tercantum dalam penelitian ini:

a. Perangkat Keras:

Perangkat keras merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam fungsi sistem peringatan dan pemadam kebakaran. Berikut adalah beberapa perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini:

1. NodeMCU ESP8266
2. Sensor DHT 11

3. Sensor Debu SHARP GP2Y1010AU0F

4. Buzzer

5. Laptop

Perangkat Lunak:

Selain perangkat keras, perangkat lunak juga digunakan dalam pengujian sistem. Berikut adalah beberapa perangkat lunak yang akan digunakan:

1. Arduino IDE

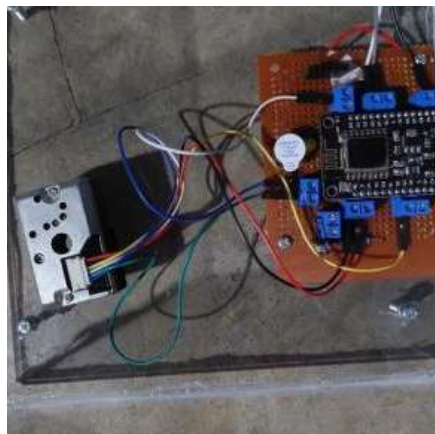
2. Xampp

3.2 Implementasi Sistem

Implementasi dan pemeliharaan sistem yang terdiri dari diagram blok, *flowchart*, algoritma, program dan simulasi rangkaian elektronik merupakan tujuan dari implementasi sistem. Sistem dapat beroperasi ketika *hardware* dan *software* yang dibutuhkan terpenuhi.

a. Rangkaian Sensor Debu SHARP GP2Y1010AU0F

Gambar 9 menunjukkan Sensor tersebut dihubungkan pada pin data A0 dan D2, serta pin positif dan ground pada NodeMCU ESP8266. Perlu dicatat bahwa jalur data ground dihubungkan dengan kapasitor dan jalur data ground juga terhubung melalui resistor.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Debu SHARP GP2Y1010AU0F

b. Rangkaian Sensor DHT 11

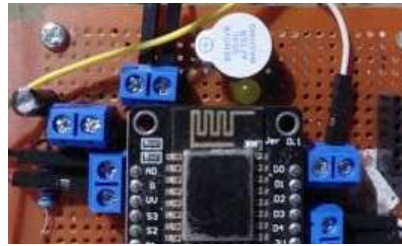
Dalam rangkaian ini, pin data pada sensor dihubungkan ke pin D4 pada NodeMCU ESP8266. Selain itu, pin ground pada sensor terhubung ke pin *ground* dan vcc 3,3v pada NodeMCU ESP8266. Untuk melihat gambar dengan lebih rinci dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 6. Rangkaian Sensor DHT 11

c. Rangkaian Buzzer

Pada gambar 11 terlihat bahwa rangkaian ini terdiri dari sebuah *buzzer* yang memiliki dua pin, yaitu pin positif dan negatif. Pin positif *buzzer* terhubung ke pin GPIO 4 pada perangkat elektronik, sedangkan pin negatif *buzzer* terhubung ke *ground* (gnd).



Gambar 7. Rangkaian Water Pump

d. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian ini disusun dengan memperhitungkan interaksi antara seluruh komponen, termasuk *input*, *output*, dan prosesnya. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa setiap komponen mampu melakukan fungsinya dengan baik dan berkolaborasi secara efisien seperti yang terlihat pada gambar 13.



Gambar 8. Rangkaian Keseluruhan

Setiap komponen memiliki fungsi khusus, dan kegagalan salah satu komponen dapat mengakibatkan sistem tidak berfungsi dengan baik.

3.3 Pengujian Sistem

Dari semua rangkaian per tiap komponen di atas jika digabungkan menjadi satu maka akan terlihat seperti gambar di bawah. Setiap komponen memiliki fungsi masing-masing, jika ada satu yang tidak berfungsi maka sistem gagal bekerja dengan baik.

a. Pengujian Kualitas Udara Debu Tidak Normal

Pada pengujian dilakukan dengan meletakkan benda ke sensor debu dapat di lihat pada gambar di bawah:



Gambar 9. Pengujian Alat dengan Nilai Kelembaban 60% dan Debu 83

b. Pengujian Pada Kualitas Udara Kelembaban Tidak Normal

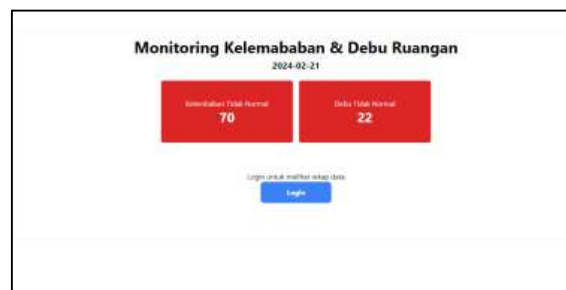
Pada pengujian dilakukan dengan meletakkan benda ke sensor kelembaban dapat di lihat pada gambar di bawah:



Gambar 10. Pengujian Alat dengan Nilai Kelembaban 64% dan Debu 6

c. Pengujian Monitoring Pada Website

Di halaman *monitoring* terdapat data kelembaban udara, debu, status kelembaban, dan hitungan status kualitas udara yang tidak normal yang telah disimpan pada hari ini. Halaman pemantauan ini bekerja secara *real-time* untuk memberikan nilai yang terkini.



Gambar 11. Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan

d. Pengujian Pada Tabel Rekap Data

Sitem ini juga memberikan rekapitulasi hasil status kualitas udara setiap harinya, seperti yang terlihat pada gambar berikut.

Filter

Print

Download

KELEMBABAN	DEBU	STATUS	TAHUN	WAKTU
48	12	Normal	09/08/2024	19:13:44
48	6	Normal	09/08/2024	19:13:45
48	4	Normal	09/08/2024	19:13:47
48	11	Normal	09/08/2024	19:13:50
68	18	Kelembaban Tidak Sehat	10/08/2024	01:32:50
67	13	Kelembaban Tidak Sehat	10/08/2024	01:32:53
66	19	Kelembaban Tidak Sehat	10/08/2024	01:32:57
65	18	Kelembaban Tidak Sehat	10/08/2024	01:33:00
64	83	Banyak Debu	10/08/2024	01:33:04
64	83	Banyak Debu	10/08/2024	01:33:08

2

—

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

Next

Gambar 12. Halaman Rekapitulasi Kualitas Udara Dalam Ruangan

e. Pengujian Pada Sensor Debu

Hasil pengujian sensor debu yang sudah ditentukan dapat dilihat pengujian sensor yang menunjukkan sensor berfungsi dengan baik. Berikut merupakan rumus dari kalibrasi sensor debu.

$$\text{Tegangan} = \text{Input} * (\text{Tegangan} / 1023.0)$$

$$\text{dustDensity} = (0.166 * \text{Tegangan})$$

$$\text{Debu} = \text{dustDensity} * 100$$

Tabel 1. Pengujian *Dust Sensor*

No.	Ukuran Ketebalan Debu	Satuan	Kondisi Ruangan
1.	< 20	μm	Bersih
2.	≥ 20	μm	Kotor

f. Pengujian Sensor DHT 11

Udara dengan tingkat kelembaban pengujian sensor DHT 11 menunjukkan sensor berfungsi dengan baik. Tabel pengujian dapat dilihat dari tabel di bawah ini:

Tabel 2. Pengujian Sensor DHT 11

No.	Kondisi Kelembaban	Sensor Kelembaban	Kondisi Ruangan
1.	Basah	$\geq 60\%$	Tidak Baik
2.	Normal	41% - 59%	Baik
3.	Kering	$\leq 40\%$	Tidak Baik

g. Pengujian Buzzer

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *buzzer* berfungsi dengan baik, berikut adalah tabel pengujian *buzzer*. Berikut adalah tabel pengujian *buzzer*:

Tabel 3. Pengujian Buzzer

No.	Debu	Kelembaban	Kondisi Buzzer
1.	35	30	Mati
2.	65	37	Menyala
3.	50	15	Menyala
4.	8	31	Mati

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dalam proses pengimplementasi teknik pwm ialah sebagai berikut : Sistem *monitoring* kualitas udara menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pemrosesan data. Sensor DHT 11 dan SHARP GP2Y1010AU0F *Optical Dust* digunakan sebagai *input* untuk mengukur kualitas udara, dan hasil *monitoring* ditampilkan melalui web dan *buzzer*. Kepala ruangan dapat memantau kualitas udara pada ruangan kelas secara *realtime* melalui *website*, tidak perlu memeriksa ruangan kelas secara manual setiap hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Jaka Prayudha S.Kom., M.Kom. dan Dr. Ahmad Calam, S.Ag., M.A. sebagai Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Novelan, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 4, no. 2, pp. 50–54, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i2.2306>
- [2] D. A. Aziziyani, "Hubungan Suhu, Kelembaban, dan Angka Kuman Dengan kejadian Sick Building Syndrome (SBS) di Kantor X jakarta Tahun 2019," Universitas Binawan Jakarta, p. 121, 2019.
- [3] A. W. Larasati and R. Himayani, "Hubungan Penggunaan Air Conditioner (AC) di Ruang Kelas terhadap Kejadian Sindrom Mata Kering pada Pelajar SMA Negeri Bandar Lampung," *J. Major.*, vol. 9, no. 1, pp. 35–39, 2020.
- [4] Greenstone, M., & Fan, Q. (. (2019). *Kualitas Udara Indonesia yang Memburuk dan Dampaknya terhadap Harapan Hidup*. Chicago: Energy Policy Institute at the University of Chicago (EPIC). Diambil kembali dari

<https://aqli.epic.uchicago.edu/wpcontent/uploads/2019/03/Indonesia.Indonesian.pdf>

- [5] H. Shidki, I. Chandra, E. Djunaedy, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Terbuka Di Universitas Telkom Indoor Air Quality Analysis of Open Offices in Telkom," vol. 7, no. 1, pp. 1121–1128, 2020.
- [6] A. Abdullah, C. Cholish, dan M. Zainul haq, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Pergerakan Kamera," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, hal. 86, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8497.
- [7] B. A. Silaban, K. Erwansyah, and P. S. Ramadhan, "Perancangan Sistem Pengukur Level Ketinggian Air Sungai Menggunakan Internet Of Things Berbasis NodeMcu8266," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 5, p. 179, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i5.5952.
- [8] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [9] Y. Utama, Y. Widiyanto, T. Sardjono, and H. Kusuma, "Perbandingan Kualitas antar Sensor Kelembaban Udara dengan menggunakan Arduino UNO," *Pros. SNST 2019*, pp. 60–65.
- [10] R. Sasmita Darwis and W. Kurniawan, "Rancang Bangun Smart Air Purifier," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 66–73, 2021, doi: 10.35143/elementer.v7i2.5170.
- [11] R. F. Ramadhan, R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi," *JTEIN : Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, Vol. 1, No. 2, 2020, pp.129-134.
- [12] F. Kurniawan and A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.976.