

Pemantauan Kondisi Cuaca Gunung Berapi dengan Pemanfaatan Multi Sensor

Irmalia Suryani Faradisa¹⁾, Muhammad Nur Cholis²⁾, Bima Romadhon Parada Dian Palevi³⁾

^{1),2),3)} Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Sigura-gura 2 Malang

Email : irmalia_suryani_faradisa@lecturer.itn.ac.id

Abstrak. Penelitian ini mendemonstrasikan signifikansi implementasi sistem peringatan dini bencana alam, terutama dalam konteks kerentanan geografis Indonesia terhadap bencana alam. Pentingnya pemantauan cuaca untuk gunung berapi sebagai elemen kritis dalam mitigasi risiko bencana ditekankan, memandu pengembangan sistem yang memungkinkan akses mudah terhadap informasi cuaca di gunung berapi. Metodologi penelitian melibatkan penerapan Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler, khususnya ESP32, untuk memfasilitasi pemantauan real-time melalui sensor-sensor seperti BMP280, DHT11, anemometer, wind vane, dan sensor gas. Hasil pengujian alat menunjukkan variabilitas yang signifikan dalam nilai parameter cuaca dan gas yang diukur. Data yang dihasilkan dapat diakses dan dianalisis melalui platform Google Sheets, memungkinkan pemantauan yang efisien. Meskipun terdapat keterbatasan, seperti pengukuran kecepatan angin dan curah hujan yang terbatas dalam kondisi tertentu, stabilitas suhu dan kelembaban selama periode observasi menunjukkan validitas hasil. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan sistem pemantauan cuaca yang dapat meningkatkan pemahaman kondisi lingkungan dan efektivitas mitigasi risiko bencana.

Katakunci: Cuaca, ESP32, Gas, Gunung, IoT, Sensor.

1. Pendahuluan

Bencana merupakan suatu kejadian yang tidak dapat dihindari oleh manusia, bersifat mendadak atau melalui proses yang lambat, dapat terjadi di berbagai lokasi dan kapan saja. Bencana, sebagaimana dijelaskan dalam Undang-Undang Penanggulangan Bencana No. 24 Tahun 2007, mencakup peristiwa atau serangkaian peristiwa yang dipicu oleh faktor alam maupun non-alam, termasuk faktor manusia, yang mengancam dan mengganggu kehidupan manusia. Bencana alam memiliki dampak serius, mencakup korban manusia, kerusakan lingkungan, kehilangan harta benda, dan dampak psikologis. Indonesia, sebagai negara yang rentan terhadap bencana alam, menghadapi berbagai jenis bencana, contohnya adalah perubahan kondisi cuaca yang tidak dapat diprediksi dan keberadaan gas beracun pada gunung berapi. Dalam konteks tersebut, pentingnya pengembangan sistem peringatan dini bencana alam menjadi sangat krusial. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi cepat terkait potensi bencana, sehingga masyarakat dan pihak terkait dapat mengambil tindakan preventif dengan tepat waktu. Implementasi sistem peringatan dini ini menjadi strategis dalam upaya mitigasi risiko bencana dan perlindungan terhadap kehidupan manusia serta aset-aset penting. [1]. Sistem peringatan dini merupakan suatu mekanisme yang dirancang untuk menyampaikan informasi awal kepada masyarakat sebelum terjadinya peristiwa yang berpotensi mengancam keselamatan jiwa dan harta benda. Sebagai contoh, sistem ini mencakup pemantauan kondisi cuaca dan gas beracun dengan tujuan utama meminimalkan dampak negatif dari potensi bencana [2]. Kebutuhan informasi mengenai kondisi cuaca saat ini telah menjadi aspek yang sangat esensial bagi masyarakat. Perubahan cuaca yang dapat berlangsung dengan cepat dan ekstrem sering kali membuat masyarakat kurang responsif terhadap dampaknya [3]. Observasi atas unsur-unsur cuaca menjadi dasar untuk memprediksi kondisi cuaca di masa yang akan datang. Data mengenai unsur-unsur cuaca tersebut memiliki kegunaan signifikan dalam konteks klimatologi suatu daerah, memungkinkan manusia untuk memanfaatkan kondisi cuaca sesuai dengan kebutuhan masing-masing pihak. Informasi cuaca juga dapat digunakan untuk mengurangi atau menghindari risiko yang mungkin timbul akibat kondisi cuaca yang tidak menguntungkan. Parameter cuaca yang umumnya dimonitor melibatkan suhu, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin, dan tekanan udara [4].

Dalam era informasi saat ini, akses mudah terhadap informasi telah menjadi kenyataan melalui luasnya jangkauan internet. Internet tidak hanya berfungsi sebagai medium berbagi informasi, tetapi

juga memungkinkan pengguna untuk memantau atau mengontrol objek tertentu melalui konsep Internet of Things (IoT). IoT sendiri bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang terus-menerus terhubung [5]. Implementasi IoT dapat digunakan untuk membangun sistem pemantauan cuaca yang memungkinkan pengawasan kondisi cuaca di area atau wilayah tertentu, mengingat perbedaan cuaca yang sering terjadi antar wilayah. Dalam rangka melakukan pemantauan kondisi cuaca secara real-time dan memperoleh data mengenai suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, dan konsentrasi gas, dapat dilakukan melalui pembangunan perangkat keras yang terhubung dengan sistem pemantauan kondisi cuaca.

1.2. Tinjauan Pustaka

A. Penelitian Terdahulu:

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan cuaca dan deteksi dini. Contohnya, Faza Ulya, Muhammad Kamal, dan Azhar [6] merancang sistem monitor cuaca dengan Thingspeak untuk memudahkan akses informasi cuaca melalui internet. Dian Kurniawan, Agung Nugroho [7] mengimplementasikan sistem pemantauan cuaca dengan mikrokontroler sebagai dukungan peringatan dini banjir. Ferdy Erwan, Abdul Muid, dan Irma Nirmala [8] mengukur parameter cuaca secara otomatis menggunakan Arduino dan mengintegrasikannya dengan website.

B. Pengertian Cuaca dan Faktor yang Mempengaruhi:

Cuaca adalah kondisi atmosfer suatu tempat pada waktu tertentu, melibatkan suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, dan presipitasi [9]. Faktor-faktor yang memengaruhi cuaca mencakup berbagai elemen, dengan variasi tergantung pada waktu dan lokasi.

C. Penggunaan Mikrokontroler pada Pemantauan Cuaca:

Mikrokontroler adalah komponen elektronika untuk memproses input dan menghasilkan output sesuai program. Penggunaan mikrokontroler seperti ESP32 dalam pemantauan cuaca memungkinkan pengambilan data secara real-time dan otomatis [10].

D. Sensor Elektronika yang Digunakan:

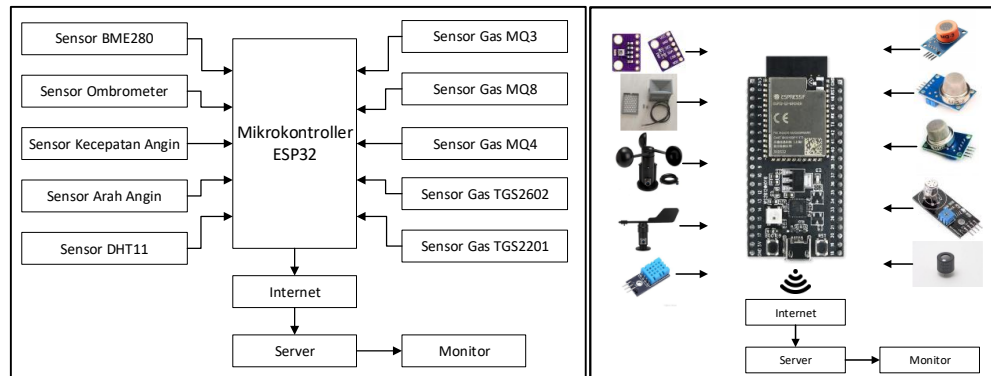
Beberapa sensor umum pada alat pemantauan cuaca melibatkan:

1. Sensor suhu dan kelembaban seperti thermistor atau DHT11.
2. Sensor tekanan udara, misalnya BMP280 atau BME280.
3. Sensor arus udara seperti anemometer atau weather vane.
4. Sensor hujan untuk mendeteksi kehadiran hujan.
5. Sensor gas mq3, mq4, mq8, tgs2602, dan tgs2201 untuk mengukur tingkat gas beracun pada gunung berapi.

Sensor ini dapat membantu mengukur parameter cuaca seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, arus udara, dan intensitas sinar matahari, sesuai dengan tujuan pemantauan cuaca.

1.3. Metodologi Penelitian

A. Perancangan Sistem



Gambar 1. Blok Diagram Sistem dan Gambaran Umum Perangkat

Berikut adalah perancangan sistem pemantauan kondisi cuaca menggunakan ESP32 dan beberapa sensor. Sistem ini memanfaatkan sensor-sensor berikut untuk mengukur dan memantau parameter cuaca. Sensor yang digunakan meliputi:

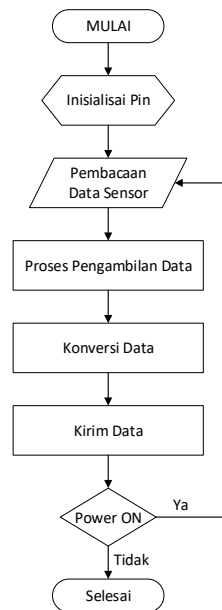
1. Sensor BMP280 untuk mengukur tekanan udara di sekitar lingkungan.
2. Sensor kecepatan angin untuk mendeteksi kecepatan angin yang mempengaruhi baling-baling.
3. Sensor Wine Vane untuk mengetahui arah mata angin.
4. Sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban di sekitar lingkungan.
5. Sensor curah hujan (Ombrometer) untuk mengukur debit curah hujan yang terjadi di sekitar alat pemantau cuaca.
6. Sensor gas MQ-3 untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO).
7. Sensor gas MQ-4 untuk mendeteksi gas metana (CH₄).
8. Sensor gas MQ-8 untuk mendeteksi keberadaan gas hidrogen (H₂).
9. Sensor gas TGS2602 untuk mendeteksi kadar gas hidrogen sulfida (H₂S).
10. Sensor gas TGS2201 untuk mendeteksi gas nitrogen dioksida (NO₂) dan metanol (CH₃OH).

Sedangkan ESP32 berperan sebagai platform yang mengintegrasikan sensor-sensor tersebut untuk mengukur, mengidentifikasi, dan menampilkan data parameter cuaca. Data dari sensor-sensor tersebut akan diolah dan dikonversi menjadi informasi yang dapat diakses melalui personal computer (PC)/laptop. Pengguna dapat melihat perubahan parameter cuaca secara real-time melalui tampilan yang tersedia di alamat website yang disediakan. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau kondisi cuaca, memperoleh informasi mengenai parameter cuaca, serta melihat perubahan cuaca dengan mudah dan cepat melalui personal computer (PC)/laptop. Gambar 1 merupakan blok diagram perancangan sistem monitoring kondisi cuaca.

B. Perancangan Software

Proses perancangan sistem pemantauan cuaca tidak hanya melibatkan perancangan perangkat keras (hardware) tetapi juga memerlukan perancangan perangkat lunak (software) untuk merealisasikan ide-ide yang telah dihasilkan berdasarkan teori dan pengetahuan yang telah dipelajari. Gambar 2 menggambarkan tahapan proses atau logika kerja yang dimulai dari inisialisasi pin komponen-komponen yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Pada tahap awal, sensor gas, sensor suhu, kelembaban, tekanan udara, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, dan sensor curah hujan diinisialisasi untuk menghubungkan pin-pinnya ke mikrokontroler. Selanjutnya, setiap sensor melakukan pembacaan masing-masing, menghasilkan parameter cuaca yang relevan. Sensor gas menghasilkan parameter gas, sedangkan sensor suhu, kelembaban, dan tekanan udara menghasilkan parameter suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Data hasil pembacaan dari setiap sensor kemudian diteruskan untuk diolah oleh mikrokontroler. Proses ini berulang terus-menerus selama sumber daya

listrik masih dalam keadaan aktif (on). Jika sumber daya listrik dimatikan (off), proses pembacaan data sensor akan dihentikan. Setelah diolah oleh mikrokontroler, data-parameter cuaca yang telah dikonversi akan dikirimkan ke web server. Sensor kecepatan angin dan arah angin menghasilkan parameter kecepatan angin dan arah angin, masing-masing, yang juga dikonversi dan dikirimkan ke web server. Begitu pula dengan sensor curah hujan yang menghasilkan parameter curah hujan. Proses tersebut menunjukkan alur kerja yang terstruktur dan terorganisir dalam pemantauan kondisi cuaca secara real-time, memanfaatkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan ini mencakup inisialisasi, pembacaan sensor, pengolahan data, konversi parameter, dan pengiriman informasi ke web server.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Software

C. Desain Alat



Gambar 3. Desain Alat Pemantauan Cuaca Dan Kadar Gas Beracun

Sistem pemantauan kondisi cuaca dan gas direncanakan dengan menggunakan perangkat yang terstruktur, mencakup elemen input, pengolahan data, display, dan pengiriman data. Pada Gambar 3 menunjukkan system ini dilengkapi dengan sepuluh sensor yang ditempatkan pada keempat sisi tiang, termasuk sensor BME280, DHT 11, sensor MQ-3, MQ-4, MQ-8, TGS2201, TGS2602, sensor arah angin, sensor kecepatan angin, dan sensor curah hujan. Posisi tiang yang memiliki ketinggian sekitar $\pm 2,5$ meter dipilih untuk memastikan akurasi pengambilan data kondisi cuaca yang lebih rinci. Rumah sensor yang menyimpan sensor-sensor tersebut akan diposisikan pada keempat sisi tiang. Di bagian

tengah, disematkan solar panel sebagai sumber energi utama yang akan mengubah energi surya menjadi daya listrik. Bagian bawah tiang dilengkapi dengan box panel yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan mikrokontroler ESP32 dan baterai. Alat ini dirancang dengan konsep integrasi antara sensor, pengolahan data, dan penyimpanan daya listrik. Solar panel di tengah tiang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi surya, sementara box panel di bagian bawah berfungsi sebagai pusat kontrol mikrokontroler dan sumber daya baterai. Desain sistem ini mencerminkan perencanaan yang matang untuk memastikan efisiensi dan kehandalan dalam pemantauan kondisi cuaca dan gas. Dengan demikian, Gambar di bawah ini merupakan representasi visual dari desain sistem pemantauan kondisi cuaca dan gas yang telah dijelaskan.

2. Pembahasan

Setelah melalui serangkaian proses kalibrasi, termasuk kalibrasi pada sensor arah angin, kecepatan angin, curah hujan, DHT11, dan sensor gas MQ3, MQ8, MQ4, TGS2602, TGS2201, dilakukan pengujian terhadap sistem pemantauan kondisi cuaca. Eksperimen ini dilaksanakan pada interval waktu antara pukul 12.39 hingga 12.42 WIB pada hari Minggu, 25 Juni 2023, dengan lokasi uji coba berada di Jl. Raya Ngijo Karangploso, Kec. Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Sejalan dengan jumlah data yang cukup besar yang berhasil terkumpul, informasi ini dikelompokkan menjadi tiga bagian untuk memberikan kejelasan terhadap hasil yang diperoleh. Tabel 1 menyajikan data yang dihasilkan oleh sensor gas MQ3, MQ8, MQ4, TGS2602, dan TGS2201. Sementara itu, Tabel 2 menggambarkan data pengujian pada Wind Vane dan Anemometer. Tabel 3 menampilkan data yang diperoleh dari sensor DHT11, BMP280, dan Ombrometer.

Tabel 1. Tegangan Output Sensor Gas (Volt)

Time	MQ3	MQ8	MQ4	TGS 2602	TGS2201	
					Gasolin	Diesel
12:39:27	1,59	0,85	1,25	0,32	0,45	0,06
12:39:35	1,58	0,85	1,30	0,14	0,75	0,09
12:39:44	1,56	0,84	1,18	0,09	0,84	0,12
12:39:53	1,54	0,66	1,10	0,06	0,86	0,13
12:40:01	1,52	0,56	1,03	0,05	0,85	0,14
12:40:10	1,50	0,50	0,99	0,05	0,83	0,13
12:40:18	1,48	0,47	0,96	0,05	0,82	0,13
12:40:27	1,47	0,45	0,95	0,05	0,81	0,13
12:40:36	1,47	0,44	0,95	0,05	0,83	0,14
12:40:44	1,44	0,42	0,91	0,05	0,81	0,14
12:40:53	1,44	0,44	0,93	0,08	0,84	0,14
12:41:01	1,46	0,44	0,95	0,09	0,87	0,16
12:41:10	1,44	0,42	0,91	0,09	0,86	0,16
12:41:18	1,42	0,40	0,88	0,08	0,83	0,15
12:41:27	1,40	0,38	0,86	0,08	0,82	0,15
12:41:35	1,38	0,37	0,85	0,08	0,81	0,15
12:41:44	1,37	0,37	0,84	0,09	0,81	0,15
12:41:52	1,35	0,36	0,83	0,09	0,79	0,15
12:42:01	1,34	0,37	0,83	0,12	0,78	0,14
12:42:10	1,34	0,36	0,83	0,12	0,78	0,14
12:42:18	1,32	0,35	0,83	0,11	0,77	0,14
Rata-Rata	1,48	0,49	0,96	0,09	0,80	0,14

Tabel 2. Data Sensor BMP280, Wind Vane, Wind Speed

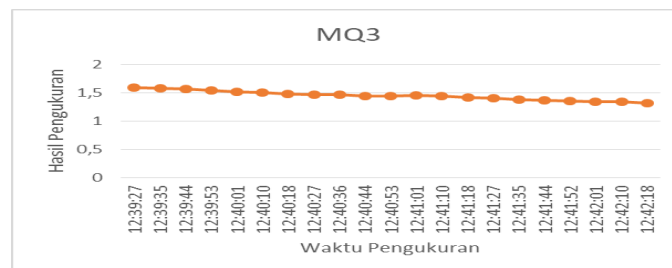
Pressure (k.Pa)	Approx Altitude (mdpl)	Arah Angin	Wind Speed (m.s ⁻¹)
95173,77	525,20	utara	0,00
95177,41	524,88	utara	0,00
95179,73	524,68	utara	0,00
95180,18	524,64	utara	0,00
95181,14	524,56	utara	0,00

Tabel 3. Data Sensor DHT11 Dan Curah Hujan

DHT11		Curah Hujan (mm)
Suhu (Celcius)	Kelembaban (%RH)	
32,50	57,00	0,0

B. Analisa Hasil Pengukuran Sensor Gas MQ3

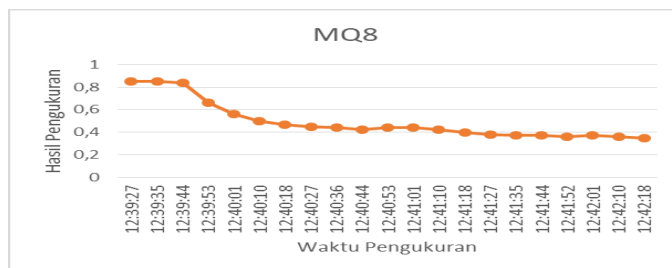
Tabel 1 menunjukkan variasi nilai sensor MQ3 seiring waktu. Pada awal pengamatan (12:39:27), nilai sensor adalah 1,59, kemudian turun menjadi 1,58 pada 12:39:35, terus menurun hingga mencapai 1,32 pada 12:42:18. Terdapat fluktuasi selama pengamatan, contohnya pada 12:40:36 mencapai puncak 1,47, kemudian turun menjadi 1,44 pada 12:40:44. Pada beberapa titik, seperti 12:41:01 dan 12:42:10, nilai sensor sedikit meningkat sebelum kembali menurun. Data ini dapat memberikan informasi penting untuk menganalisis perubahan kualitas atau kondisi yang diamati oleh sensor MQ3 seiring waktu, memberikan wawasan tentang tren atau fluktuasi. Grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Sensor Gas MQ3

C. Analisa Hasil Pengukuran Sensor Gas MQ8

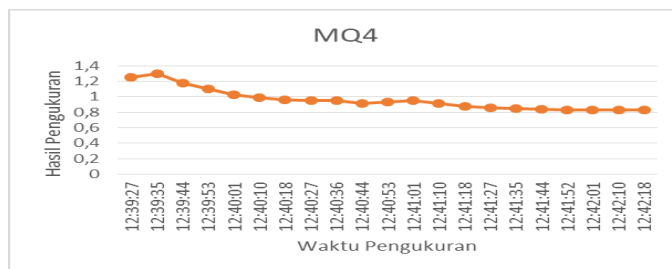
Tabel 1 mencatat variasi nilai sensor MQ8 seiring waktu. Pada awal pengamatan (12:39:27), nilai sensor adalah 0,85, tetap konsisten selama beberapa detik sebelum sedikit turun menjadi 0,84 pada 12:39:44. Perubahan lebih signifikan terjadi setelah itu, dengan nilai turun menjadi 0,66 pada 12:39:53 dan terus menurun hingga mencapai titik terendah pada 0,47 pada 12:40:18. Setelah mencapai titik terendah, nilai sensor cenderung berfluktuasi dengan amplitudo lebih rendah, tetap dalam rentang 0,4 hingga 0,5 selama sisa periode pengamatan. Data ini memberikan pemahaman tentang perubahan nilai sensor MQ8 sepanjang waktu, dengan fluktuasi dan tren yang dapat memberikan wawasan tentang perubahan kualitas atau kondisi yang diamati oleh sensor MQ8. Grafiknya terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Sensor Gas MQ8

D. Analisa Hasil Pengukuran Sensor Gas MQ4

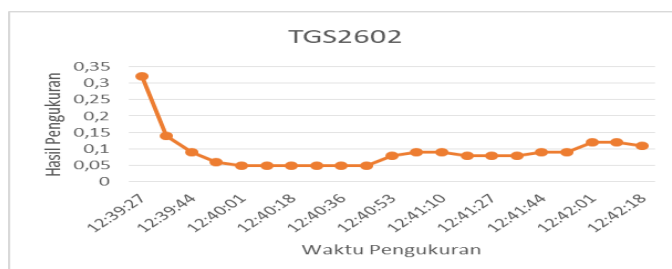
Tabel 1 mencatat variasi nilai sensor MQ4 sepanjang waktu. Pada pukul 12:39:27, nilai sensor MQ4 adalah 1,25, meningkat menjadi 1,3 pada 12:39:35. Namun, nilai kemudian turun tajam menjadi 1,1 pada 12:39:53 dan terus menurun selama beberapa menit, mencapai titik terendah pada 1,03 pada 12:40:01. Setelah mencapai titik terendah, nilai sensor MQ4 cenderung berfluktuasi dengan amplitudo lebih rendah. Secara keseluruhan, nilai sensor tetap dalam rentang 0,83 hingga 1,3 selama periode pengamatan. Meskipun ada beberapa fluktuasi, tidak ada tren jelas yang dapat diidentifikasi dalam perubahan nilai sensor MQ4 sepanjang waktu. Nilai sensor MQ4 cenderung berada dalam rentang yang relatif stabil setelah fluktuasi awal. Data ini memberikan pemahaman tentang variasi nilai sensor MQ4 seiring waktu. Grafik dari sensor gas MQ4 dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik Sensor Gas MQ4

E. Analisa Hasil Pengukuran TGS2602

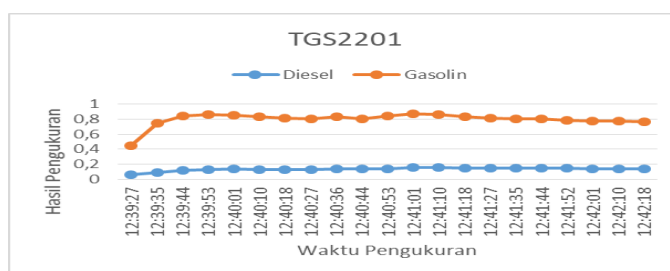
Tabel 1 menunjukkan perbedaan nilai sensor TGS2201 antara Gasolin dan Diesel seiring waktu. Pada setiap catatan waktu, nilai sensor TGS2201 untuk Gasolin selalu lebih tinggi daripada Diesel. Pada awal pengamatan (12:39:27), nilai Gasolin adalah 0,45, sedangkan Diesel hanya 0,06. Selama periode pengamatan, nilai Gasolin cenderung lebih tinggi (0,79-0,87), sementara Diesel berkisar antara 0,13-0,16. Ini menunjukkan respons berbeda sensor TGS2201 terhadap bensin dan solar, dengan nilai Gasolin lebih tinggi, menunjukkan konsentrasi lebih tinggi dari komponen terdeteksi oleh sensor terkait dengan bensin. Sebaliknya, nilai Diesel cenderung lebih rendah, menunjukkan konsentrasi lebih rendah dari komponen terdeteksi oleh sensor terkait dengan solar/diesel. Data ini memberikan informasi tentang respons sensor TGS2201 terhadap gasolin dan diesel seiring waktu. Grafik sensor gas TGS2602 Gasolin dan Diesel dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Grafik Sensor TGS2602

F. Analisa Hasil Pengukuran TGS2201

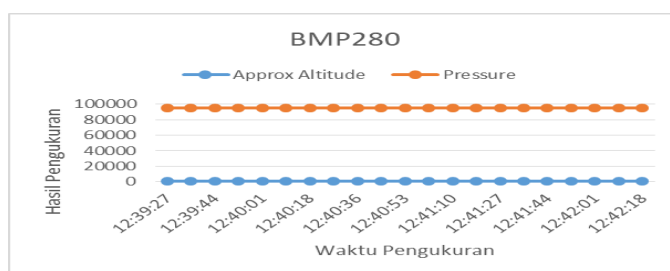
Tabel 1 menunjukkan perbedaan nilai sensor TGS2201 antara Gasolin dan Diesel seiring waktu. Pada setiap catatan waktu, nilai sensor TGS2201 untuk Gasolin selalu lebih tinggi daripada Diesel. Awal pengamatan (12:39:27), nilai Gasolin 0,45, Diesel 0,06. Selama pengamatan, nilai Gasolin cenderung lebih tinggi (0,79-0,87), Diesel berkisar 0,13-0,16. Ini menunjukkan respons berbeda sensor TGS2201 terhadap bensin dan solar, dengan nilai Gasolin lebih tinggi, menunjukkan konsentrasi lebih tinggi dari komponen terdeteksi oleh sensor. Sebaliknya, nilai Diesel lebih rendah, menunjukkan konsentrasi lebih rendah dari komponen terdeteksi oleh sensor. Data ini memberikan informasi tentang perbedaan respons sensor TGS2201 terhadap gasolin dan diesel seiring waktu. Grafik sensor gas TGS2201 Gasolin dan Diesel dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Grafik Sensor TGS2201

G. Analisa Hasil Pengukuran Sensor BMP280

Pukul 12:39:27, tekanan tercatat 95173,77 dengan perkiraan ketinggian sekitar 525,20. Pada 12:39:35, tekanan sedikit naik menjadi 95177,41, dengan perkiraan ketinggian 524,88. Pada 12:39:44, terjadi penurunan ke 95179,73 dengan perkiraan ketinggian 524,68, menunjukkan perubahan atmosfer. Pada 12:39:53, tekanan mencapai 95180,18 dengan perkiraan ketinggian 524,64, menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Data selanjutnya menunjukkan variasi tekanan dan perkiraan ketinggian, mencerminkan dinamika dalam keadaan atmosfer seiring waktu. Data ini memungkinkan pemantauan perubahan tekanan udara dan perkiraan ketinggian pada interval tertentu, memberikan wawasan penting tentang kondisi atmosfer di lokasi tersebut. Grafik dari sensor BMP280 terdapat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Grafik Sensor BMP280

H. Analisa Hasil Pengukuran Wine Vane

Tabel 2 menunjukkan konsistensi arah angin dari selatan ke utara selama periode pengamatan dari pukul 12:39:27 hingga 12:42:18. Pola ini mencerminkan dominasi aliran udara dari selatan ke utara, memberikan informasi tentang pola aliran udara dan kondisi cuaca di lokasi tersebut selama periode pengamatan.

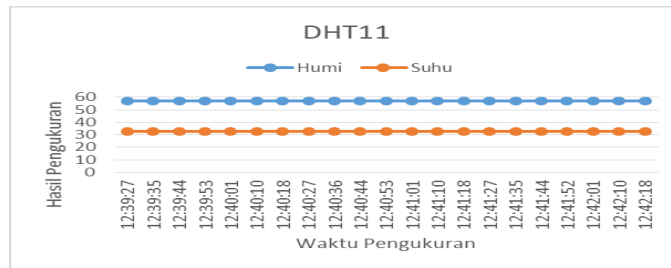
I. Analisa Hasil Pengukuran Wind Speed

Tabel 2 menunjukkan bahwa selama periode pengamatan dari pukul 12:39:27 hingga 12:42:18, kecepatan angin selalu menunjukkan nilai nol. Ini disebabkan oleh pengukuran dilakukan di dalam ruangan, sehingga tidak ada angin yang terdeteksi atau kecepatan angin sangat rendah sehingga tidak

dapat diukur. Data ini menunjukkan bahwa selama periode tersebut, tidak ada pergerakan angin yang signifikan atau angin memiliki kecepatan yang sangat rendah di lokasi pengukuran.

J. Analisa Hasil Pengukuran Sensor DHT11

Tabel 3 menunjukkan suhu dan kelembaban pada interval waktu tertentu (12:39:27 hingga 12:42:18). Selama periode tersebut, suhu konstan pada 32,4-32,5 derajat Celsius dan kelembaban tetap pada 57%. Data menunjukkan stabilitas suhu dan kelembaban selama pengamatan, dengan suhu tidak mengalami fluktuasi yang signifikan. Kelembaban juga tetap pada nilai 57%, menunjukkan tingkat kelembaban yang relatif konstan selama periode tersebut. Informasi ini mengindikasikan kondisi cuaca yang stabil. Grafik dari sensor DHT11 terdapat pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Grafik Sensor DHT11

K. Analisa Hasil Pengukuran Sensor Curah Hujan

Tabel 2 menunjukkan bahwa selama periode pengamatan dari pukul 12:39:27 hingga 12:42:18, kecepatan hujan selalu menunjukkan nilai nol. Hal ini disebabkan oleh kondisi cerah pada waktu pengukuran, sehingga tidak ada hujan yang terdeteksi. Data ini menegaskan bahwa selama periode tersebut tidak terjadi hujan pada saat pengukuran dilakukan.

L. Tampilan Data Melalui Google Sheets

Dalam hal ini data sensor ditampilkan kedalam google sheet dengan menghubungkan ESP32 ke jaringan internet yang tersedia dan URL yang sudah dibuat dalam google sheets. Berikut tampilan data google sheets melalui PC/laptop ditunjukkan pada Gambar 11.

Date	Time	MQ3	MQ8	MQ4	TGS2602	TGS2201_Gasolin	TGS2201_Diesel	Pressure	Approx_Altitude	Arus_Angin	Vm_H_Speed	Temperature	Humidity	Curah_Hujan
2023-06-25	12:39:27	1,58	0,85	1,25	0,52	0,45	0,66	95173,77	525,29	0,00	32,50	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:39:35	1,58	0,85	1,30	0,14	0,75	0,09	95177,41	524,80	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:39:44	1,56	0,84	1,10	0,09	0,84	0,12	95179,73	524,65	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:39:53	1,54	0,86	1,10	0,06	0,85	0,13	95180,15	524,64	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:01	1,52	0,86	1,03	0,05	0,85	0,14	95181,14	524,56	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:10	1,50	0,89	0,99	0,05	0,83	0,13	95181,31	524,54	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:18	1,48	0,87	0,96	0,05	0,82	0,13	95180,12	524,54	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:27	1,47	0,45	0,95	0,05	0,81	0,13	95179,13	524,73	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:36	1,47	0,44	0,95	0,05	0,83	0,14	95178,30	524,80	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:44	1,44	0,42	0,91	0,05	0,81	0,14	95179,19	524,73	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:40:53	1,44	0,44	0,93	0,08	0,84	0,14	95176,87	524,93	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:01	1,46	0,44	0,95	0,09	0,87	0,16	95176,97	524,82	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:10	1,44	0,42	0,91	0,09	0,86	0,16	95176,36	524,97	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:18	1,42	0,40	0,88	0,08	0,83	0,15	95176,63	524,95	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:27	1,40	0,38	0,86	0,08	0,82	0,15	95177,38	524,88	0,00	32,50	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:35	1,36	0,36	0,83	0,09	0,79	0,15	95176,23	524,81	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:44	1,37	0,37	0,84	0,09	0,81	0,15	95176,78	524,76	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:41:52	1,35	0,36	0,80	0,09	0,79	0,15	95177,87	524,77	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:01	1,34	0,37	0,83	0,12	0,78	0,14	95177,81	524,85	0,00	32,50	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:10	1,34	0,36	0,83	0,12	0,78	0,14	95177,78	524,85	0,00	32,40	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:18	1,32	0,35	0,83	0,11	0,77	0,14	95177,96	524,81	0,00	32,50	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:27	1,32	0,34	0,82	0,10	0,76	0,14	95177,23	524,90	0,00	32,80	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:35	1,30	0,32	0,81	0,10	0,75	0,14	95177,23	524,90	0,00	32,50	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:43	1,29	0,31	0,80	0,09	0,74	0,14	95176,96	524,93	0,00	32,60	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:42:52	1,28	0,31	0,80	0,09	0,74	0,14	95176,82	524,93	0,00	32,60	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:43:00	1,27	0,30	0,79	0,09	0,73	0,14	95176,85	524,93	0,00	32,60	57,00	0,0	0,0
2023-06-25	12:43:08	1,27	0,30	0,79	0,10	0,73	0,14	95177,16	524,90	0,00	32,60	56,00	0,0	0,0

Gambar 11. Tampilan Data Melalui Google Sheets

3. Kesimpulan

Penelitian ini melibatkan uji coba alat pemantauan kondisi cuaca dengan berbagai sensor gas, sensor cuaca, dan sensor lainnya. Eksperimen dilakukan pada 25 Juni 2023 di Jl. Raya Ngijo Karangploso, Kec. Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Data dikategorikan menjadi sensor gas, sensor cuaca (Wind Vane, Anemometer, BMP280), sensor DHT11, dan data curah hujan. Hasil uji coba sensor gas, seperti MQ3, MQ8, MQ4, TGS 2602, dan TGS2201, menunjukkan variasi nilai seiring waktu. Contohnya, sensor MQ3 menunjukkan fluktuasi nilai dengan puncak pada pukul 12:40:36,

memberikan wawasan perubahan kualitas udara. Pengukuran sensor cuaca menunjukkan dominasi arah angin ke utara dan kecepatan angin nol, mungkin disebabkan pengukuran dalam ruangan. Arah angin yang konsisten memberikan informasi tentang pola aliran udara di lokasi tersebut. Data sensor BMP280 menunjukkan fluktuasi tekanan udara, mencerminkan dinamika atmosfer pada interval waktu tertentu. Sensor DHT11 menunjukkan kestabilan suhu dan kelembaban selama periode pengamatan, menunjukkan kondisi cuaca yang relatif stabil. Namun, hasil pengukuran curah hujan menunjukkan nilai nol, menandakan tidak adanya hujan selama pengamatan. Data dari sensor gas TGS2602 dan TGS2201 menunjukkan perbedaan respons terhadap Gasolin dan Diesel, menunjukkan potensi dalam mendeteksi konsentrasi berbagai jenis gas. Seluruh data diintegrasikan dan ditampilkan secara real-time melalui Google Sheets, memungkinkan pemantauan efisien dan aksesibilitas data. Meskipun beberapa kendala teridentifikasi, seperti kecepatan angin yang tidak terdeteksi, hasil uji coba ini memberikan dasar bagi pengembangan sistem pemantauan cuaca untuk meningkatkan pemahaman kondisi lingkungan dan mitigasi risiko bencana di masa depan.

Daftar Pustaka

- [1] Weya, S., Hasanuddin, Z. B., & Arda, A. L. (2019). Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis Wireless Sensor Network Di Kecamatan Sentani Jayapura. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(2), 113–122. <https://doi.org/10.35585/inspir.v9i2.2513>
- [2] Angelo Vincensio Simon, M., Setiawan, W., & Putra Sastra, N. (2020). Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Bahaya Aktivitas Gunung Berapi Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Spektrum*, 7(3), 42–54.
- [3] Rahajoeningoem, T., & Saputra, I. H. (2017). Sistem Monitoring Cuaca dan Deteksi Banjir pada Android Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding SAINTIKS FTIK UNIKOM*, 33–40.
- [4] Saputra Hasibuan, E., Amril Siregar, M., Prayitno, H., Aprilia, D., Octaviana, S., Ananda Putra, R., & Penerbangan Medan, P. (2020). Prototype Monitoring Sistem Informasi Meteorologi Penerbangan Berbasis Mikrokontroler sebagai Media Pembelajaran di Poltekbang Medan. *Jurnal Teknovasi*, 07, 21–32.
- [5] Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- [6] Ulya, F., & Kamal, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Dengan Tampilan Thingspeak. *Jurnal Tektro*, 1(1), 23–28.
- [7] Kurniawan, D., Nugroho Jati, A., & Mulyana, A. (2016). Design and Implementation of Weather System Monitor Using Microcontroller Support As a Flood Early Warning System. *e-Proceeding of Engineering*, 3(1), 757–763. http://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/fall09/group03/A_N_hemmanur.pdf
- [8] Erwan, F., Muid, A., & Nirmala, I. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan Arduino Dan Terintegrasi Dengan Website. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 06(03), 255–264.
- [9] Erwan, F., Muid, A., & Nirmala, I. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan Arduino Dan Terintegrasi Dengan Website. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 06(03), 255–264.
- [10] Eka, P., & Susi, H. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Ruangan Bagian Pembukuan Berbasis WEB Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(1), 18–33.