

Perbandingan Metode Decision Tree dan Naive Bayes dalam menganalisis Sistem Pemantauan Cuaca

Tugas Akhir

Oleh:

**Arie Yan Frans W. S. R (4212111048)
Kasimirus Reso Pangestu P (4212111044)**

**Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Kami yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : “Perbandingan Metode Decision Tree dan Naive Bayes dalam menganalisis Sistem Pemantauan Cuaca adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.



Kasimirus Reso Pangestu P
NIM: 4212111044



Batam, 30 Juni 2025

Arie Yan Frans W.S.R
NIM: 4212111048

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)

Disusun oleh:
Arie Yan Frans (4212111048)
Kasimirus Reso Pangestu P (4212111044)

Tanggal Sidang: 16 Juli 2025

Disetujui oleh :



1. Ir. Daniel Sutopo Pamungkas S.T., M.T.,
Ph.D
NIK: 100006

A stylized, handwritten signature in black ink, belonging to Adlian Jefiza.

1. Adlian Jefiza, S.Pd., M.T.
NIK:119220

A stylized, handwritten signature in black ink, belonging to Dr. Abdurahman Dwijotomo.

2. Dr. Abdurahman Dwijotomo, S.ST., M.Sc
NIK: 122257

Perbandingan Metode Decision Tree dan Naive Bayes dalam menganalisis Sistem Pemantauan Cuaca

Abstrak

Cuaca merupakan faktor penting yang memengaruhi berbagai aktivitas manusia, termasuk pertanian, transportasi bahkan pendidikan. Ketidakpastian kondisi cuaca dapat menyebabkan gangguan pada kegiatan belajar-mengajar, seperti yang terjadi di Kota Makassar pada akhir tahun 2024 akibat cuaca ekstrem. Dalam menghadapi tantangan ini, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan cuaca berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk memonitor parameter cuaca, seperti suhu, kelembapan udara dan kecepatan angin, secara *real-time* serta melakukan prediksi terhadap kondisi cuaca yang akan datang. Sistem ini dirancang untuk mendukung aktivitas pembelajaran Mahasiswa Politeknik Negeri Batam dengan menyediakan informasi cuaca akurat di lokasi kampus yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Untuk mengoptimalkan akurasi prediksi cuaca, penelitian ini membandingkan kinerja dua metode populer dalam analisis data cuaca, yaitu *Decision Tree* dan *Naive Bayes*. Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi menggunakan metrik akurasi, *Mean Squared Error (MSE)*, dan *Root Mean Squared Error (RMSE)*, diperoleh bahwa metode *Decision Tree* memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan *Naive Bayes* dalam memantau kondisi cuaca secara *real time* dan memprediksi cuaca yang akan datang pada sistem pemantauan cuaca yang dibangun oleh penulis.

Kata kunci: *Decision Tree, Naive Bayes, Cuaca, pemantauan cuaca, prediksi cuaca*

Comparison of the Use of Decision Tree and Naive Bayes Methods in Weather Monitoring

Abstract

Weather is an important factor that affects various human activities, including agriculture, transportation, and even education. Uncertainty in weather conditions can disrupt teaching and learning activities, as was the case in Makassar City at the end of 2024 due to extreme weather. To address this challenge, this study developed an Internet of Things (IoT)-based weather monitoring system to monitor weather parameters such as temperature, humidity, and wind speed in real-time, as well as predict future weather conditions. This system is designed to support the learning activities of Batam State Polytechnic students by providing accurate weather information at the campus location that can be accessed anytime and anywhere. To optimize weather prediction accuracy, this study compares the performance of two popular methods in weather data analysis, namely Decision Tree and Naive Bayes. Based on testing and evaluation using accuracy metrics, Mean Squared Error (MSE), and Root Mean Squared Error (RMSE), it was found that the Decision Tree method performs better than Naive Bayes in real-time weather monitoring and predicting future weather conditions in the weather monitoring system developed by the authors.

Keywords: Decision Tree, Naive Bayes, weather, weather monitoring, weather prediction.

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan Perbandingan Metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes* dalam Menganalisis Sistem Pemantauan Cuaca.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) Program Studi Teknik Mekatronika di Politeknik Negeri Batam. Dalam rangka tersebut disusunlah Laporan Tugas Akhir ini sebagaimana mestinya agar dapat memenuhi kualifikasi persyaratan kelulusan yang telah diajukan.

Dalam kesempatan ini tanpa mengurangi rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah membantu saya dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini:

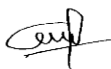
1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kepada ibu dan saudara-saudara dan orang-orang terdekat kedua Penulis, Tumpal Pakpahan, Erika Manurung, Luthfia Indra Rizka, Jawarman Singarimbun, Rami Br Ginting, Alya Pretia Vilda Singarimbun yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, semangat, motivasi, dan nasehat dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Adlian Jefiza, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, ilmu, serta arahan yang telah diberikan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam berbagai cara selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan, penyusunan maupun pembuatan Laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Demikian Laporan Tugas Akhir ini penulis susun sebaik-baiknya, semoga bisa membawa manfaat bagi semua pihak terkhusus bagi penulis.

Batam, 30 Juni 2025



Kasimirus Reso



Arie Yan Frans

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
<i>Abstrak</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iv</i>
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan	4
Bab 2. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Cuaca	5
2.2 Suhu.....	5
2.3 Kelembapan	6
2.4 Kecepatan Angin	7
2.5 Mikrokontroler ESP32	8
2.7 Anemometer.....	9
2.8 Modbus Arduino RS485.....	10
2.9 Korelasi Suhu, Kecepatan Angin, dan Kelembapan Udara	11
Bab 3. Metodologi Penelitian.....	16
3.1. Perancangan	16
3.2. Diagram Blok Sistem.....	18
3.3. Perancangan Elektrikal, Mekanikal, dan Interface	18

3.4. Rancangan Proses Decision Tree	20
3.5. Rancangan Proses Naive Bayes	25
3.6. Alat dan Bahan.....	31
3.7. Pengujian.....	31
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	32
4.1. Hasil Alat dan Interface	33
4.2. Pengujian Alat, Sensor, dan Interface	35
4.3. Proses Pengambilan Data	42
4.4. Klasifikasi Kelas Cuaca Menggunakan Metode Decision Tree Secara Real-time	44
4.5. Klasifikasi Kelas Cuaca Menggunakan Metode Naive Bayes secara Real-time	46
4.6. Perbandingan Klasifikasi Cuaca menggunakan Metode Decision Tree dan Metode Naive Bayes secara Real-time dan Prediksi nya	48
4.7. Evaluasi Model Perbandingan Metode Decision Tree dan Metode Naive Bayes dalam memprediksi cuaca.....	50
Bab.5 Kesimpulan dan Saran	60
Daftar Pustaka	62
Biodata	64
Lampiran	65

Daftar Gambar

Gambar 1. Kadar Kelembapan udara dan indikasinya.....	6
Gambar 2. Modul ESP32.....	8
Gambar 3. Sensor DHT22	9
Gambar 4. Sensor anemometer	10
Gambar 5. Scatter Plot Korelasi.....	12
Gambar 6. Diagram alir Perancangan.....	16
Gambar 7. Diagram alir Sistem Kerja.....	17
Gambar 8. Diagram Blok Sistem	18
Gambar 9. Perancangan mekanikal.....	18
Gambar 10. Skematik Sistem Pemantauan Cuaca	19
Gambar 11. Desain Interface Antares Real Time.....	20
Gambar 12. Desain Interface Dashboard WEB Kampus	20
Gambar 13. Diagram Alir Rancangan Decision Tree	21
Gambar 14. Pohon keputusan.....	24
Gambar 15. Diagram alir Rancangan Naive Bayes.....	25
Gambar 16. Hasil Alat.....	33
Gambar 17. Interface Dashboard Monitoring Cuaca.....	33
Gambar 18. Dashboard Database Antares	34
Gambar 19. Github	34
Gambar 20. Pengujian Alat.....	35
Gambar 21. Prediksi BMKG Weather Station Batam / Hang Nadim.....	37
Gambar 22. Pengujian Sensor	38
Gambar 23. Pengujian Database Antares.....	39
Gambar 24. Pengujian Interface.....	39
Gambar 25. Dashboard Tab Data Cuaca.....	40
Gambar 26. Dashboard Tab Lokasi I	40
Gambar 27. Dashboard Tab Lokasi II	41
Gambar 28. Dashboard Tab Lokasi III	41
Gambar 29. Pengambilan Data dari Antares	42
Gambar 30. Dataset untuk prediksi.....	42
Gambar 31. Diagram alir Pelatihan Kedua Metode untuk prediksi cuaca	50
Gambar 32. Evaluasi Model Decision Tree dengan Rasio data 20%	52
Gambar 33. Evaluasi Model Decision Tree dengan Rasio data 30%	53
Gambar 34. Evaluasi Model Decision Tree dengan Rasio data 40%	53
Gambar 35. Hasil Akurasi K Fold Validation	55
Gambar 36. Evaluasi Model Naive Bayes dengan rasio data 20%	56
Gambar 37. Evaluasi Model Naive Bayes dengan rasio data 30%	57
Gambar 38. Evaluasi Model Naive Bayes dengan rasio data 40%	57

Daftar Tabel

Table 1. WBS 4

Table 2. Kriteria Suhu dan Kondisi Cuaca 5

Table 3. Kelembapan Udara di Kota Batam Tahun 2023 6

Table 4. Kriteria Kelembapan udara 7

Table 5. Kecepatan Angin di Kota Batam tahun 2023 7

Table 6. Kriteria Kecepatan Angin 7

Table 7. Penafsiran Nilai R 11

Table 8. Data Weather Station Hang Nadim 01 – 05 Maret 2025 11

Table 9. Perhitung Nilai Korelasi..... 13

Table 10. Rulebase Decision Tree 22

Table 11. Daftar kelas cuaca 26

Table 12. Prior Probability 27

Table 13. Rulebase Parameter rata-rata setiap kelas cuaca 28

Table 14. Parameter Standar Deviasi 29

Table 15. Estimasi biaya 31

Table 16. Pengujian Sensor 35

Table 17. Hasil sensor Prediksi BMKG 36

Table 18. Pengambilan Data Sensor 42

Table 19. Klasifikasi Kelas Cuaca Decision Tree 44

Table 20. Klasifikasi Kelas Cuaca Naive Bayes 46

Table 21. Klasifikasi dan Prediksi Kelas Cuaca Decision Tree dan Naive Bayes 48

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Cuaca adalah keadaan atmosfer di suatu tempat, yang berkaitan dengan kondisi udara pada waktu yang relatif singkat, dan dinyatakan oleh nilai-nilai parameter seperti suhu, kecepatan angin, kelembapan udara dan kondisi lainnya. Cuaca tidak akan pernah lepas dari kehidupan manusia. Terutama aktivitas-aktivitas manusia yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca, seperti pertanian, transportasi bahkan pendidikan. Misalnya, Dinas Pendidikan Kota Makassar yang meliburkan kegiatan belajar-mengajar sekolah karena peringatan dini akan perubahan cuaca yang ekstrem dari BMKG Wilayah pada penghujung tahun 2024 [1]. Situasi ini mengakibatkan banyak kegiatan sekolah yang terganggu, seperti pelajaran olahraga di lapangan, upacara bendera, dan praktik lapangan. Ketidakpastian cuaca juga berdampak pada keamanan siswa yang harus pulang dengan berjalan kaki atau membawa kendaraan pribadi saat cuaca tiba-tiba berubah, dan juga memberi dampak bagi kesehatan siswa yang menyebabkan ketidakhadiran dalam proses belajar dan ketinggalan materi.

Pada Penelitian ini, penulis mengembangkan teknologi pemantauan cuaca modern menggunakan sensor dan perangkat berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk memantau parameter cuaca seperti suhu, kecepatan angin dan kelembapan udara secara *real-time* serta memprediksi cuaca yang akan datang di lokasi yang ditetapkan. Diharapkan dengan adanya teknologi ini, akan berguna untuk mendukung proses belajar Mahasiswa Politeknik Negeri Batam, seperti langkah antisipasi dan mitigasi dari keadaan cuaca yang tiba-tiba berubah. Contohnya, dengan didapatkan hasil prediksi kondisi cuaca yang akurat dari sistem ini, mahasiswa ataupun warga kampus yang berada dimana saja, bisa mengakses informasi kondisi cuaca di sekitar kampus melalui web yang akan didesain, sehingga mahasiswa ataupun warga kampus, bisa mengantisipasi kondisi cuaca saat ingin pergi ke kampus, misalnya dengan menggunakan kendaraan roda empat, atau membawa jas hujan, dan mengantisipasi kegiatan pembelajaran di luar kelas, misalnya pelajaran olahraga, praktik lapangan, ataupun kegiatan lainnya. Juga data cuaca yang dikumpulkan dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran berbasis sains dan teknologi, memperkenalkan siswa pada pentingnya analisis data cuaca serta teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Saat ini, terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menganalisis data cuaca dan memprediksi kondisi cuaca. Metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes* merupakan dua algoritma yang sering digunakan dalam pengolahan data. *Decision Tree* dikenal dengan kemampuan visualisasi yang kuat, sehingga mudah dipahami dan diinterpretasikan, terutama untuk data cuaca yang memiliki banyak aturan keputusan. Di sisi lain, *Naive Bayes* menawarkan pendekatan yang

lebih sederhana dan cepat, dengan asumsi bahwa setiap variabel *input* adalah independen satu sama lain. Meskipun sederhana, metode ini cukup efektif dalam beberapa aplikasi yang melibatkan data cuaca.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Immanuel Here Wele, Nelci Dessy Rumlaklak, Meiton Boru, dengan judul “Sistem Peramalan Cuaca dengan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus : BMKG)”, pada tahun 2020 [2], penggunaan Metode fuzzy mamdani efektif dalam menangani data cuaca yang tidak pasti atau kabur, dengan variabel-variabel yang sering berubah, metode fuzzy dapat memberikan prediksi yang fleksibel, meskipun data yang digunakan tidak sepenuhnya pasti. Juga data yang digunakan merupakan data historis dari BMKG yang merupakan data cuaca akurat dan dapat diandalkan. Namun, meskipun metode Fuzzy dapat memberikan prediksi yang cukup baik, akurasi nya tidak cukup tinggi untuk pengaplikasian prediksi cuaca yang membutuhkan akurasi tinggi, hasil penelitian menunjukkan Tingkat prediksi sebesar kurang lebih 60%. Oleh karena itu mungkin bisa mempertimbangkan kombinasi dengan metode lain, agar mendapatkan kebutuhan prediksi yang akurat dalam peramalan cuaca.

Penelitian yang telah dilakukan oleh M Shochibul Burhan, Mohamad Nur Cholis, Achmad Latifudin, Mahendra Widikara Tri Nugroho, pada tahun 2023 yang berjudul “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Algoritma Naive Bayes Dan k-Means Di Wilayah Malang” [3], menggabungkan K-Means untuk pengelompokan data dan *Naive Bayes* untuk prediksi. Hasil penelitian menunjukkan Tingkat akurasi prediksi sebesar 80% dalam memprediksi curah hujan di wilayah Malang. Namun kelemahannya ada pada penggunaan data yang terbatas, seperti hanya terdapat 10 data uji, yang dapat mempengaruhi prediksi pada data yang lebih luas atau berbeda. Penelitian ini mungkin memerlukan evaluasi lebih lanjut dengan menggunakan metode prediksi lain, untuk memastikan keakuratan model prediksi yang dikembangkan.

Pada kesempatan ini penulis akan membuat inovasi “Perbandingan Metode Decision Tree dan Naive Bayes dalam menganalisis Sistem Pemantauan Cuaca” dalam pembuatan sistem ini akan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk untuk mengontrol komponen. Kemudian sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara kemudian Anemometer sebagai sensor yang mendeteksi kecepatan angin, untuk memprogram mikrokontroler akan menggunakan software Arduino IDE dan untuk Interface menggunakan antares dan dashboard web untuk menampilkan hasil prediksi dari sistem pemantauan cuaca ini. Dari data yang didapat penulis akan menganalisis dan membandingkan kinerja metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes* untuk memprediksi kondisi cuaca. Kemudian peneliti akan menentukan metode mana yang lebih unggul, efektif dan akurat untuk digunakan pada Sistem Pemantauan Cuaca dan diharapkan bisa mendukung aktivitas pembelajaran Mahasiswa Politeknik Negeri Batam.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perumusan masalah adalah sebagai berikut

1. Bagaimana pengimplementasian sistem pemantauan cuaca yang dibuat untuk mendukung transportasi dan proses belajar mengajar, di wilayah Politeknik Negeri Batam ?
2. Bagaimana proses monitoring cuaca menggunakan data sensor kelembapan dan kecepatan angin berbasis *Internet of Things (IoT)* ?
3. Bagaimana cara menampilkan data hasil pengukuran dari mikrokontroler secara realtime dan dapat disimpan sebagai dataset untuk dianalisis?
4. Bagaimana cara membandingkan akurasi prediksi kondisi cuaca menggunakan metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes* berdasarkan data sensor kelembapan dan kecepatan angin ?
5. Bagaimana cara agar hasil prediksi cuaca bisa diakses informasinya sebagai langkah antisipasi kondisi cuaca dalam aktivitas pembelajaran ?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan pembuatan penelitian ini adalah:

1. Pengimplementasian hasil prediksi cuaca dari sistem pemantauan ini, dalam mendukung kegiatan belajar mengajar juga transportasi di Kampus Politeknik Negeri Batam
2. Membuat alat Monitoring kondisi cuaca menggunakan sensor suhu, kelembapan dan kecepatan angin berbasis *Internet of Things (IoT)*.
3. Mengimplementasikan dan membandingkan kinerja metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes* dalam memprediksi kondisi cuaca berdasarkan data sensor suhu, kelembapan dan kecepatan angin.
4. Memberikan rekomendasi yang berbasis data tentang pemilihan metode yang tepat untuk pemantauan cuaca di lapangan, tergantung pada tujuan dan kebutuhan spesifik pengguna.
5. Kondisi cuaca yang sedang berlangsung ataupun prediksinya, dapat dengan mudah diakses informasi bagi mahasiswa ataupun warga Politeknik Negeri Batam.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem pemantauan otomatis dapat mengurangi kebutuhan akan pengamatan manual, sehingga menghemat waktu dan sumber daya manusia. Hal ini juga memungkinkan pengumpulan data dalam interval yang lebih sering dan akurat.
2. Sistem Pemantauan Cuaca ini dapat menyediakan informasi cuaca yang digunakan untuk mendukung kegiatan belajar mengajar dan transportasi

di wilayah Politeknik Negeri Batam dengan mengambil langkah antisipasi berdasarkan informasi yang diperoleh dari alat ini.

1.5. Batasan

Perancangan alat pemantauan cuaca dan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan agar penelitian menjadi lebih jelas, terarah, dan tidak keluar dari lingkup pembahasan, Berikut adalah batasan-batasan tersebut:

1. Alat yang dikembangkan hanya menggunakan sensor suhu, kelembapan dan sensor kecepatan angin.
2. Pembuatan dan pengujian alat dilakukan di lokasi tertentu, dimana sensor di pasang, yaitu di daerah Kampus Politeknik Negeri Batam.
3. Alat ini dirancang agar bisa menampilkan kondisi cuaca *real-time* di area Politeknik, dan prediksi atau ramalan cuaca yang akan terjadi untuk 30 menit yang akan datang.
4. Penelitian ini hanya menggunakan dua metode analisis, yaitu *Decision Tree* dan *Naive Bayes*, untuk menganalisis data yang dikumpulkan dari sensor.

1.6. Work Breakdown Structure

Table 1. WBS

No	Nama	Tugas dan Tanggung Jawab dalam Tim
1	Arie Yan Frans W.S.R 4212111048	Klasifikasi data menggunakan metode <i>Decision Tree</i>
2	Kasimirus Reso Pangestu Pakpahan 4212111044	Klasifikasi data menggunakan metode <i>Naive Bayes</i>

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 Cuaca

Cuaca adalah keadaan udara yang terjadi disuatu tempat atau wilayah tertentu dan memiliki waktu yang relatif singkat. Cuaca itu terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Misalnya pagi hari, siang hari atau sore hari, dan keadaannya bisa berbeda-beda untuk setiap tempat serta setiap jamnya. Selain itu, Keadaan cuaca dipengaruhi dari berbagai parameter seperti suhu, tekanan udara, kecepatan angin, kelembaban udara, dan cenderung berubah dengan cepat, Hal ini mengakibatkan terjadinya penyimpangan yang tidak dapat dihindari pada proses tersebut. Di Indonesia keadaan cuaca selalu diumumkan untuk jangka waktu sekitar 24 jam

2.2 Suhu

Suhu udara adalah derajat panas atau dinginnya udara di suatu tempat pada waktu tertentu. Suhu merupakan salah satu unsur cuaca yang sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap proses-proses atmosfer, seperti pembentukan awan, hujan, dan pola angin. Perubahan suhu dapat terjadi dengan cepat, tergantung pada waktu, lokasi geografis, dan kondisi lingkungan sekitarnya. Suhu udara dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti intensitas sinar matahari, ketinggian tempat, kondisi awan, serta letak lintang geografis. Di daerah tropis seperti Indonesia, suhu cenderung tinggi sepanjang tahun dengan variasi harian yang dipengaruhi oleh pergerakan matahari dan perubahan musim. Dalam penelitian pemantauan cuaca ini, suhu diukur menggunakan modul DHT22, dalam satuan Celsius (°C) sebagai parameter tambahan. Data suhu sangat penting dalam memprediksi perubahan cuaca harian, mendeteksi fenomena cuaca ekstrem, serta menjadi indikator awal untuk perubahan iklim jangka panjang. Berikut merupakan Table 2 yang berisi kriteria kondisi cuaca dan rentang suhunya [12].

Table 2. Kriteria Suhu dan Kondisi Cuaca

Kondisi Cuaca	Suhu
Panas	> 30
Hangat	20 – 30
Sejuk	10 - 20
Dingin	< 10

2.3 Kelembapan

Kelembapan udara adalah jumlah uap air yang ada di atmosfer pada suatu waktu dan tempat. Kelembapan relatif, yang sering digunakan dalam pemantauan cuaca, mengukur persentase kandungan uap air yang ada dibandingkan dengan kapasitas maksimum udara pada suhu tersebut. Kelembapan sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis, cuaca, dan lingkungan, seperti tekanan udara, suhu, serta keberadaan perairan di sekitarnya. Untuk kadar kelembapan udara dan indikasinya dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Kadar Kelembapan udara dan indikasinya

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Batam pada tahun 2023, kelembapan udara di Batam bervariasi setiap bulan, dengan rata-rata berkisar di sekitar 80% sepanjang tahun. Hal ini sejalan dengan karakteristik iklim Batam yang berada di kawasan tropis dan dekat dengan perairan. Rata-rata kelembapan ini sangat berpengaruh terhadap pola cuaca setempat, termasuk potensi curah hujan yang tinggi serta suhu yang relatif stabil sepanjang tahun. Kadar kelembapan udara di kota Batam tahun 2023 dapat dilihat pada Table 3 dibawah ini.

Table 3. Kelembapan Udara di Kota Batam Tahun 2023

Rentang	Kelembapan Udara (Persen)											
	2023											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Minimum	51,00	55,00	60,00	48,00	48,00	54,00	54,00	56,00	49,00	45,00	59,00	59,00
Maksimal	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,00	100,00	100,00	100,00
Rata-Rata	86,00	84,00	85,00	82,00	80,00	84,00	82,00	82,00	82,00	83,00	86,00	85,00

Table 4. Kriteria Kelembapan udara

Kondisi Cuaca	Kelembapan Udara %
Kering	< 70
Agak Kering	70 - 75
Agak Lembap	75 - 80
Lembap	80 - 85
Basah	> 85

Pada Table 4 diatas digunakan untuk membandingkan kondisi kelembapan udara di Kota Batam kemudian diklasifikasikan menurut kondisi cuaca [5].

2.4 Kecepatan Angin

Kecepatan angin adalah salah satu parameter meteorologi yang penting dalam memantau kondisi cuaca dan iklim suatu daerah. Kecepatan angin diukur dalam satuan meter per detik (m/s) atau kilometer per jam (km/jam) atau knot dan sangat dipengaruhi oleh faktor geografis seperti topografi, ketinggian, serta adanya hambatan alam seperti pegunungan atau bangunan.

Pada pengukuran kecepatan angin, penggunaan alat seperti anemometer sering digunakan untuk mencatat data kecepatan angin dalam periode waktu tertentu, yang kemudian diproses dan dianalisis untuk tujuan prediksi cuaca atau keperluan lain.

Table 5. Kecepatan Angin di Kota Batam tahun 2023

Stasiun - BMKG	Kecepatan Angin (Knot)											
	2023											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Hang Nadim - Batam	6,00	7,00	7,00	4,00	5,00	4,00	5,00	6,00	5,00	4,00	4,00	5,00

Pada Table 5 berisi data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Batam, kecepatan angin di Kota Batam dalam beberapa tahun terakhir tercatat cukup stabil dengan fluktuasi musiman. Kota Batam terletak di wilayah Kepulauan Riau yang dipengaruhi oleh angin monsun dan pola cuaca tropis, sehingga kecepatan anginnya cenderung bervariasi sepanjang tahun. Untuk kriteria kecepatan angin dapat dilihat pada Table 6 dibawah ini [5].

Table 6. Kriteria Kecepatan Angin

Kriteria	Kecepatan Angin (Km/h)
Lemah	0 - 5
Sedang	5 -13
Kencang	13 - 19
Sangat Kencang	> 19

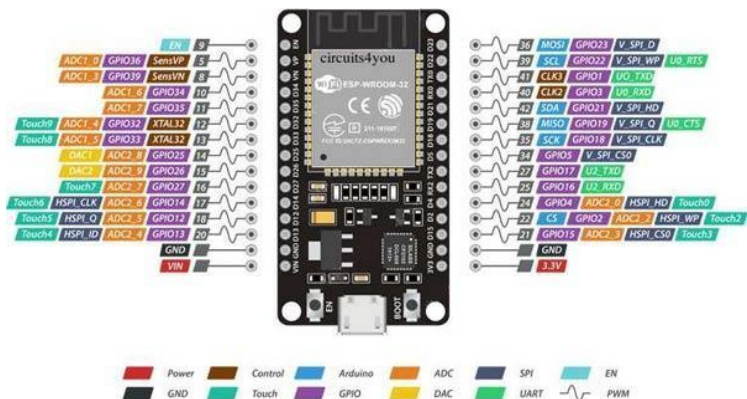
2.5 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 dikarenakan memiliki keunggulan yaitu dapat mengirim data melalui jaringan *Wi-Fi*. ESP32 memerlukan tegangan kerja yaitu 3.3 VDC.

Mikrokontroler ESP32 merupakan keluarga dari Arduino UNO yang berarti untuk melakukan pemrograman ESP32 dapat menggunakan *software* Arduino IDE. Mikrokontroler ini banyak digunakan dalam berbagai proyek IoT (Internet of Things), sistem tertanam, serta aplikasi robotika, karena kemampuannya untuk terhubung ke jaringan nirkabel dan perangkat lain dengan mudah.

Seluruh sensor yang akan digunakan dihubungkan ke ESP32 agar dapat melakukan pengukuran kelembapan dan kecepatan angin. Hasil pengukuran tersebut dikirim ke realtime database karena ESP32 dapat terhubung dengan jaringan internet. Untuk pinout modul ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2 dan spesifikasi dari modul ESP32 adalah sebagai berikut,

- 1) *Microprosesor Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6*
- 2) *Freq Clock up to 240 MHz*
- 3) *SRAM 520 kB*
- 4) *Flash memory 4 MB*
- 5) *11b/g/n WiFi transceiver*
- 6) *Bluetooth 4.2/BLE*
- 7) *48 pin GPIO 22*
- 8) *15 pin channel ADC (Analog to Digital Converter)*
- 9) *25 pin PWM (Pulse Width Modulation)*
- 10) *2 pin channel DAC (Digital to Analog Converter)*



ESP32 Dev. Board Pinout

Gambar 2. Modul ESP32

2.6 DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor DHT22 memiliki tingkat stabilitas dan keandalan tinggi dalam jangka panjang. Sensor DHT22 menggunakan sensor kelembaban bersifat resistif dan sensor suhu berbasis NTC yang terhubung pada mikrokontroler 8 bit. Sehingga sensor DHT22 memiliki kualitas yang sangat baik, kemampuan anti-gangguan, respon yang cepat serta biaya yang terjangkau. Contoh DHT22 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor DHT22

Contoh Sensor DHT22 dapat dilihat dari Gambar 3 dan spesifikasinya ialah sebagai berikut,

- 1) *Supply Voltage 3.3-6.0 VDC*
- 2) *Output signal digital signal via single-bus*
- 3) *Sensing element Polymer capacitor*
- 4) *Operating range humidity 0-100%RH, Temperature - 40~80Celsius*
- 5) *Resolution or sensitivity: humidity 0.1%RH, Temperature 0.1Celsius*
- 6) *Repeatability: humidity $\pm 1\%RH$, Temperature ± 0.2 Celsius*
- 7) *Humidity hysteresis $\pm 0.3\%RH$*
- 8) *Long-term Stability $\pm 0.5\%RH/year$*
- 9) *Sensing period Average 2s*

2.7 Anemometer

Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin, dan sering diaplikasikan dalam meteorologi, penerbangan, serta berbagai bidang teknik seperti energi angin dan klimatologi. Anemometer berfungsi dengan

mendeteksi gerakan angin dan mengubahnya menjadi data yang dapat dibaca. Misalnya, pada anemometer baling-baling, angin yang berhembus akan memutar baling-baling, dan kecepatan putaran tersebut dapat dikaitkan dengan kecepatan angin. Alat ini digunakan dalam berbagai bidang, termasuk meteorologi untuk memantau kondisi cuaca, penerbangan untuk menghitung kecepatan angin saat lepas landas dan mendarat, serta di sektor konstruksi untuk memastikan keselamatan di lokasi kerja yang terpapar angin kencang. Dalam desain dan pengoperasian turbin angin, anemometer juga berperan penting dalam pemantauan energi angin.

Keunggulan anemometer meliputi kemampuan memberikan data penting tentang kondisi angin yang dapat mempengaruhi berbagai kegiatan, serta kesederhanaannya yang memungkinkan penggunaan di berbagai lingkungan. Namun, akurasi dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti hambatan fisik di sekitar alat, dan beberapa tipe anemometer memerlukan kalibrasi berkala untuk mempertahankan akurasi. Contoh sensor anemometer dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Sensor anemometer

2.8 Modbus Arduino RS485

Modbus adalah protokol komunikasi data yang banyak digunakan dalam sistem industri untuk pertukaran informasi antar perangkat elektronik. Modbus dirancang untuk komunikasi *master-slave*, di mana satu perangkat master dapat berkomunikasi dengan satu atau lebih perangkat *slave*. Protokol ini sederhana, andal, dan mudah diimplementasikan, sehingga sering digunakan dalam pemantauan dan kendali sistem berbasis mikrokontroler seperti ESP32 Module.

Pada sistem komunikasi berbasis ESP32 Module, Modbus biasanya diimplementasikan melalui jalur komunikasi RS485. RS485 adalah standar fisik yang memungkinkan komunikasi data jarak jauh dan dengan kecepatan tinggi menggunakan dua kabel (*differential transmission*). RS485 sangat tahan terhadap gangguan elektromagnetik sehingga cocok untuk lingkungan industri.

Dalam penggunaannya, ESP32 berperan sebagai *master* yang menerima data sensor kecepatan angin dari anemometer atau *slave* melalui modul RS485. Untuk menghubungkan ESP32 ke anemometer, biasanya digunakan modul tambahan

seperti Modbus RS485 to TTL modul. Proses komunikasi memerlukan pengaturan alamat perangkat, baud rate, serta konfigurasi protokol Modbus RTU (Remote Terminal Unit) untuk memastikan data dapat dikirim dan diterima dengan benar.

2.9 Korelasi Suhu, Kecepatan Angin, dan Kelembapan Udara

Korelasi adalah keterkaitan antara dua atau lebih variabel. Korelasi dapat bersifat positif (jika variabel bergerak searah) atau negatif (jika variabel bergerak berlawanan arah). Dalam statistika, korelasi digunakan untuk mengukur seberapa kuat dan arah hubungan antara variabel-variabel tersebut, tanpa mempertanyakan sebab-akibatnya. Koefisien korelasi Pearson Product Moment dilambangkan dengan (r). Berikut adalah Table 7 untuk menafsirkan nilai R [5].

Table 7. Penafsiran Nilai R

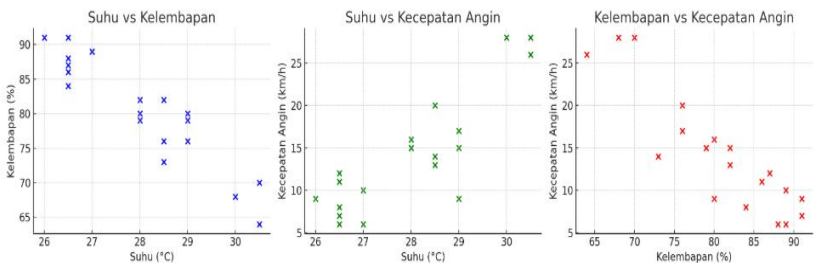
Nilai R	Penafsiran
$r = 1$	Korelasi linier positif sempurna
$1 > r \geq 0.8$	Korelasi linier positif yang kuat
$0.8 > r \geq 0.4$	Korelasi linier positif sedang
$0.4 > r \geq 0$	Korelasi linier positif yang lemah
$r = 0$	Tidak ada korelasi
$0 > r \geq -0.4$	Korelasi linier negatif yang lemah
$-0.4 > r \geq -0.8$	Korelasi linier negatif sedang
$-0.8 > r \geq -1$	Korelasi linier negatif yang kuat
$r = -1$	Korelasi linier negatif sempurna
$r = 0$	Tidak ada korelasi

Table 8. Data *Weather Station* Hang Nadim 01 – 05 Maret 2025

Date / Time	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin
01-03-2025 / 00.00	27	89	10
01-03-2025 / 06.00	29	79	15
01-03-2025 / 12.00	30.5	70	28
01-03-2025 / 18.00	28	82	15
02-03-2025 / 00.00	26.5	87	12
02-03-2025 / 06.00	28.5	76	20
02-03-2025 / 12.00	30	68	28
02-03-2025 / 18.00	28	79	15
03-03-2025 / 00.00	26.5	86	11

03-03-2025 / 06.00	28.5	73	14
03-03-2025 / 12.00	30.5	64	26
03-03-2025 / 18.00	28	80	16
04-03-2025 / 00.00	26.5	84	8
04-03-2025 / 06.00	29	76	17
04-03-2025 / 12.00	26	91	9
04-03-2025 / 18.00	26.5	91	7
05-03-2025 / 00.00	27	89	6
05-03-2025 / 06.00	29	80	9
05-03-2025 / 12.00	28.5	82	13
05-03-2025 / 18.00	26.5	88	6

Untuk menghitung koefisien korelasi Pearson. Pertama penulis membuat diagram scatter plot berdasarkan data *Weather Station* Hang Nadim, Batam tanggal 01 – 05 Maret 2025 pada Table 8 untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya outlier. Melalui penyebaran titik-titik pada diagram tersebut, dapat diperoleh gambaran awal mengenai kekuatan hubungan antar variabel sebelum menghitung nilai koefisien korelasi. Jika outlier tidak disaring dalam proses analisis, hasil koefisien korelasi yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang tidak akurat. Berikut ini pada Gambar 5 adalah scatter plot yang disusun berdasarkan data tersebut:



Gambar 5. Scatter Plot Korelasi

Kemudian menghitung korelasi menggunakan Rumus 1 dibawah ini :

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Rumus 1. Koefisien korelasi Pearson

Keterangan :

1. R = korelasi antara x dan y
2. X = nilai data point
3. Y = nilai data point
4. $\bar{x}$ = nilai rata- rata x
5. $\bar{y}$ = nilai rata-rata y
6. Σ / Sigma = adalah tanda penjumlahan

Dari data pada tabel 7 tentukan variabel-variabelnya, namun sebelum itu tentukan terlebih dahulu nilai $\bar{x}$, $\bar{y}$ dan $\bar{z}$. X untuk nilai suhu, y untuk nilai kelembapan udara, dan z untuk nilai kecepatan angin.

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{560}{20} = 28$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{1614}{20} = 80.7$$

$$\bar{z} = \frac{\Sigma z}{n} = \frac{285}{20} = 14.25$$

Selanjutnya membuat tabel perhitungan yang berisi seluruh informasi yang dibutuhkan kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari nilai r dari hubungan suhu dan kelembapan, suhu dan kecepatan angin, serta kelembapan dan kecepatan angin.

Table 9. Perhitung Nilai Korelasi

$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})(z_i - \bar{z})$	$(y_i - \bar{y})(z_i - \bar{z})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(z_i - \bar{z})^2$
-1.0	8.3	-4.3	-8.30	4.25	-35.28	1.00	68.89	18.06
1.0	-1.7	0.8	-1.70	0.75	-1.28	1.00	2.89	0.56
2.5	-10.7	13.8	-26.75	34.38	-147.13	6.25	114.49	189.06
0.0	1.3	0.8	0.00	0.00	0.97	0.00	1.69	0.56
-1.5	6.3	-2.3	-9.45	3.38	-14.18	2.25	39.69	5.06
0.5	-4.7	5.8	-2.35	2.88	-27.03	0.25	22.09	33.06
2.0	-12.7	13.8	-25.40	27.50	-174.63	4.00	161.29	189.06
0.0	-1.7	0.8	0.00	0.00	-1.28	0.00	2.89	0.56

-1.5	5.3	-3.3	-7.95	4.88	-17.23	2.25	28.09	10.56
0.5	-7.7	-0.3	-3.85	-0.13	1.93	0.25	59.29	0.06
2.5	-16.7	11.8	-41.75	29.38	-196.23	6.25	278.89	138.06
0.0	-0.7	1.8	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.49	3.06
-1.5	3.3	-6.3	-4.95	9.38	-20.63	2.25	10.89	39.06
1.0	-4.7	2.8	-4.70	2.75	-12.93	1.00	22.09	7.56
-2.0	10.3	-5.3	-20.60	10.50	-54.08	4.00	106.09	27.56
-1.5	10.3	-7.3	-15.45	10.88	-74.68	2.25	106.09	52.56
-1.0	8.3	-8.3	-8.30	8.25	-68.48	1.00	68.89	68.06
1.0	-0.7	-5.3	-0.70	-5.25	3.68	1.00	0.49	27.56
0.5	1.3	-1.3	0.65	-0.63	-1.63	0.25	1.69	1.56
-1.5	7.3	-8.3	-10.95	12.38	-60.23	2.25	53.29	68.06
			$\Sigma=-192.50$	$\Sigma=155.50$	$\Sigma=-901.50$	$\Sigma=37.50$	$\Sigma=1150.20$	$\Sigma=879.75$

Korelasi antara Suhu dan Kelembapan :

$$r_{xy} = \frac{-192.50}{\sqrt{37.50 \times 1150.20}} = \frac{-192.50}{\sqrt{43132.5}} = \frac{-192.5}{207.59} \approx \boxed{-0.9273}$$

Variabel suhu dan kelembapan, memiliki korelasi yang negatif kuat, artinya semakin tinggi suhu, maka semakin rendah kelembapannya (berlawanan) Contohnya, apabila suhu tinggi dan kelembapan rendah, sistem akan mengklasifikasi cuaca Panas dan Cerah. Dan jika suhu rendah dengan kelembapan tinggi, cuaca akan diklasifikasikan dingin dan lembab atau berpotensi hujan.

Korelasi antara Suhu dan Kecepatan Angin :

$$r_{xz} = \frac{155.50}{\sqrt{37.50 \times 879.75}} = \frac{155.5}{\sqrt{32990.625}} = \frac{155.5}{181.57} \approx \boxed{0.8562}$$

Variabel suhu dan kecepatan angin, memiliki korelasi yang positif kuat, artinya, suhu cenderung tinggi mengikuti angin yang lebih kencang. Namun bisa saja berlawanan karena nilai korelasinya tidak menyentuk angka 1 atau sempurna. Contohnya, jika suhu tinggi, dan kecepatan angin kencang, sistem akan mengklasifikasi cuaca menjadi panas dan berangin. Apabila suhu rendah dan angin pelan, klasifikasi cuaca menjadi sejuk.

Korelasi antara Kelembapan dan Kecepatan Angin :

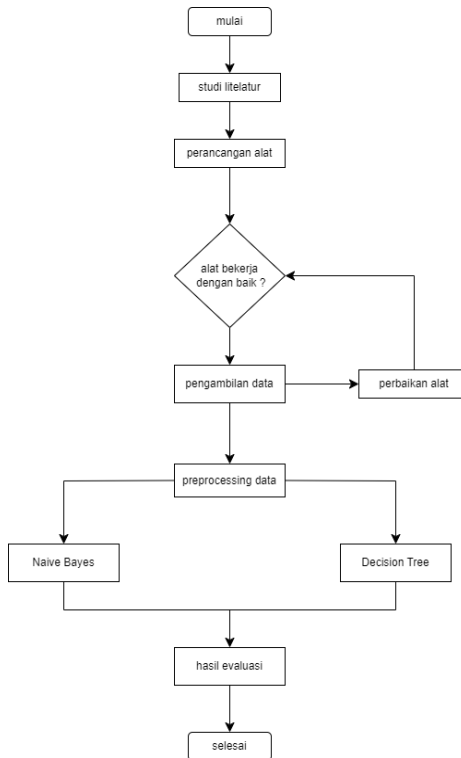
$$r_{yz} = \frac{-901.5}{\sqrt{1150.20 \times 879.75}} = \frac{-901.5}{\sqrt{1011503.95}} = \frac{-901.5}{1005.73} \approx \boxed{-0.8961}$$

Variabel Kelembapan dan Kecepatan angin, memiliki korelasi yang negatif kuat, artinya ketika kelembapan tinggi, kecepatan angin biasanya rendah. Tidak menutup kemungkinan juga ketika kelembapan tinggi, kecepatan angin akan tinggi juga. Contohnya, Apabila kelembapan tinggi dan angin pelan, cuaca berpotensi hujan ringan atau dingin. Jika kelembapan rendah dan angin kencang, cuaca berpotensi cerah atau panas dan berangin.

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1. Perancangan

Perancangan sistem pada Perbandingan Metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes* dalam Menganalisis Sistem Pemantauan Cuaca dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini,



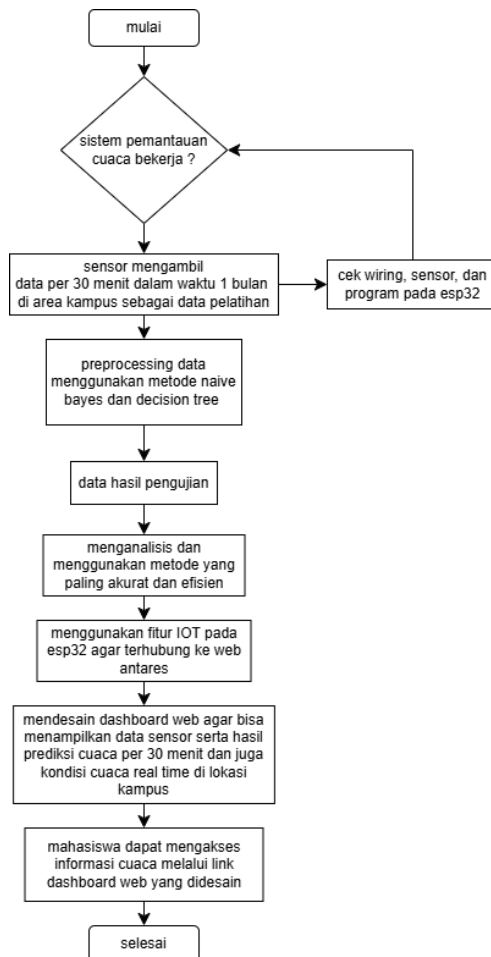
Gambar 6. Diagram alir Perancangan

3.1.1. Studi Litelatur

Pada suatu pengerjaan penelitian pasti membutuhkan referensi, untuk mengumpulkan, mengevaluasi dan mensintesis sumber-sumber informasi yang relevan dan terkait dengan topik penelitian. Ini melibatkan pencarian, analisis dan interpretasi literatur yang telah ada dalam suatu topik. Tujuan dari studi litelatur ini diantaranya adalah agar memahami topik atau masalah penelitian, mengidentifikasi kerangka teoritis dan meninjau bukti-bukti yang ada.

3.1.2. Perancangan Sistem Kerja

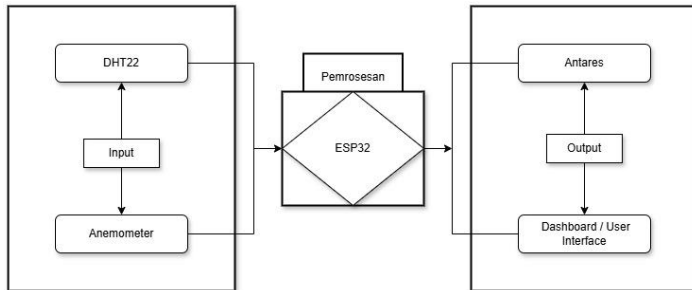
Perancangan *hardware* dan *software* merujuk pada proses merencanakan dan mengembangkan kedua komponen, komponen fisik (*hardware*) dan logika atau perangkat lunak (*software*) untuk sistem computer atau produk teknologi lainnya. Perancangannya dapat dilihat pada Gambar 7 yang berisi diagram alirnya.



Gambar 7. Diagram alir Sistem Kerja

3.2. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga subsistem utama, yaitu: bagian input yang mencakup sejumlah sensor, pemrosesan data yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32, serta bagian output yang berupa Dashboard/Interface. Diagram blok sistemnya dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini,

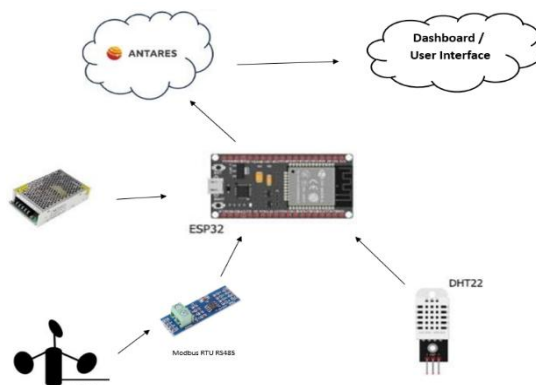


Gambar 8. Diagram Blok Sistem

3.3. Perancangan Elektrikal, Mekanikal, dan Interface

3.3.1. Perancangan Mekanikal

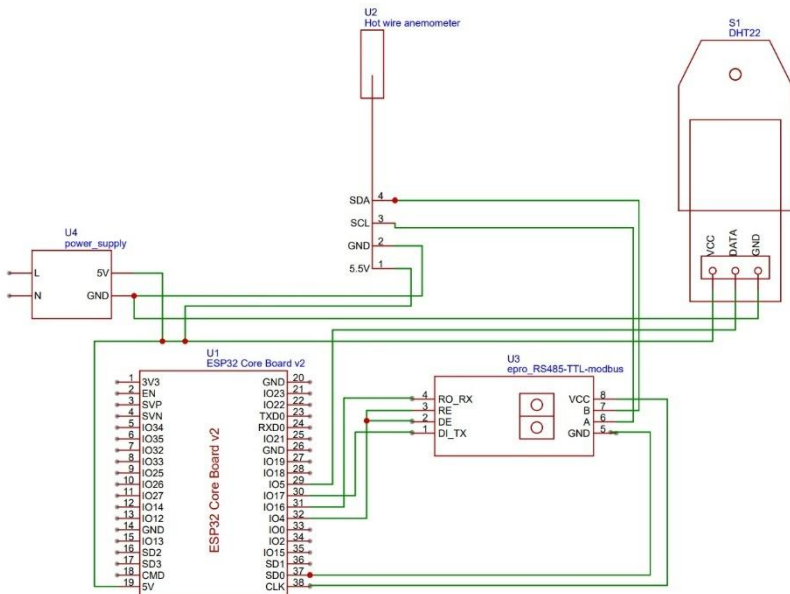
Proses pembuatan sistem pemantauan cuaca. Pada Gambar 9 ditampilkan Perancangan mekanikal yang bertujuan untuk memberi gambaran pada penempatan alat dan sensor yang akan dipasang.



Gambar 9. Perancangan mekanikal

3.3.2. Perancangan Elektrikal

Pada Gambar 10 dibawah ini, ditampilkan perancangan elektrikal ataupun skematik dari sistem pemantauan cuaca yang dibangun oleh penulis.



Gambar 10. Skematik Sistem Pemantauan Cuaca

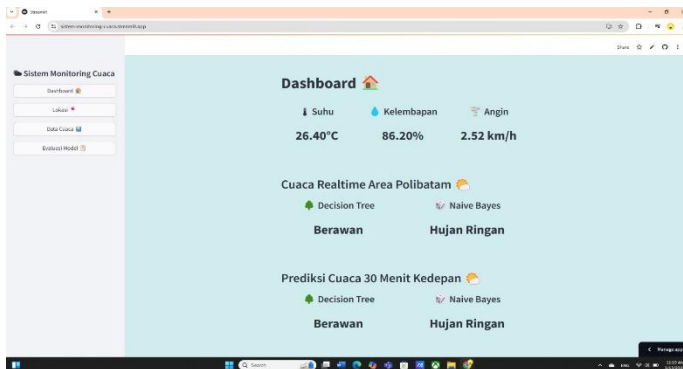
3.3.3. Desain Interface

Pada penelitian ini, digunakan ESP32 dengan fitur IoT untuk terhubung ke web Antares kemudian dihubungkan dengan dashboard pemantauan cuaca berbasis WEB. Antares sendiri adalah platform berbasis cloud untuk Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memudahkan pengembang dalam membuat, mengelola, dan mengembangkan aplikasi IoT. Desain awalnya dapat dilihat pada Gambar 11 sebagai berikut :

Time (WIB)	Resource Index (i)	Data
2025-07-27 21:33:48	/antares-cse/cin-piPQh5q3DmISQWcapV3uIhKzF6TX	<pre>{ "Suhu (°C)": 29, "Kelembapan (%)": 86.59999847, "Kecepatan Angin (km/h)": 7.920000076, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>
2025-07-27 21:28:46	/antares-cse/cin-akcrbhwqHf43fUr5dXvH6CYbJZbfp	<pre>{ "Suhu (°C)": 29, "Kelembapan (%)": 86.5, "Kecepatan Angin (km/h)": 8.640000343, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>
2025-07-27 21:23:44	/antares-cse/cin-wTdlIsQ2egCseEMou5LWint1yrGai3jd	<pre>{ "Suhu (°C)": 29, "Kelembapan (%)": 86.59999847, "Kecepatan Angin (km/h)": 5.839999962, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>

Gambar 11. Desain Interface Antares Real Time

Dashboard web akan didesain untuk menampilkan data sensor, kondisi cuaca real time di area Politeknik Negeri Batam dan hasil prediksi atau ramalan cuaca untuk 30 menit sampai 1 hari yang akan datang. Pada Gambar 12 dibawah ini ditampilkan Desain interface Dashboard Web Kampus



Gambar 12. Desain Interface Dashboard WEB Kampus

3.4. Rancangan Proses Decision Tree

Decision Tree merupakan salah satu cara data processing dalam memprediksi masa depan dengan cara membangun klasifikasi atau regresi model dalam bentuk struktur pohon. Hal tersebut dilakukan dengan cara memecah terus ke dalam himpunan bagian yang lebih kecil lalu pada saat itu juga sebuah pohon keputusan

secara bertahap dikembangkan. Hasil akhir dari proses tersebut adalah pohon dengan node keputusan dan node daun.

Decision Tree juga berguna untuk dieksplorasi data, menemukan hubungan antara sejumlah calon variabel input dengan sebuah variabel target. Pohon keputusan eksplorasi data dan pemodelan yang salah langkah pertama yang sangat baik dalam proses pemodelan yang digunakan sebagai model akhir untuk beberapa teknik lainnya.

Kelebihan lain dari metode ini adalah mampu mengeliminasi perhitungan atau data-data yang tidak diperlukan. Karena sampel yang ada biasanya hanya diuji berdasarkan kriteria atau kelas tertentu. Pada Gambar 13 ditampilkan diagram alir, untuk klasifikasi cuaca menggunakan Decision Tree.



Gambar 13. Diagram Alir Rancangan Decision Tree

3.4.1. Input Data

Variabel yang digunakan dalam proses monitoring cuaca berbasis decision tree adalah:

- Kelembapan udara (%RH)
- Kecepatan angin (km/jam)
- Suhu udara (°C)

Ketiga variabel ini akan menjadi dasar dalam proses pengambilan keputusan.

3.4.2. Rulebase Decision Tree

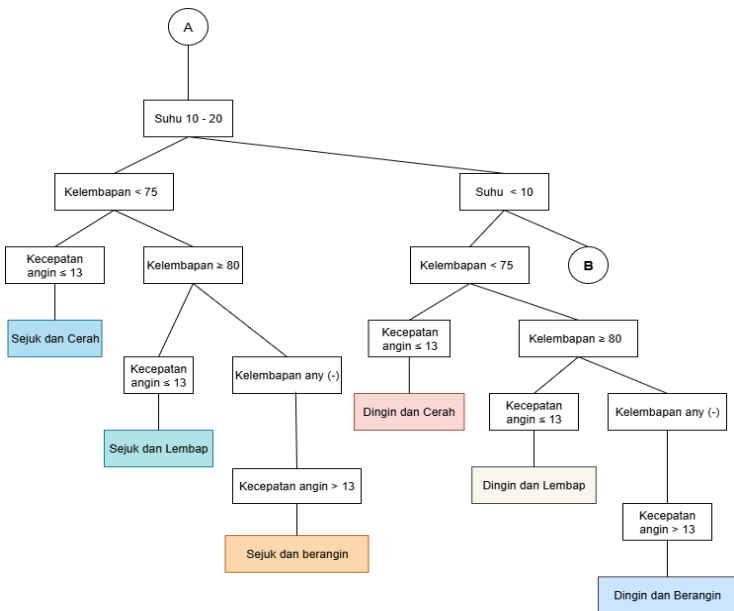
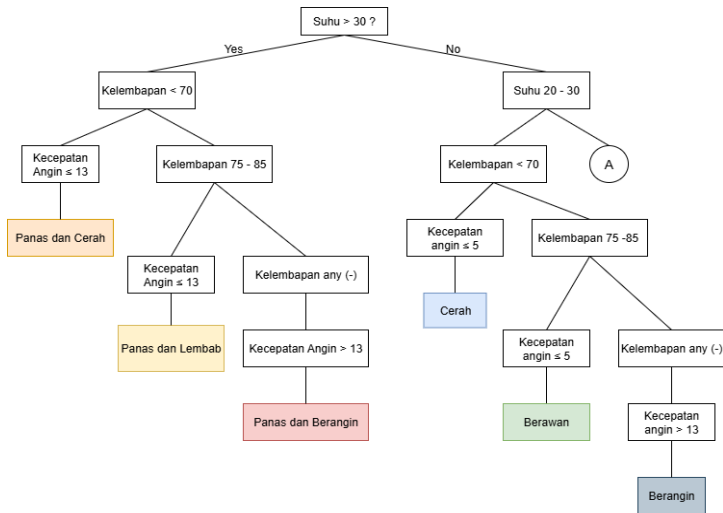
Setelah menerima input data, sistem akan memproses data menggunakan rulebase yang dibuat seperti pada Table 10. Rulebase Decision Tree dibuat berdasarkan kriteria kondisi cuaca dan nilai sensor mulai dari suhu, kelembapan dan kecepatan angin serta korelasi ketiga parameter tersebut[11].

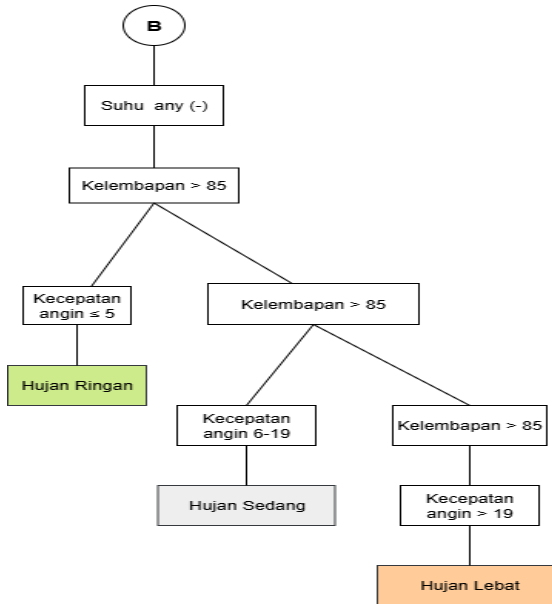
Table 10. Rulebase Decision Tree

Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (km/h)	Kelas Cuaca
> 30	< 70	≤ 13	Panas dan Cerah
> 30	75–85	≤ 13	Panas dan Lembab
> 30	-	> 13	Panas dan Berangin
20–30	< 70	≤ 5	Cerah
20–30	75–85	≤ 5	Berawan
20–30	-	> 13	Berangin
10–20	< 75	≤ 13	Sejuk dan Cerah
10–20	≥ 80	≤ 13	Sejuk dan Lembab
10–20	-	> 13	Sejuk dan Berangin
< 10	< 75	≤ 13	Dingin dan Cerah
< 10	≥ 80	≤ 13	Dingin dan Lembab
< 10	-	> 13	Dingin dan Berangin
-	> 85	≤ 5	Hujan Ringan
-	> 85	6–19	Hujan Sedang
-	> 85	> 19	Hujan Lebat

3.4.3. Proses Pengambilan Keputusan

Proses pengambilan keputusan dilakukan oleh sistem berdasarkan pohon keputusan seperti pada Gambar 13 dibawah ini.





Gambar 14. Pohon keputusan

Gambar 14 menampilkan pohon keputusan. Sistem akan memeriksa nilai suhu udara terlebih dahulu. Jika suhu memenuhi salah satu kondisi, sistem lanjut memeriksa kelembapan dan kecepatan angin. Untuk parameter sensor seperti any (-), dengan asumsi nilai sensor dapat berupa angka berapapun, dan akan diteruskan ke variabel selanjutnya.

3.4.4. Contoh Kasus

Input dari pembacaan sensor :

- Kelembapan = 48%
- Kecepatan Angin = 8 km/jam
- Suhu = 32°C

Proses:

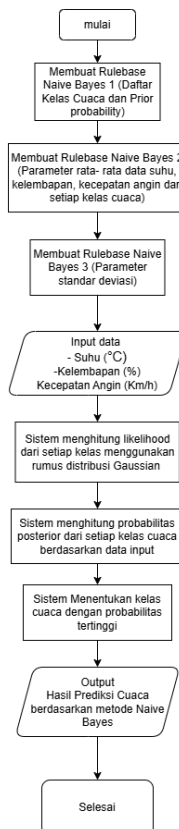
Karena suhu > 30°C, cek kelembapan dan kecepatan angin:
Kelembapan < 50%, kecepatan < 10 km/jam

Prediksi:

"Panas dan Cerah"

3.5. Rancangan Proses Naive Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu algoritma klasifikasi berbasis probabilistik yang paling sederhana dan efisien. Algoritma ini menggunakan Teorema Bayes untuk menghitung probabilitas suatu kelas berdasarkan data yang diberikan, dengan asumsi bahwa setiap fitur yang digunakan dalam klasifikasi adalah independen satu sama lain (asumsi naive). Meski asumsi ini jarang benar sepenuhnya di dunia nyata, Naive Bayes tetap sangat efektif untuk berbagai jenis masalah klasifikasi, terutama dalam teks dan pemrosesan bahasa alami. Naive Bayes memprediksi kelas target dengan menghitung probabilitas bahwa suatu objek termasuk ke dalam kelas tertentu berdasarkan fitur-fitur yang ada, dan memilih kelas dengan probabilitas tertinggi. Berikut pada Gambar 15 ditampilkan diagram alir rancangan proses prediksi cuaca berdasarkan Metode Naive Bayes



Gambar 15. Diagram alir Rancangan Naive Bayes

3.5.1. Input Data

Data yang masuk ke sistem:

- Kelembapan Udara (%)
- Kecepatan Angin (Km/h)
- Suhu Udara (°C)

Input ini akan digunakan untuk menghitung kemungkinan (probabilitas) setiap kelas cuaca.

3.5.2. Rulebase Naive Bayes

1. Daftar Kelas Cuaca (kelasCuaca)

Kondisi cuaca dibagi menjadi 15 kelas sesuai dengan Table 11 dibawah ini.

Table 11. Daftar kelas cuaca

No.	Kelas Cuaca
1	Panas dan Cerah
2	Panas dan Lembab
3	Panas dan Berangin
4	Cerah
5	Berawan
6	Berangin
7	Sejuk dan Cerah
8	Sejuk dan Lembab
9	Sejuk dan Berangin
10	Dngin dan Cerah
11	Dingin dan Lembab
12	Dingin dan Berangin
13	Hujan Ringan
14	Hujan Sedang
15	Hujan Lebat

2. Prior Probability (prior)

Setiap kelas diberikan nilai probabilitas awal (prior) yang merupakan estimasi dari peluang terjadinya kelas tersebut sebelum mempertimbangkan historis data yang sudah diterima. Untuk kelas cuaca dengan nilai prior yang lebih besar dianggap sebagai kelas cuaca umum yang mungkin sering terjadi. Pada Table 12 ditampilkan nilai prior probability dari ke lima belas kelas cuaca.

Table 12. Prior Probability

Kelas Cuaca	Prior Propbaibilty
Panas dan Cerah	0.08
Panas dan Lembab	0.07
Panas dan Berangin	0.08
Cerah	0.07
Berawan	0.07
Berangin	0.07
Sejuk dan Cerah	0.07
Sejuk dan Lembab	0.07
Sejuk dan Berangin	0.06
Dingin dan Cerah	0.06
Dingin dan Lembab	0.06
Dingin dan Berangin	0.06
Hujan Ringan	0.06
Hujan Sedang	0.06
Hujan Lebat	0.06
Total :	1.00

3. Likelihood (Likelihood Function)

Fungsi likelihood menghitung kemungkinan bahwa suatu nilai variabel (kelembapan udara, kecepatan angin, suhu udara) sesuai dengan distribusi normal (Gaussian) dari masing-masing kelas cuaca. Fungsi ini digunakan dalam algoritma Naive Bayes Gaussian, untuk menghitung probabilitas kemunculan fitur tertentu (seperti suhu, kelembapan, atau kecepatan angin) berdasarkan nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi (standard deviation) dari data pelatihan untuk setiap kelas cuaca. Fungsi ini dapat dihitung dengan rumus distribusi normal:

$$P(x|C) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Rumus 2. Fungsi likelihood

Di mana:

- x = nilai fitur (misalnya suhu atau kelembapan atau kecepatan angin saat ini)
- $P(x|C)$ adalah probabilitas data x diberikan kelas C ,
- μ adalah rata-rata (mean) dari data untuk kelas tersebut,
- σ^2 adalah varians (std dev) dari data untuk kelas tersebut.
- e = konstanta Euler (sekitar 2.7)
- π = konstanta pi (sekitar 3.14)

4. Menentukan Rulebase parameter rata rata kelas cuaca

Berikut adalah Table 13 yaitu asumsi rata rata dari masing masing parameter cuaca, Suhu, Kelembapan dan Kecepatan angin dari 15 kelas cuaca yang akan digunakan untuk perhitungan probability.

Table 13. Rulebase Parameter rata-rata setiap kelas cuaca

Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (km/h)	Kelas Cuaca
32	60	10	Panas dan Cerah
32	80	10	Panas dan Lembab
32	75	18	Panas dan Berangin
25	60	4	Cerah
25	80	4	Berawan
25	75	18	Berangin
15	65	10	Sejuk dan Cerah
15	85	10	Sejuk dan Lembab
15	75	18	Sejuk dan Berangin
8	60	10	Dingin dan Cerah
8	85	10	Dingin dan Lembab
8	75	18	Dingin dan Berangin
20	90	4	Hujan Ringan
20	90	12	Hujan Sedang
20	90	22	Hujan Lebat

5. Menentukan parameter standar deviasi (std dev)

Standar deviasi diasumsikan secara proporsional terhadap nilai rata-rata (mean). Pendekatan ini memperhitungkan seberapa besar variasi alami yang mungkin terjadi dari parameter cuaca tersebut. Oleh karena itu, dalam implementasi sistem klasifikasi cuaca berbasis Naive Bayes, nilai standar deviasi untuk:

- Suhu dan kelembapan biasanya naik dan turun perlahan dalam waktu singkat (fluktuatif) jadi diambil sebesar 10% dari rata-rata
- Kecepatan angin yang dapat berubah dari kencang menjadi pelan, dengan perubahan yang signifikan, oleh karena itu dihitung sebesar 20% dari rata-rata

Hal ini mencerminkan tingkat ketidakpastian atau fluktuasi dari masing-masing parameter berdasarkan pengetahuan umum terhadap fenomena cuaca. Pada Table 14, ditampilkan data standar deviasi untuk setiap kelas cuaca.

Table 14. Parameter Standar Deviasi

Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (km/h)	Kelas Cuaca
3.2	6	2	Panas dan Cerah
3.2	8	2	Panas dan Lembab
3.2	7.5	3.6	Panas dan Berangin
2.5	6	0.8	Cerah
2.5	8	0.8	Berawan
2.5	7.5	3.6	Berangin
1.5	6.5	2	Sejuk dan Cerah
1.5	8.5	2	Sejuk dan Lembab
1.5	7.5	3.6	Sejuk dan Berangin
0.8	6	2	Dingin dan Cerah
0.8	7.5	2	Dingin dan Lembab
0.8	7	3.6	Dingin dan Berangin
2	9	0.8	Hujan Ringan
2	9	2.4	Hujan Sedang
2	9	4.4	Hujan Lebat

6. Perhitungan Probabilitas Posterior

Probabilitas posterior dihitung untuk setiap kelas cuaca dengan tiga parameter yaitu suhu, kelembapan dan kecepatan angin menggunakan rumus Bayes

$$\text{Posterior}_i = P(x_1|\text{kelas}_i) \times P(x_2|\text{kelas}_i) \times P(x_3|\text{kelas}_i) \times P(\text{kelas}_i)$$

Rumus 3. Probabilitas Posterior

Dengan:

- $P(x_i | \text{kelas}(i))$ = Fungsi likelihood
- $X_1 | \text{kelas}(i)$ = data suhu sesuai kelas i
- $X_2 | \text{kelas}(i)$ = data kelembapan sesuai kelas i
- $X_3 | \text{kelas}(i)$ = data kecepatan angin sesuai kelas i
- $P(\text{kelas}(i))$ = Prior probability awal dari kelas

Probabilitas posterior dari ketiga parameter yang dihitung akan diakumulasikan dan dikalikan dengan prior (peluang awal) dari suatu kelas.

3.5.2. Proses Pengambilan Keputusan

- Menghitung likelihood untuk setiap kelas cuaca berdasarkan data input (kelembapan, kecepatan angin, suhu udara). Misalnya, untuk kelas "Panas dan Cerah", sistem menghitung kemungkinan data kelembapan, kecepatan angin, dan suhu udara dengan menggunakan rumus distribusi normal (Gaussian).
- Menghitung probabilitas posterior untuk setiap kelas cuaca dengan mengalikan likelihood dengan prior probability awal dari suatu kelas cuaca.
- Menentukan kelas cuaca dengan probabilitas posterior tertinggi sebagai prediksi cuaca.

3.5.3. Contoh Kasus

Input dari Pembacaan Sensor:

- Suhu = 20°C
- Kelembapan Udara = 95%
- Kecepatan Angin = 15 km/jam

Proses:

1. Menghitung likelihood untuk setiap kelas cuaca berdasarkan data input kelembapan, kecepatan angin, dan suhu udara.
2. Mengalikan hasil likelihood dengan prior probability untuk setiap kelas cuaca.
3. Menghitung posterior probability untuk setiap kelas cuaca.
4. Menentukan kelas cuaca dengan probabilitas tertinggi.

Prediksi:

Setelah melalui tahap proses, didapatkan nilai probabilitas kelas cuaca dari data yang diinput yaitu :

1. Hujan Sedang = 74.52%
2. Hujan Lebat = 25.04%
3. Berangin = 0.39%
4. Sejuk dan Lembab = 0.032%

Maka sistem akan memprediksi cuaca real-time berdasarkan metode naive bayes sebagai "Hujan Sedang"

3.6. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam menyelesaikan proyek ini dapat dilihat pada Table 15 dibawah ini.

Table 15. Estimasi biaya

No.	Alat/bahan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah	Total (Rp.)	Keterangan
1	DHT22	65.000	1	65.000	Pribadi
2	ESP32	100.000	1	100.000	Pribadi
3	Anemometer	595.000	1	595.000	Kampus
4	Panel	300.000	1	300.000	Pribadi
5	Power Supply	15.000	1	15.000	Kampus
6	RS485 To TTL Module	25.000	1	25.000	Pribadi
7	Extension Kabel	60.000	1	60.000	Pribadi
8	Modem Wi-Fi	150.000	1	150.000	Pribadi
Total				1.310.000	

3.7. Pengujian

Dalam tahap pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian tersebut bertujuan untuk memastikan apakah sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya. Pengujian dimulai dari pengujian Esp32, pengujian sensor, pengujian sistem.

3.7.1. Pengujian ESP32

Pengujian ESP32 dilakukan agar peneliti mengetahui apakah ESP32 sudah terhubung ke jaringan wifi atau tidak dengan dilakukan pengisian nama SSID beserta password dari wifi yang digunakan.

3.7.2. Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi data dari sensor DHT22 dan anemometer untuk mengukur kecepatan angin dalam menentukan kondisi cuaca yang akan terjadi.

3.7.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem monitoring suhu, kelembapan dan kecepatan angin dalam menentukan kondisi hujan dilakukan dengan menjalankan kondisi sesuai rulebase yang sudah dibuat sebelumnya dan melihat apakah data dari DHT22 dan Anemometer dapat menentukan kondisi cuaca. Sistem dikatakan berhasil apabila dapat membaca kondisi cuaca sesuai dengan kondisi cuaca aktualnya.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan metode Naive Bayes dengan Decision Tree. Meskipun keduanya memiliki kelebihan masing-masing, cara mereka bekerja dan efektivitasnya bisa berbeda tergantung pada jenis data. Berikut adalah perbandingan dari metode Naive Bayes dengan Decision Tree:

1. Decision Tree
 - 1) Membangun struktur pohon dari data, membagi data secara berulang berdasarkan fitur cuaca yang paling informatif (misalnya suhu atau kelembapan) untuk memaksimalkan akurasi prediksi.
 - 2) Mudah diinterpretasikan, hasil dalam bentuk pohon keputusan yang jelas dan intuitif.
 - 3) Menangani data numerik dan kategorikal, fleksibel untuk jenis data yang berbeda.
 - 4) Cocok untuk data cuaca yang lebih kompleks dengan relasi antar fitur yang kuat, seperti memprediksi kemungkinan badai berdasarkan berbagai variabel cuaca (suhu, kelembapan, angin).
2. Naive Bayes
 - 1) Menghitung probabilitas setiap kelas cuaca dan memilih kelas dengan probabilitas tertinggi.
 - 2) Cepat dan efisien, cocok untuk dataset besar dan sederhana untuk diimplementasikan.
 - 3) Cocok untuk analisis cuaca sederhana yang melibatkan data fitur yang tidak saling terkait secara signifikan, seperti prediksi apakah cuaca akan cerah, hujan, atau berangin

Proses pengujian alat yang telah dikerjakan sangat menentukan berhasil tidaknya alat yang telah dikerjakan. Setelah pengujian dapat diketahui apakah alat yang telah dikerjakan mengalami kesalahan atau perlu diadakan perbaikan. Setelah semua komponen dipasang dan wiring telah selesai maka harus dilakukan pemeriksaan ulang terhadap wiring agar pengujian dan pengukuran dapat dilaksanakan dengan cepat dan baik.

Pada bab ini akan ditampilkan data hasil alat, interface web, pengujian alat, pengujian sensor, proses pengambilan data, dan klasifikasi menggunakan metode Decision Tree dan Naive Bayes.

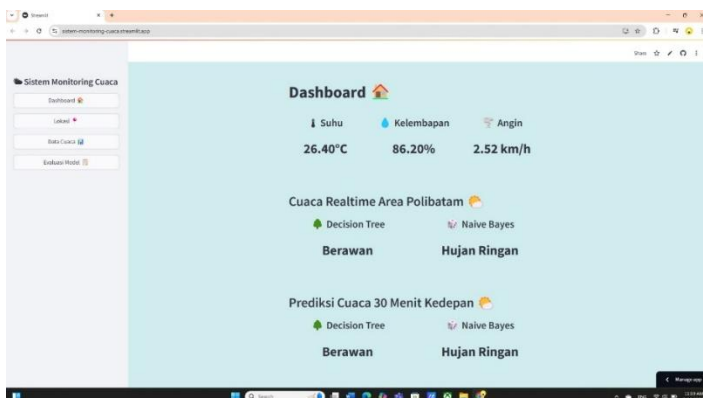
4.1. Hasil Alat dan Interface

Berikut adalah alat yang sudah dirangkai dalam panel pada Gambar 16, dan diletakkan di rooftop gedung utama Politeknik Negeri Batam. Di dalam Panel berisikan semua sensor dan alat yang dibutuhkan, seperti DHT22, Anemometer, RS485 Arduino, ESP32, Power Supply, dan juga Modem yang dibutuhkan untuk fitur IOT.



Gambar 16. Hasil Alat

Untuk Interface, dibuat dengan menggunakan Streamlit dan Github yang diintegrasikan dengan web Antares sebagai database, web dapat diakses dari link <https://sistem-monitoring-cuaca.streamlit.app/> dengan tampilan awal dashboard seperti pada Gambar 17 dibawah ini.



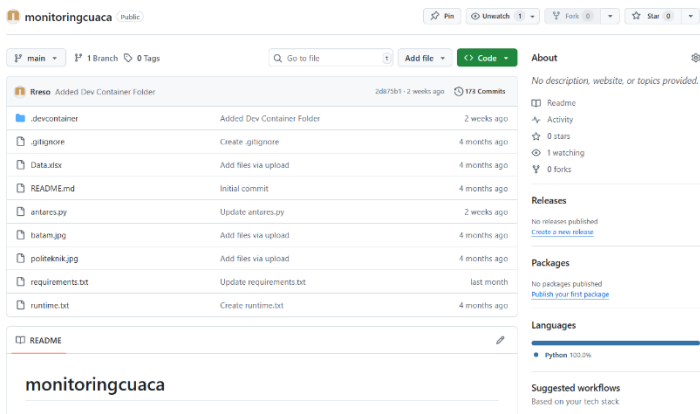
Gambar 17. Interface Dashboard Monitoring Cuaca

Data yang tampil pada dashboard didesain dengan mengambil data dari web Antares yang sudah terhubung dengan ESP32, dan diperbarui setiap 5 menit sesuai pengaturan yang dibuat. Untuk tampilan web Antares sebagai databasenya dapat dilihat pada Gambar 18 dibawah ini.

Time (WIB)	Resource Index (r)	Data
2025-07-27 21:23:48	/antares-cse/cin-gIPQh5eq3Dmi5QWqgV3uAaKzFtTX	<pre>{ "Suhu ("C)": 29, "Kelembapan (K)": 86.59999847, "Kecepatan Angin (km/h)": 7.920000076, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>
2025-07-27 21:23:46	/antares-cse/cin-ekarBwqgHEd3urSdOxVhm6GYSZbrip	<pre>{ "Suhu ("C)": 29, "Kelembapan (K)": 86.5, "Kecepatan Angin (km/h)": 8.600000343, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>
2025-07-27 21:23:44	/antares-cse/cin-wf8tIuQ2ngCndfMduSLWmrtYrGdJgdl	<pre>{ "Suhu ("C)": 29, "Kelembapan (K)": 86.59999847, "Kecepatan Angin (km/h)": 5.039999962, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>

Gambar 18. Dashboard Database Antares

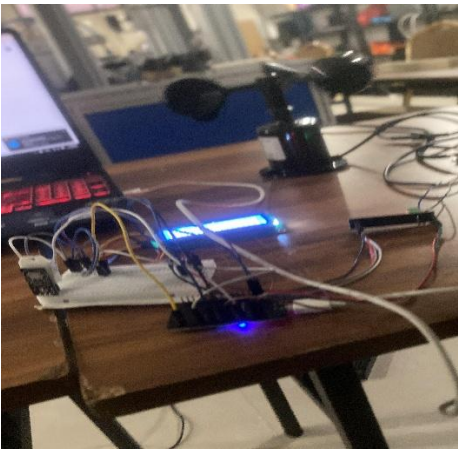
Untuk kodingan di github yang menjadi dasar membangun dashboard web pemantauan cuaca area Politeknik Negeri Batam, bisa diakses pada link <https://github.com/Rreso/monitoringcuaca> yang berisi kodingan-kodingan serta bahan bahan pembuatan Dashboard Web tersebut. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 19 dibawah ini.



Gambar 19. Github

4.2. Pengujian Alat, Sensor, dan Interface

Pengujian Alat dilakukan dengan merangkai setiap sensor dan ESP32 kemudian memprogram dengan Arduino IDE apakah setiap sensor dapat mengambil data yang dibutuhkan. Gambar 20 dibawah memperlihatkan proses pengujian alat.



Gambar 20. Pengujian Alat

Kemudian, semua sensor dirangkai pada panel yang diletakkan di rooftop gedung utama, dengan memprogram ESP32 yang sudah diintegrasikan dengan sensor sensor yang ada juga dihubungkan dengan web Antares selama kurang lebih satu bulan.

Table 16 menunjukkan hasil pengujian sensor kelembapan udara dan kecepatan angin pada tanggal 07 Maret 2025 dari pukul 14:58 hingga 08 Maret 2025 pukul 00:27 setiap 30 menit. Dan pada Table 17 menunjukkan hasil sensor dari prediksi BMKG.

Table 16. Pengujian Sensor

No.	Date / Time	Suhu (° C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (Km /h)
1	2025-03-07 / 14:58	29.9	71.9	13.3
2	2025-03-07 / 15:24	30.4	73.5	13.0
3	2025-03-07 / 15:54	31.7	68.5	11.6
4	2025-03-07 / 16:25	32.0	76.3	13.6

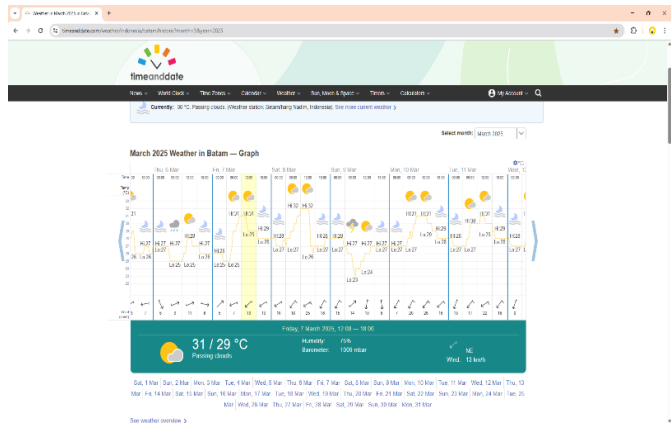
5	2025-03-07 / 16:55	30.5	72.7	13.5
6	2025-03-07 / 17:25	29.9	76.7	13.4
7	2025-03-07 / 17:55	30	78.6	12.8
8	2025-03-07 / 18:25	28.2	83.1	10.5
9	2025-03-07 / 18:55	28.2	83.9	14.4
10	2025-03-07 / 19:26	28.2	84.2	13.2
11	2025-03-07 / 19:56	28.2	83.0	11.2
12	2025-03-07 / 20:26	28.2	84.5	13.2
13	2025-03-07 / 20:56	28.3	84.8	12.1
14	2025-03-07 / 21:26	28.2	83.9	14.2
15	2025-03-07 / 21:56	28.0	83.6	14.3
16	2025-03-07 / 22:27	27.8	82.3	13.6
17	2025-03-07 / 22:57	27.6	83.1	12.2
18	2025-03-07 / 23:27	27.6	84.0	13.2
19	2025-03-07 / 23:57	27.6	84.3	10.6
20	2025-03-08 / 00:27	27.6	84.1	11.9

Table 17. Hasil sensor Prediksi BMKG

No.	Date / Time	Suhu (° C)	Kelembapan (%)	Kecepatan Angin (Km /h)
1	2025-03-07 / 14:58	29	75	13
2	2025-03-07 / 15:24	29	75	13
3	2025-03-07 / 15:54	31	75	13
4	2025-03-07 / 16:25	31	75	13
5	2025-03-07 / 16:55	31	75	13
6	2025-03-07 / 17:25	31	75	13
7	2025-03-07 / 17:55	31	75	13
8	2025-03-07 / 18:25	28	84	13

9	2025-03-07 / 18:55	28	84	13
10	2025-03-07 / 19:26	28	84	13
11	2025-03-07 / 19:56	28	84	13
12	2025-03-07 / 20:26	28	84	13
13	2025-03-07 / 20:56	28	84	13
14	2025-03-07 / 21:26	28	84	13
15	2025-03-07 / 21:56	28	84	13
16	2025-03-07 / 22:27	28	84	13
17	2025-03-07 / 22:57	28	84	13
18	2025-03-07 / 23:27	28	84	13
19	2025-03-07 / 23:57	28	84	13
20	2025-03-08 / 00:27	28	84	13

Pada Gambar 21 memperlihatkan perkiraan cuaca oleh BMKG pada tanggal 7 Maret 2025.



Gambar 21. Prediksi BMKG Weather Station Batam / Hang Nadim

Perbandingan antara data yang dihasilkan oleh alat pengukuran yang dikembangkan pada Table 16 dan data referensi dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada Table 17 menunjukkan adanya sejumlah perbedaan pada parameter cuaca yang diamati.

Alat pengukuran buatan sendiri mencatat suhu dengan fluktuasi yang lebih

bervariasi dengan nilai minimum 27.6 °C dan nilai maksimum 32 °C, sementara data dari BMKG hanya mencatat pada kisaran nilai tetap yaitu 29 °C dan 31°C.

Dan pada parameter kelembapan udara mencatat kisaran kelembapan udara dari 68.1% hingga 84.80%, data dari BMKG mencatat pada 75% dan 84%. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa alat rancangan ini mungkin memiliki tingkat sensitivitas yang lebih tinggi terhadap perubahan kelembapan dan suhu dalam jangka pendek, atau menggunakan metode pengukuran yang tidak sama dengan perangkat standar BMKG.

Sedangkan pada parameter kecepatan angin, alat yang dikembangkan mencatat rentang yang lebih lebar, yaitu antara 10.60 km/jam hingga 14.40 km/jam, sementara pengukuran BMKG relatif konstan pada 13 km/jam. Selisih ini kemungkinan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain perbedaan titik lokasi pengambilan data, sensitivitas sensor, serta metode perhitungan data. Sangat mungkin alat tersebut mengukur kecepatan angin secara langsung (real-time) pada area sekitar Politeknik Negeri Batam, sedangkan BMKG menggunakan pendekatan rata-rata dalam rentang waktu tertentu.

Di suatu waktu saat semua sensor sudah aktif dan dapat mengirim data ke web Antares, penulis mendapatkan error pada sensor kecepatan angin yang menampilkan data -1 dan setelah melakukan troubleshooting, permasalahannya ada pada modul RS485 Arduino yang sudah tidak bekerja dengan baik atau overheat, kemudian penulis melakukan penggantian dan verifikasi kembali semua sensor yang digunakan dapat bekerja. Pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 22 dibawah ini.



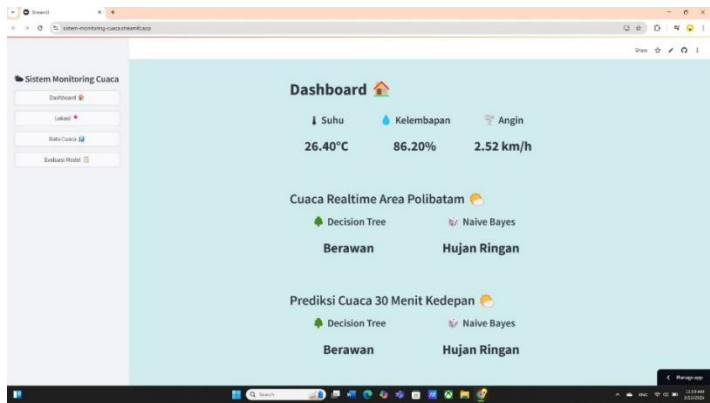
Gambar 22. Pengujian Sensor

Selanjutnya memastikan web Antares dapat menerima data sensor yang dikirim dari ESP32. Pengujian Database Antares dapat dilihat pada Gambar 23.

Time (WIB)	Resource Index (rI)	Data
2025-07-27 21:33:48	/antares-cse/cin-piP2k5eq3Dm15QWqgV3uJkAqZf6rTX	<pre>{ "Suhu (°C)": 29, "Kelembapan (%)": 86.59999847, "Kecepatan Angin (km/h)": 7.920000076, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>
2025-07-27 21:28:46	/antares-cse/cin-akerBwqgHtd3ur5dOXvh6GYtjZbrp	<pre>{ "Suhu (°C)": 29, "Kelembapan (%)": 86.5, "Kecepatan Angin (km/h)": 8.640000343, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>
2025-07-27 21:23:44	/antares-cse/cin-wtd1HxQ2regCsdEModSLWht1tyGdJdJl	<pre>{ "Suhu (°C)": 29, "Kelembapan (%)": 86.59999847, "Kecepatan Angin (km/h)": 5.039999962, "Decision Tree": "Berawan", "Naive Bayes": "Berawan" }</pre>

Gambar 23. Pengujian Database Antares

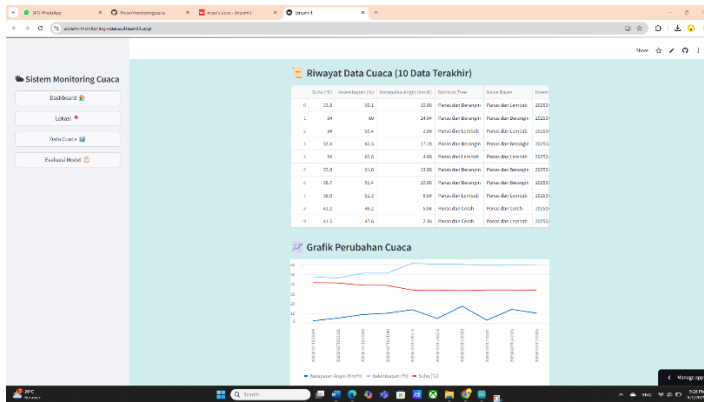
Untuk interface web sebagai pemantauan dan prediksi cuaca untuk 30 menit kedepan, ada ditambahkan tab seperti lokasi, untuk menunjukkan lokasi tempat sensor dan sistem dipasang, kemudian ada data cuaca untuk melihat histori 10 data terakhir beserta grafiknya, dan ada evaluasi model yang digunakan untuk prediksi atau memperkirakan cuaca yang akan datang 30 menit kedepan, seperti Gambar 24.



Gambar 24. Pengujian Interface

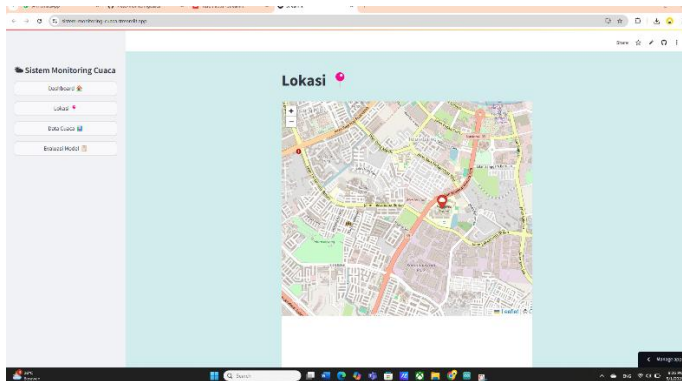
Pada tab dashboard menampilkan hasil sensor suhu, kelembapan dan kecepatan angin secara realtime, klasifikasi cuaca realtime di area Polibatam, dan juga hasil prediksi cuaca 30 menit kedepan berdasarkan dataset yang sudah

dimasukkan, dari tanggal 7 maret 2025 – 12 maret 2025 per 30 menitnya, kemudian pada tab Data Cuaca di Gambar 25 ditampilkan hasil riwayat data cuaca, 10 data terakhir yang di ambil dari web antares beserta grafiknya.

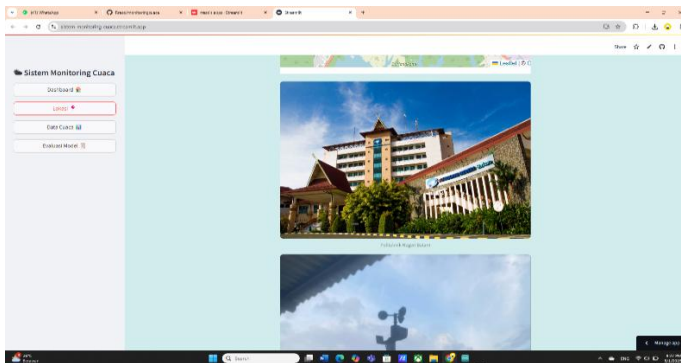


Gambar 25. Dashboard Tab Data Cuaca

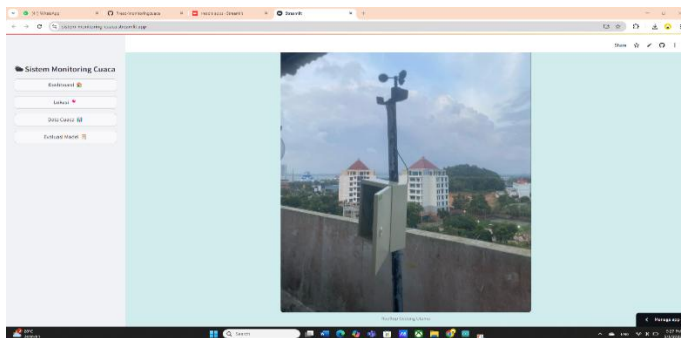
Selanjutnya pada tab Lokasi pada Gambar 26, Gambar 27 dan Gambar 28 ditambahkan penempatan Sistem Pemantauan Cuaca yaitu di Area Politeknik Negeri Batam Rooftop Gedung Utama dan pada tab Evaluasi Model ditampilkan hasil perbandingan analisis kedua metode, Decision Tree dan Naive Bayes dalam memprediksi cuaca 30 menit yang akan datang berdasarkan dataset yang diambil dan dimasukkan di github.



Gambar 26. Dashboard Tab Lokasi I



Gambar 27. Dashboard Tab Lokasi II

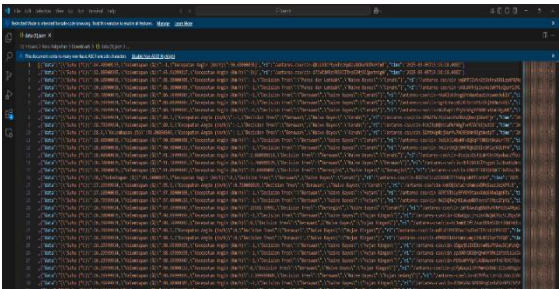


Gambar 28. Dashboard Tab Lokasi III

Dan pada tab terakhir ditambahkan tab Evaluasi Model, yaitu hasil analisis data sensor dari tanggal 7 Maret 2025 – 12 Maret 2025 per 30 menit sekali, sebagai dataset untuk melakukan kedua metode, Decision Tree dan Naive Bayes dalam memprediksi cuaca 30 menit kedepan, yang akan datang berdasarkan dataset yang diambil dan dimasukkan di github.

4.3. Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan memantau dan mengambil data yang diterima setiap sensor kemudian dikirim ke web antares setiap 5 menit sekali. Kemudian mengunduh data dari web Antares dengan format JSON seperti pada Gambar 29.



Gambar 29. Pengambilan Data dari Antares

Setelah itu dilakukan pemilihan dan pengolahan data yang disesuaikan dengan prediksi cuaca 30 menit yang akan datang. Pada Gambar 30, dari 1364 baris data yang diterima sensor setiap 5 menit difilter menjadi 230 baris data dan disusun pada tabel menjadi setiap 30 menit sekali karena kedua metode didesain akan memprediksi cuaca 30 menit yang akan datang.

1362	2025-03-12 / 10:08:09	41.00	42.40	18.36	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin
1363	2025-03-12 / 10:13:11	40.10	44.20	21.60	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin
1364	2025-03-12 / 10:18:13	42.10	41.60	8.64	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah
1365	2025-03-12 / 10:23:14	44.20	38.30	7.92	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah
228	2025-03-12 / 08:52:42	43.80	39.40	9.00	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah
229	2025-03-12 / 09:22:53	45.00	37.30	7.20	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah
230	2025-03-12 / 09:53:03	42.20	40.60	21.96	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin
231	2025-03-12 / 10:23:14	44.20	38.30	7.92	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah

Gambar 30. Dataset untuk prediksi

Berikut adalah Table 18 yang berisi sebagian data data sensor, suhu, kelembapan udara dan kecepatan angin pada tanggal 8 Maret – 9 Maret 2025 yang sudah di filter setiap 30 menit.

Table 18. Pengambilan Data Sensor

NO	Date/Time	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kecepatan angin (Km/h)
1	2025-03-08 / 17:03:59	27,10	86,20	10,44
2	2025-03-08 / 17:34:11	27,40	87,70	1,80
3	2025-03-08 / 18:04:26	27,40	83,80	3,60

4	2025-03-08 / 18:34:39	27,40	82,20	3,96
5	2025-03-08 / 19:04:49	27,70	84,70	10,80
6	2025-03-08 / 19:35:00	28,10	84,50	2,16
7	2025-03-08 / 20:05:10	28,00	81,40	15,48
8	2025-03-08 / 20:35:20	28,10	81,30	19,44
9	2025-03-08 / 21:05:35	28,10	80,80	22,68
10	2025-03-08 / 21:35:47	28,10	79,30	17,64
11	2025-03-08 / 22:05:57	28,20	80,00	15,12
12	2025-03-08 / 22:36:11	28,10	81,20	17,28
13	2025-03-08 / 23:06:24	28,00	81,00	8,28
14	2025-03-08 / 23:36:37	28,00	81,80	20,88
15	2025-03-09 / 00:06:48	28,00	82,20	7,20
16	2025-03-09 / 00:36:57	28,00	82,50	12,24
17	2025-03-09 / 01:07:08	28,00	83,00	12,24
18	2025-03-09 / 01:37:23	28,00	83,10	18,36
19	2025-03-09 / 02:07:33	28,00	82,10	12,24
20	2025-03-09 / 02:37:46	27,90	82,30	15,84
21	2025-03-09 / 03:07:56	27,90	82,70	17,64
22	2025-03-09 / 03:38:10	27,80	82,80	14,04
23	2025-03-09 / 04:08:22	28,00	81,60	7,20
24	2025-03-09 / 04:38:33	28,00	82,80	14,40
25	2025-03-09 / 05:08:52	28,00	83,10	5,40

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 18 terdapat tiga parameter utama yang dianalisis, yaitu suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Suhu udara berkisar antara 27.10°C hingga 28.20°C, dengan suhu tertinggi tercatat pada 8 Maret 2025 pukul 22:05 sebesar 28.20°C, dan suhu terendah pada 8 Maret pukul 17:30, yaitu 27.10°C. Pola perubahan suhu menunjukkan bahwa suhu cenderung stabil pada angka 28 °C di rentang waktu sore sampai dini hari tanggal 8 – 9 Maret 2025.

Kelembapan udara dalam rentang sore hari 8 Maret sampai dini hari 9 Maret dengan nilai terendah 79.30% dan nilai tertinggi 87.70%, Kecepatan angin berkisar antara 1.80 Km/h hingga 22.68 Km/h. Kecepatan angin lebih tinggi pada malam hari tanggal 8 Maret dan cenderung stabil pada dini hari tanggal 9 Maret.

4.4. Klasifikasi Kelas Cuaca Menggunakan Metode Decision Tree Secara Real-time

Table 19. Klasifikasi Kelas Cuaca Decision Tree

No.	Date / Time	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin	Klasifikasi Decision Tree
1	2025-03-08 / 07:00	30,40	73,90	2,15	Panas dan Lembab
2	2025-03-08 / 07:30	37,70	55,30	3,24	Panas dan Lembab
3	2025-03-08 / 08:00	37,70	54,20	10,80	Panas dan Berangin
4	2025-03-08 / 08:31	32,80	66	18,72	Panas dan Berangin
5	2025-03-08 / 09:01	37,90	54,80	3,96	Panas dan Lembab
6	2025-03-08 / 09:31	42,80	43,60	4,3	Panas dan Cerah
7	2025-03-08 / 15:03	32,60	65	26,64	Panas dan Berangin
8	2025-03-08 / 16:03	29,50	73,10	11,88	Berangin
9	2025-03-08 / 16:33	27,50	79,80	7,20	Berawan
10	2025-03-08 / 17:03	27,10	86,20	10,44	Berangin
11	2025-03-08 / 17:34	27,40	87,70	1,80	Berawan
12	2025-03-09 / 07:09	27,10	84,30	2,16	Berawan
13	2025-03-09 / 07:39	26,80	84	6,12	Berawan
14	2025-03-09 / 08:10	25,70	89,90	1,44	Berawan
15	2025-03-09 / 08:40	25	90,40	21,96	Hujan Ringan

16	2025-03-09 / 09:10	24,90	90,10	25,56	Hujan Ringan
17	2025-03-09 / 09:40	24,20	87	12,60	Hujan Ringan
18	2025-03-09 / 10:10	24,20	88,50	1,80	Berawan
19	2025-03-09 / 10:41	24,90	89,40	1,44	Berawan
20	2025-03-09 / 11:11	24,70	92,80	10,08	Hujan Ringan

Berdasarkan Table 19 diatas, klasifikasi cuaca dari 20 observasi, terlihat bahwa pada pagi hari tanggal 8 Maret, cuaca didominasi oleh klasifikasi Panas dan Lembab (No. 1, 2, 5), ditandai dengan suhu tinggi (30–37°C), kelembapan sedang hingga tinggi (55–74%), dan kecepatan angin rendah (sekitar 2–4 km/jam). Saat angin meningkat (hingga 18 km/jam) dengan suhu tinggi dan kelembapan yang sedikit menurun, klasifikasi berubah menjadi Panas dan Berangan (No. 3, 4).

Kemudian, menjelang siang dan sore, saat suhu masih tinggi namun kelembapan menurun signifikan dengan kecepatan angin sedang, cuaca diklasifikasikan sebagai Panas dan Cerah (No. 6). Jika angin sangat tinggi (di atas 25 km/jam) dengan suhu menurun, klasifikasi berubah menjadi Berangan (No. 7, 8, 10).

Menjelang sore dan malam hari, terjadi peningkatan kelembapan (di atas 80%) dan penurunan suhu (sekitar 27°C ke bawah), menyebabkan kondisi diklasifikasikan sebagai Berawan (No. 9, 11–14, 18, 19).

Kemudian, pada tanggal 9 Maret mulai pukul 08:40, terjadi lonjakan kelembapan (di atas 89%) dan kecepatan angin yang tinggi (hingga 25 km/jam), suhu berkisar 24–25°C, sehingga klasifikasi cuaca berubah menjadi Hujan Ringan (No. 15–17, 20). Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh gabungan dari kelembapan yang sangat tinggi dan kecepatan angin yang meningkat menjadi indikator utama dalam prediksi hujan ringan oleh Decision Tree.

Metode Decision Tree menunjukkan performa yang baik dalam mengelompokkan cuaca berdasarkan pola dari suhu, kelembapan, dan kecepatan angin. Pola yang diamati konsisten dengan kondisi nyata: suhu tinggi dan kelembapan rendah cenderung menghasilkan cuaca panas, sementara kelembapan tinggi disertai angin kencang menjadi indikator hujan. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediktif yang baik terhadap pola cuaca lokal.

4.5. Klasifikasi Kelas Cuaca Menggunakan Metode Naive Bayes secara Real-time

Table 20. Klasifikasi Kelas Cuaca Naive Bayes

No.	Date / Time	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin	Klasifikasi Naive Bayes
1	2025-03-08 / 07:00	30,40	73,90	2,15	Berangin
2	2025-03-08 / 07:30	37,70	55,30	3,24	Panas dan Lembab
3	2025-03-08 / 08:00	37,70	54,20	10,80	Panas dan Berangin
4	2025-03-08 / 08:31	32,80	66	18,72	Panas dan Berangin
5	2025-03-08 / 09:01	37,90	54,80	3,96	Panas dan Lembab
6	2025-03-08 / 09:31	42,80	43,60	4,3	Panas dan Cerah
7	2025-03-08 / 15:03	32,60	65	26,64	Berangin
8	2025-03-08 / 16:03	29,50	73,10	11,88	Berawan
9	2025-03-08 / 16:33	27,50	79,80	7,20	Berawan
10	2025-03-08 / 17:03	27,10	86,20	10,44	Berawan
11	2025-03-08 / 17:34	27,40	87,70	1,80	Hujan Ringan
12	2025-03-09 / 07:09	27,10	84,30	2,16	Hujan Ringan
13	2025-03-09 / 07:39	26,80	84	6,12	Berawan
14	2025-03-09 / 08:10	25,70	89,90	1,44	Hujan Ringan
15	2025-03-09 / 08:40	25	90,40	21,96	Hujan Lebat
16	2025-03-09 / 09:10	24,90	90,10	25,56	Hujan Lebat
17	2025-03-09 / 09:40	24,20	87	12,60	Hujan Sedang
18	2025-03-09 / 10:10	24,20	88,50	1,80	Hujan Ringan

19	2025-03-09 / 10:41	24,90	89,40	1,44	Hujan Ringan
20	2025-03-09 / 11:11	24,70	92,80	10,08	Hujan Sedang

Berdasarkan Table 20, hasil klasifikasi cuaca dari 20 observasi tanggal 8 dan 9 Maret 2025, metode Naive Bayes mengelompokkan kondisi cuaca ke dalam kategori: Panas dan Lembab, Panas dan Berangin, Panas dan Cerah, Berangin, Berawan, Hujan Ringan, Hujan Sedang, dan Hujan Lebat. Klasifikasi ini dilakukan dengan memanfaatkan probabilitas kombinasi dari variabel suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin.

Pada pagi hari tanggal 8 Maret, data No. 1 menunjukkan kondisi dengan suhu 30,4°C dan kelembapan 73,9% diklasifikasikan sebagai Berangin meskipun kecepatan angin tergolong rendah (2,15 km/jam), yang menunjukkan kemungkinan ketidaktepatan prediksi. Sementara data No. 2 dan 5 yang memiliki suhu tinggi (37,7–37,9°C) dan kelembapan sedang (sekitar 54–55%) dengan angin rendah diklasifikasikan sebagai Panas dan Lembab. Saat kecepatan angin meningkat menjadi 10,80 km/jam (No. 3), klasifikasi berubah menjadi Panas dan Berangin. Data No. 4 tidak memiliki hasil klasifikasi, menunjukkan kemungkinan data tidak dikenali oleh model.

Pada siang hingga sore hari (No. 6–10), suhu tetap tinggi namun kelembapan menurun dan angin meningkat, menyebabkan klasifikasi Panas dan Cerah (No. 6) serta Berangin (No. 7). Kemudian saat suhu menurun dan kelembapan meningkat (di atas 73%), cuaca diklasifikasikan menjadi Berawan (No. 8–10).

Menjelang malam (No. 11) dan pagi tanggal 9 Maret (No. 12–14), suhu turun di bawah 27°C dan kelembapan meningkat (di atas 84%), sehingga klasifikasi berubah menjadi Hujan Ringan.

Pada tanggal 9 Maret mulai pukul 08:40 hingga siang hari, suhu sangat rendah (sekitar 24–25°C), kelembapan sangat tinggi (di atas 90%), dan kecepatan angin tinggi (di atas 20 km/jam) menyebabkan klasifikasi menjadi Hujan Lebat (No. 15–16). Saat angin tidak terlalu ekstrem namun kelembapan tetap tinggi, model memprediksi Hujan Sedang (No. 17 dan 20). Sementara saat angin rendah dan kelembapan tinggi, cuaca tetap diklasifikasikan sebagai Hujan Ringan (No. 18–19).

Metode Naive Bayes secara umum dapat menangkap pola cuaca berdasarkan hubungan probabilistik antar parameter cuaca. Model ini mengklasifikasikan kondisi ekstrem seperti *Hujan Lebat* dengan cukup tepat ketika didukung oleh data suhu rendah, kelembapan sangat tinggi, dan angin kencang. Namun, terdapat beberapa ketidaksesuaian seperti klasifikasi *Berangin* pada kecepatan angin rendah, dan data kosong (No. 4) yang menunjukkan model bisa gagal mengenali kondisi tertentu.

4.6. Perbandingan Klasifikasi Cuaca menggunakan Metode Decision Tree dan Metode Naive Bayes secara Real-time dan Prediksinya

Table 21. Klasifikasi dan Prediksi Kelas Cuaca Decision Tree dan Naive Bayes

No.	Date / Time	Decision Tree Real-time	Naive Bayes Real-time	Decision Tree Prediksi	Naive Bayes Prediksi
1	2025-03-08 / 07:00	Panas dan Lembab	Berangin	Panas dan Lembab	Panas dan Lembab
2	2025-03-08 / 07:30	Panas dan Lembab	Panas dan Lembab	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin
3	2025-03-08 / 08:00	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin
4	2025-03-08 / 08:31	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin	Panas dan Berangin
5	2025-03-08 / 09:01	Panas dan Lembab	Panas dan Lembab	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah
6	2025-03-08 / 09:31	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah	Panas dan Cerah
7	2025-03-08 / 15:03	Panas dan Berangin	Berangin	Berangin	Berangin
8	2025-03-08 / 16:03	Berangin	Berawan	Berawan	Berawan
9	2025-03-08 / 16:33	Berawan	Berawan	Berangin	Berangin
10	2025-03-08 / 17:03	Berangin	Berawan	Berawan	Berawan
11	2025-03-08 / 17:34	Berawan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
12	2025-03-09 / 07:09	Berawan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
13	2025-03-09 / 07:39	Berawan	Berawan	Berawan	Berawan
14	2025-03-09 / 08:10	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan Ringan
15	2025-03-09 / 08:40	Hujan Ringan	Hujan Lebat	Hujan Ringan	Hujan Ringan
16	2025-03-09 / 09:10	Hujan Ringan	Hujan Lebat	Hujan Ringan	Hujan Ringan
17	2025-03-09 / 09:40	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Berawan	Berawan

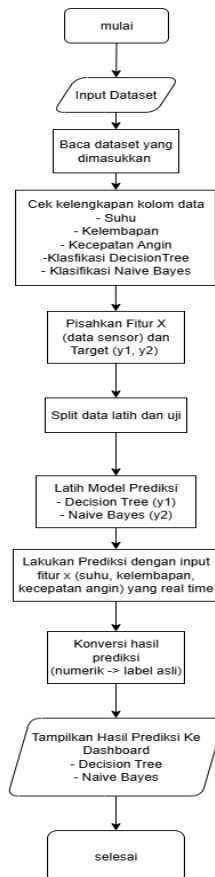
18	2025-03-09 / 10:10	Berawan	Hujan Ringan	Berawan	Berawan
19	2025-03-09 / 10:41	Berawan	Hujan Ringan	Hujan Ringan	Hujan Ringan
20	2025-03-09 / 11:11	Hujan Ringan	Hujan Sedang	Hujan Ringan	Hujan Ringan

Tabel 21 berisikan hasil klasifikasi cuaca menggunakan metode Decision Tree dan Naive Bayes terhadap 20 data pengamatan secara real-time serta hasil prediksi cuaca untuk 30 menit ke depan, diperoleh bahwa metode Decision Tree menunjukkan kinerja yang lebih konsisten dan akurat dibandingkan dengan metode Naive Bayes. Pada klasifikasi secara real-time, tingkat kecocokan antara Decision Tree dan Naive Bayes sebesar 65%, dengan perbedaan hasil umumnya terjadi pada saat transisi kondisi cuaca, seperti dari cuaca panas ke berawan atau dari berawan ke hujan. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing metode memiliki karakteristik tersendiri dalam menangkap pola data cuaca.

Sementara itu, hasil prediksi cuaca 30 menit ke depan menunjukkan tingkat kesamaan antara kedua metode yang cukup tinggi, yaitu sebesar 85%, yang mengindikasikan bahwa secara umum baik Decision Tree maupun Naive Bayes memberikan hasil prediksi yang serupa pada jangka pendek. Akan tetapi, ketika hasil prediksi dibandingkan dengan kondisi cuaca real-time berikutnya, metode Decision Tree memiliki tingkat akurasi sebesar 73,7%, sedangkan Naive Bayes hanya mencapai 31,6%. Ini menandakan bahwa Decision Tree lebih mampu menangkap perubahan pola cuaca secara dinamis dan menghasilkan prediksi yang lebih mendekati kondisi aktual.

Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode Decision Tree lebih direkomendasikan untuk digunakan dalam sistem prediksi cuaca jangka pendek karena memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dan kestabilan dalam klasifikasi. Di sisi lain, akurasi Naive Bayes yang rendah pada kondisi cuaca yang berubah-ubah menunjukkan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap pemilihan fitur, distribusi data, serta kemungkinan peningkatan melalui metode hybrid atau ensemble. Pendekatan kombinasi antar metode berpotensi meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan dalam memantau dan memprediksi kondisi cuaca secara lebih akurat dan andal.

4.7. Evaluasi Model Perbandingan Metode Decision Tree dan Metode Naive Bayes dalam memprediksi cuaca



Gambar 31. Diagram alir Pelatihan Kedua Metode untuk prediksi cuaca

Gambar 31 diatas merupakan diagram alir dari proses pelatihan data menggunakan kedua metode yaitu, Decision Tree dan Naive Bayes untuk bisa memprediksi cuaca 30 menit yang akan datang dari data sensor yang diterima secara real time dan berdasarkan dataset observasi sensor suhu, kelembapan dan kecepatan angin serta klasifikasi real-time kedua metode.

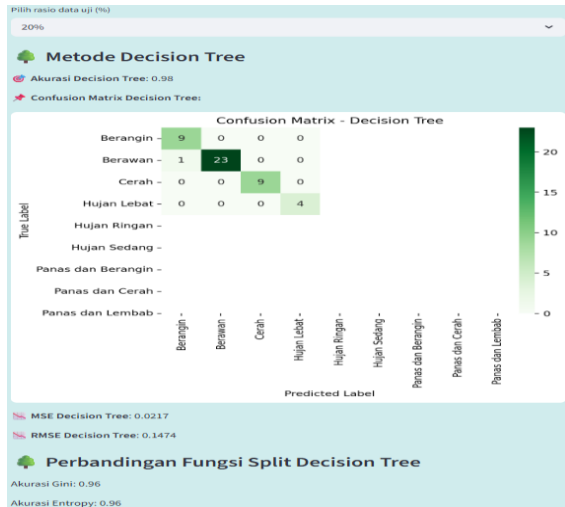
Kemudian dari data klasifikasi cuaca real-time dengan kedua metode akan digunakan untuk memprediksi cuaca 30 menit kedepan, lalu dari hasil pelatihan dataset, ditentukan Evaluasi Model menggunakan nilai akurasi, akurasi gini,

akurasi entropy, MSE, dan RMSE nya dan K Fold Cross Validation pada rasio data yang berbeda sehingga penulis dapat menentukan metode yang lebih unggul untuk sistem monitoring cuaca yang dibuat oleh penulis :

- Rasio Data, digunakan untuk membagi proporsi data yang digunakan sebagai data *testing* (pengujian) saat membagi dataset menjadi data latih (training) dan data uji (testing) dalam machine learning. Pada Evaluasi model ini rasio data dibagi menjadi 3, yaitu 20%, 30% dan 40% dimana berarti, 20% data untuk testing, 80% data untuk training, lalu 30% data untuk testing, 70% data untuk training dan 40% data untuk testing dan 60% data untuk di training.
- Akurasi Model, digunakan sebagai metrik utama untuk mengukur seberapa tepat model dalam melakukan klasifikasi kondisi cuaca (misalnya: cerah, hujan, mendung, berangin).
- Akurasi Gini, akurasi hasil prediksi dari Model Decision Tree untuk melatih model dengan fungsi pemisah (Split Function) Gini. Gini mengukur kemurnian sebuah node dalam Decision Tree. Semakin kecil nilai Gini, semakin murni node itu (semua data berasal dari satu kelas).
- Akurasi Entropy dari model Decision Tree menggunakan fungsi pemisah (Split Function) entropy untuk membangun pohonnya. Entropy mengukur tingkat ketidakpastian (disorder) dalam data. Semakin tinggi entropy, semakin tidak murni node tersebut.
- Mean Squared Error (MSE), ialah parameter pengukuran rata-rata kuadrat dari selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual. Semakin kecil MSE, semakin baik model dalam memprediksi nilai yang mendekati kenyataan.
- Root Mean Squared Error (RMSE), merupakan akar kuadrat dari MSE dan memiliki satuan yang sama dengan data asli, sehingga lebih mudah untuk diinterpretasikan secara langsung.
- K Fold Cross Validation, Teknik ini membagi dataset menjadi beberapa bagian (fold), dan proses pelatihan serta pengujian model dilakukan sebanyak *K* kali, dengan bagian data yang berbeda-beda setiap iterasinya. Pada sistem ini digunakan 5-Fold Cross Validation dan 10-Fold Cross Validation, yang berarti, dataset dibagi menjadi 5 dan 10 bagian yang sama besar kemudian model dilatih dan diuji sebanyak 5 kali dan 10 kali dengan kombinasi data yang berbeda. Dengan menerapkan metode ini pada kedua model, diperoleh gambaran yang lebih obyektif tentang keandalan masing-masing model dalam memprediksi kondisi cuaca. Model dengan nilai akurasi rata-rata tertinggi dari hasil cross validation dapat dianggap memiliki generalisasi yang lebih baik terhadap data baru.

4.7.1 Evaluasi Model Decision Tree

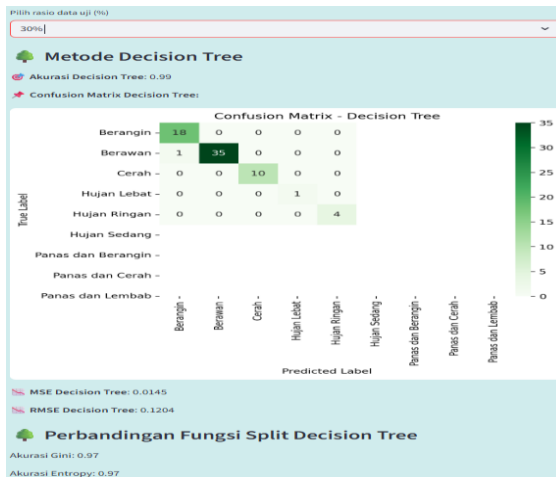
Metode Decision Tree digunakan untuk memetakan atribut-atribut masukan berupa suhu, kelembapan, dan kecepatan angin ke dalam kelas-kelas cuaca seperti Cerah, Berawan, Panas dan Lembab, atau Hujan Ringan, dll.



Gambar 32. Evaluasi Model Decision Tree dengan Rasio data 20%

Dalam pengujian pada Gambar 32, hasil Evaluasi Model dengan rasio data 20% dari Metode Decision Tree ialah :

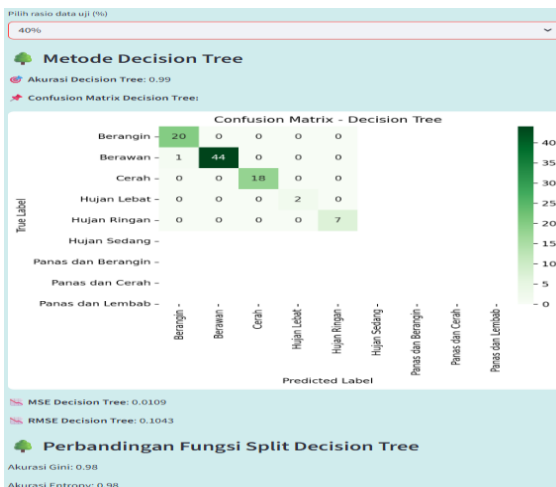
- Decision Tree mencapai akurasi sebesar 98%, artinya model ini mampu memprediksi kondisi cuaca dengan benar sebanyak 98 dari 100 kasus.
- MSE untuk Decision Tree: 0.2174
- RMSE untuk Decision Tree: 1474
- Akurasi Gini: 96%
- Akurasi Entropy 96%



Gambar 33. Evaluasi Model Decision Tree dengan Rasio data 30%

Dalam pengujian pada Gambar 33, hasil Evaluasi Model dengan rasio data 30% dari Metode Decision Tree ialah :

- Decision Tree mencapai akurasi sebesar 99%, artinya model ini mampu memprediksi kondisi cuaca dengan benar sebanyak 99 dari 100 kasus.
- MSE untuk Decision Tree: 0.0145
- RMSE untuk Decision Tree: 0.1204
- Akurasi Gini: 97%
- Akurasi Entropy 97%



Gambar 34. Evaluasi Model Decision Tree dengan Rasio data 40%

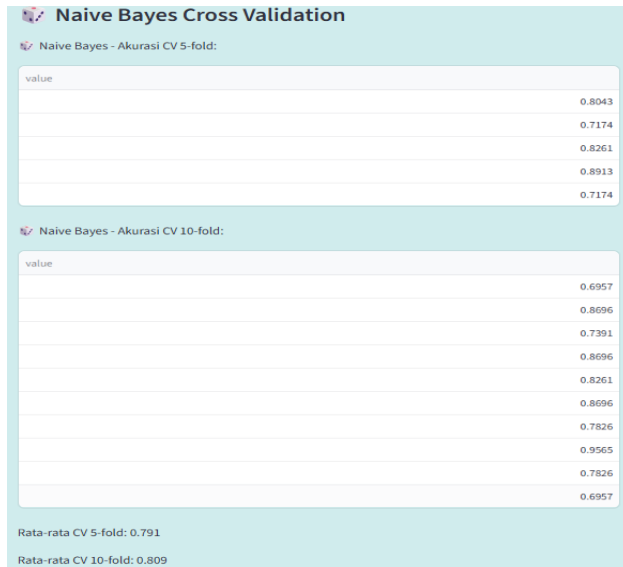
Dalam pengujian hasil pada Gambar 34, Evaluasi Model dengan rasio data 40% dari Metode Decision Tree ialah :

- Decision Tree mencapai akurasi sebesar 99%, artinya model ini mampu memprediksi kondisi cuaca dengan benar sebanyak 98 dari 100 kasus.
- MSE untuk Decision Tree: 0.0109
- RMSE untuk Decision Tree: 0.1043
- Akurasi Gini: 98%
- Akurasi Entropy 98%

Berdasarkan hasil evaluasi model Decision Tree dengan rasio data uji sebesar 20%, 30%, dan 40%, dapat disimpulkan bahwa model menunjukkan performa yang sangat baik dan konsisten dalam memprediksi kondisi cuaca. Akurasi model selalu tinggi, yaitu mencapai 98% hingga 99%, dengan nilai MSE dan RMSE yang semakin menurun seiring peningkatan rasio data uji, menunjukkan kemampuan generalisasi model yang semakin kuat. Selain itu, baik metode fungsi pemisah Gini maupun Entropy memberikan hasil akurasi yang hampir identik, yaitu antara 96% hingga 98%, yang menandakan bahwa struktur pohon yang terbentuk dari kedua metode pemisah tersebut cenderung serupa. Hal ini juga mengindikasikan bahwa data yang digunakan cukup bersih dan relevan terhadap label klasifikasinya. Oleh karena itu, model Decision Tree dengan fungsi pemisah Gini dapat dipilih sebagai pendekatan yang optimal dan efisien karena mampu memberikan hasil akurasi tinggi dengan proses komputasi yang lebih ringan. Hal ini menunjukkan bahwa Decision Tree memiliki kemampuan generalisasi yang sangat baik, serta efektif dalam mengenali pola dari data cuaca yang tersedia.

4.7.2 Evaluasi Model Naive Bayes

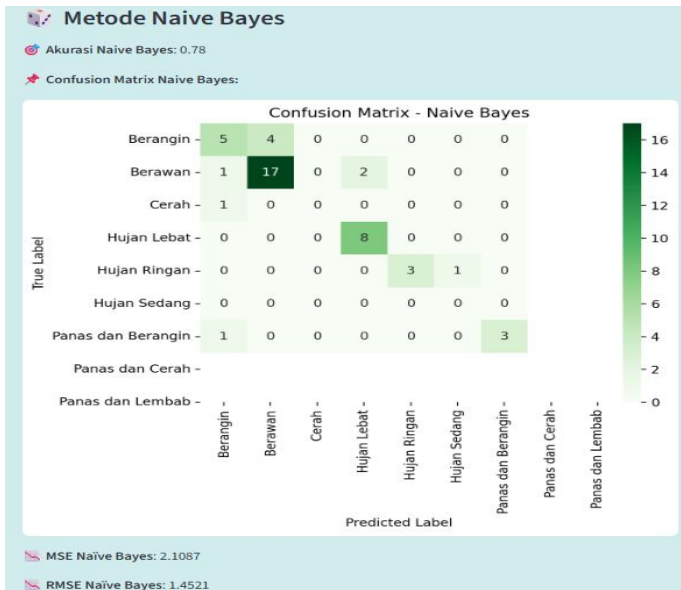
Naive Bayes menggunakan pendekatan probabilistik berdasarkan Teorema Bayes, dan mengasumsikan bahwa masing-masing atribut bersifat independen.



Gambar 35. Hasil Akurasi K Fold Validation

Dalam pengujian pada Gambar 35, hasil Evaluasi Model dengan menggunakan K Fold Validation, yaitu membagi dataset menjadi 5 bagian dengan pembagian rasio untuk data latih yaitu 80% dan data uji 20% masing masing Fold dan 10 bagian dengan rasio untuk data latih 90% dan data uji 20%. Kemudian mendapat nilai akurasi per fold seperti pada Gambar 31.

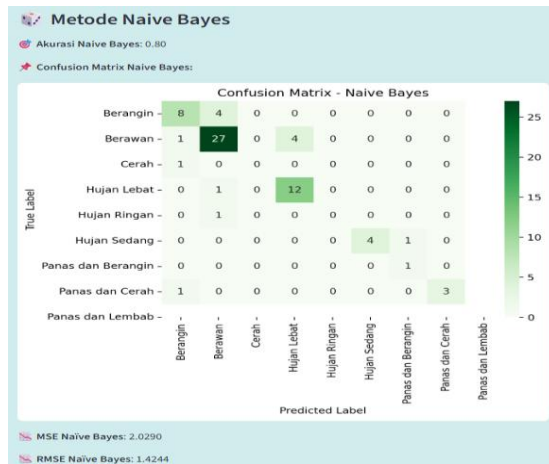
- Rata – rata akurasi Cross Validation 5 Fold : 0.791 / 79%
- Rata – rata akurasi Cross Validation 10 Fold : 0.809 / 80.9%



Gambar 36. Evaluasi Model Naive Bayes dengan rasio data 20%

Pada Gambar 36, dalam pengujian hasil Evaluasi Model dengan rasio data 20% dari Metode Naive Bayes ialah :

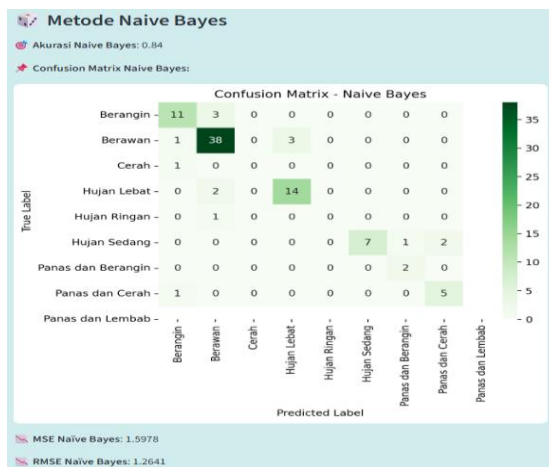
- Naive Bayes mencapai akurasi sebesar 78%, artinya model ini mampu memprediksi kondisi cuaca dengan benar sebanyak 78 dari 100 kasus.
- MSE untuk Naive Bayes: 2.1087
- RMSE untuk Naive Bayes: 1.4521
- Rata-rata akurasi cross validation 5 fold: 79%
- Rata-rata akurasi cross validation 10 fold: 80%



Gambar 37. Evaluasi Model Naive Bayes dengan rasio data 30%

Pada Gambar 37, dalam pengujian hasil Evaluasi Model dengan rasio data 30% dari Metode Naive Bayes ialah :

- Naive Bayes mencapai akurasi sebesar 80%, artinya model ini mampu memprediksi kondisi cuaca dengan benar sebanyak 80 dari 100 kasus.
- MSE untuk Naive Bayes: 2.0290
- RMSE untuk Naive Bayes: 1.4244
- Rata-rata akurasi cross validation 5 fold: 79%
- Rata-rata akurasi cross validation 10 fold: 80%



Gambar 38. Evaluasi Model Naive Bayes dengan rasio data 40%

Pada Gambar 38, dalam pengujian hasil Evaluasi Model dengan rasio data 40% dari Metode Naive Bayes ialah :

- Naive Bayes mencapai akurasi sebesar 84%, artinya model ini mampu memprediksi kondisi cuaca dengan benar sebanyak 78 dari 100 kasus.
- MSE untuk Naive Bayes: 1.5978
- RMSE untuk Naive Bayes: 1.2641
- Rata-rata akurasi cross validation 5 fold: 79%
- Rata-rata akurasi cross validation 10 fold: 80%

Model Naive Bayes menunjukkan performa klasifikasi yang cukup baik dalam memprediksi kondisi cuaca, meskipun akurasinya belum setinggi metode Decision Tree. Pada rasio data uji sebesar 20%, akurasi yang dicapai sebesar 78% dengan nilai MSE 2.1087 dan RMSE 1.4521. Ketika rasio data uji ditingkatkan menjadi 30%, akurasi sedikit meningkat menjadi 80% dengan MSE 2.0290 dan RMSE 1.4244. Peningkatan lebih signifikan terlihat saat menggunakan rasio 40%, dengan akurasi mencapai 84% dan penurunan MSE serta RMSE menjadi 1.5978 dan 1.2641 secara berturut-turut. Meskipun nilai MSE dan RMSE relatif lebih tinggi dibandingkan model Decision Tree, tren penurunannya menunjukkan bahwa model Naive Bayes tetap menunjukkan kemampuan belajar dari data. Selain itu, hasil cross-validation 5-fold dan 10-fold yang stabil di angka 79–80% menunjukkan bahwa model ini cukup konsisten meski sederhana. Naive Bayes yang mengasumsikan independensi antar fitur, padahal dalam data cuaca, variabel-variabel seperti suhu, kelembapan, dan kecepatan angin cenderung saling berkorelasi. Asumsi yang tidak sepenuhnya terpenuhi ini dapat menyebabkan penurunan performa prediksi pada model Naive Bayes.

4.7.3 Kesimpulan Evaluasi Model

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan semua parameter diatas, dapat disimpulkan bahwa:

- Metode Decision Tree menghasilkan akurasi prediksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Naive Bayes.
- Metode Decision Tree mampu menyesuaikan aturan klasifikasinya terhadap kompleksitas data yang bervariasi di lingkungan nyata.
- Namun Metode Decision Tree untuk prediksi berpotensi untuk overfitting apabila model terlalu kompleks, metode ini terlalu menghafal data latihnya, sehingga kinerja bisa sangat baik pada data pelatihan tetapi buruk pada data baru / data uji. Serta menjadi kurang efisien ketika diterapkan pada dataset yang sangat besar.
- Metode Naive Bayes menawarkan pendekatan yang sederhana dan efisien dalam proses klasifikasi.

- Metode Naive Bayes, dengan prinsip probabilistik dan asumsi independensi antar fitur, mampu memproses data dengan sangat cepat.
- Dalam Metode Naive Bayes, asumsi independensi antar variabel yang digunakan dalam klasifikasi terutama dalam kasus data cuaca yang secara alamiah memiliki keterkaitan antar variabel, seperti suhu yang mempengaruhi kelembapan atau yang lainnya. Hal ini menyebabkan akurasi Naive Bayes cenderung lebih rendah dibandingkan dengan Decision Tree dalam eksperimen ini

Oleh karena itu, penulis lebih merekomendasikan Metode Decision Tree untuk digunakan dalam implementasi Sistem Pemantauan Cuaca ini.

Bab.5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Perbandingan Metode Decision Tree dan Naive Bayes dalam menganalisis sistem pemantauan Cuaca, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Informasi hasil pemantauan cuaca dapat diakses secara *real-time*, sehingga sangat mendukung aktivitas pembelajaran maupun kegiatan transportasi di lingkungan Politeknik Negeri Batam. Dengan adanya informasi yang bersifat prediktif dan akurat, pengguna dapat mengambil langkah antisipasi terhadap kondisi cuaca ekstrem atau tidak stabil
2. Sistem pemantauan cuaca yang dibuat berfungsi sebagai sumber utama data dan mampu menganalisis data pengukuran seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan angin secara *real-time* pada dashboard web yang dibuat. Alat ini menjadi komponen penting karena keakuratan model sangat bergantung pada kualitas dan konsistensi data yang dikumpulkan.
3. Sistem telah berhasil mengintegrasikan sensor suhu dan kelembapan DHT22 dan anemometer dengan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi untuk mengumpulkan data secara efisien dan berkelanjutan. Penggunaan dua metode klasifikasi (Decision Tree dan Naive Bayes) dalam sistem ini memberikan fleksibilitas dalam proses analisis dan memungkinkan adaptasi terhadap berbagai kondisi cuaca secara otomatis.
4. Kedua metode memiliki kelebihan masing-masing dalam menganalisis data cuaca pada sistem ini. Metode Decision Tree mencapai akurasi 98% pada rasio data 20% dan akurasi 99% pada rasio data 30% dan 40% dan mendapatkan akurasi Gini juga entropy 96% - 98% pada masing masing rasio data, menunjukkan konsistensi tinggi dalam klasifikasi kondisi cuaca sementara itu, Metode Naive Bayes mencapai akurasi 78% pada rasio data 20%, akurasi 80% pada rasio data 30% dan akurasi 84% pada rasio data 40% dan rata-rata akurasi 79% pada validasi silang 5 fold juga rata rata akurasi 80% pada validasi silang 10 fold, jauh lebih rendah dibanding rata-rata akurasi Decision Tree. Oleh karena itu untuk Sistem Pemantauan Cuaca ini lebih direkomendasikan penggunaan Metode Decision Tree.
5. Pemanfaatan dataset historis dan realtime yang disimpan secara otomatis dalam sistem yang bisa diakses informasinya dari dashboard web juga membuka peluang untuk pengembangan lanjutan, seperti penerapan metode pembelajaran mesin lainnya atau integrasi ke dalam sistem dashboard informasi kampus Politeknik Negeri Batam. Hal ini mendukung pengambilan keputusan berbasis data (data-driven decision making) dalam konteks lingkungan pendidikan dan aktivitas luar ruang.

5.2 Saran

1. Alat pemantauan harus dirawat dan dikalibrasi secara rutin untuk menjaga konsistensi data, terutama pada modul RS485 yang rentan panas berlebih. Dan memastikan data yang diperoleh tetap akurat dan reliabel. Hal ini juga akan berpengaruh dalam mendapatkan informasi yang akurat terkait cuaca di area Politeknik Negeri Batam yang bisa diakses dari mana saja.
2. Mengembangkan pengimplementasian notifikasi otomatis misalnya lewat SMS atau aplikasi mobile saat terdeteksi potensi cuaca ekstrim, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan antisipasi untuk mendukung kegiatan pembelajaran dan transportasi pada area Politeknik Negeri Batam.
3. Melakukan Pengujian sistem di berbagai lokasi dengan kondisi cuaca yang bervariasi untuk memastikan kinerjanya tetap stabil dan dapat diandalkan dalam berbagai situasi lingkungan yang berbeda. Langkah ini bertujuan untuk membuktikan stabilitas dan ketahanan sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Muin, "Dinas Pendidikan Makassar Liburkan Sekolah Akibat Cuaca Ekstrem," *IDN Times*, Jan. 2025. [Online]. Available: <https://sulsel.idntimes.com/news/sulsel/ashrawi-muin/dinas-pendidikan-makassar-liburkan-sekolah-akibat-cuaca-ekstrem>. [Accessed: Jan. 14, 2025].
- [2] I. H. Wele, N. D. Rumlaklak, M. Boru, "Sistem Peramalan Cuaca dengan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus : BMKG)," *Jurnal Komputer dan Informatika (J-ICON)*, Vol.8 No.2, pp.163-169, 2020
- [3] J. Azhar, & W. Syaharani, "Prakiraan Cuaca Dengan Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier," *Jurnal Media Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 01, No. 01, 2024.
- [4] A. E. Prakosa, A. Fawaid, I. Nusantara, F. Amri, & A. Saifudin, "Simulasi Prakiraan dan Klasifikasi Hujan Wilayah Kota Jakarta dengan Metode Decision Tree," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, vol. 4, no. 1, pp. 27-31, 2021.
- [5] A. Jefiza, H. Fernanda, & F. Firdaus, "Smart home: Monitoring Kondisi Cuaca Menggunakan Sensor Kelembapan dan Kecepatan Angin Berbasis Metode Fuzzy," *Jurnal Integrasi*, vol. 16, no. 2, pp. 141-148, 2024.
- [6] A. Lutecka, & Z. Radosz, "A Simple Approach to Weather Predictions by using Naive Bayes Classifiers," *CEUR Workshop Proceedings* Vol. 3360, 2022.
- [7] Badan Statistik Kota Batam, "Kecepatan Angin (Knot), 2023," [Online]. Tersedia: <https://batamkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDAXIzI=/kecepatan-angin.html>. [Accessed: Dec. 11, 2024].
- [8] Badan Pusat Statistik Kota Batam, "Kelembaban Udara (Persen), 2023," [Online]. Tersedia: <https://batamkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjkjMg==/01-kelembaban-udara.html>. [Accessed: Dec. 11, 2024].
- [9] F. N. Panggabean, S. Pramono, & A. T. Hidayat, "Sistem Pemantauan Parameter Kelistrikan Menggunakan Komunikasi LoRaWAN melalui Platform Antares," *Journal of Eletronic and Electrical Power Application*, e-ISSN: 2808-4306, p-ISSN: 2829-2898, 2023.
- [10] K. Halim, D. E. Herwindiati, & T. Sutrisno, "Penerapan Metode Decision Tree Untuk Prakiraan Cuaca Kota Bekasi," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 2023.
- [11] M. A. Avindra, R. H. Saputra, A. I. Wijaya, "Weather Monitoring and Classification Tools Using Fuzzy Logic Based on IoT for Agriculture," *Jurnal Sisfokom*, Vol.11 No.3, pp.331–336, 2022.
- [12] M. N. Uddin, R. Dey, S. R. P. Rubaiyat, "Using Fuzzy Logic to Analyse Weather Conditions," *Electronics*, Vol.14, No.1, pp.1–14, 2022.
- [13] S. D. Jadhav & H. P. Channe, "Comparative Study of K-NN, Naïve Bayes

- and Decision Tree Classification Techniques,” *International Journal Science and Research. (IJSR)*, ISSN Online: 2319-7064, 2016.
- [14] S. S. P. Rachmawati, K. V. Prakusa, & S. P. Rihastuti, “Penerapan Data Mining dengan Metode Decision Tree untuk Prediksi Cuaca di Kota Seattle menggunakan Aplikasi Weka,” *Semindar Nasional AMIKOM Surakarta*, e-ISSN: 3031-5581, 2023
- [15] T. I. Santoso, & H. Leong, “Comparison of K-Nearest Neighbors and Naive Bayes Algorithm for Weather Forecast,” *Proxies* Vol. 6 No 2, 2023.
- [16] R. O. Rofani, “Penerapan metode klasifikasi decision tree dalam prediksi kanker paru-paru menggunakan algoritma,” *Jurnal Tekno Kompak*, 126-136, 2023.
- [17] M. S. Burhan, M. N. Cholis, A. Latifudin , & M. W. T. Nugroho, “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Algoritma Naive Bayes dan K-Means di Wilayah Malang”, *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika* (p – ISSN: 1978 – 5232; e – ISSN: 2527 – 337X) Vol. 17 No. 2, 2023.
- [18] A. N. Kirana, B. Nurhakim, S. E. Permana, W. Prihartono, & G. Dwilestari, “Implementasi Algoritma Naive Bayes Untuk Memprediksi Cuaca Menggunakan Rapidminer,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* Vol. 8 No. 2, 2024.

Biodata



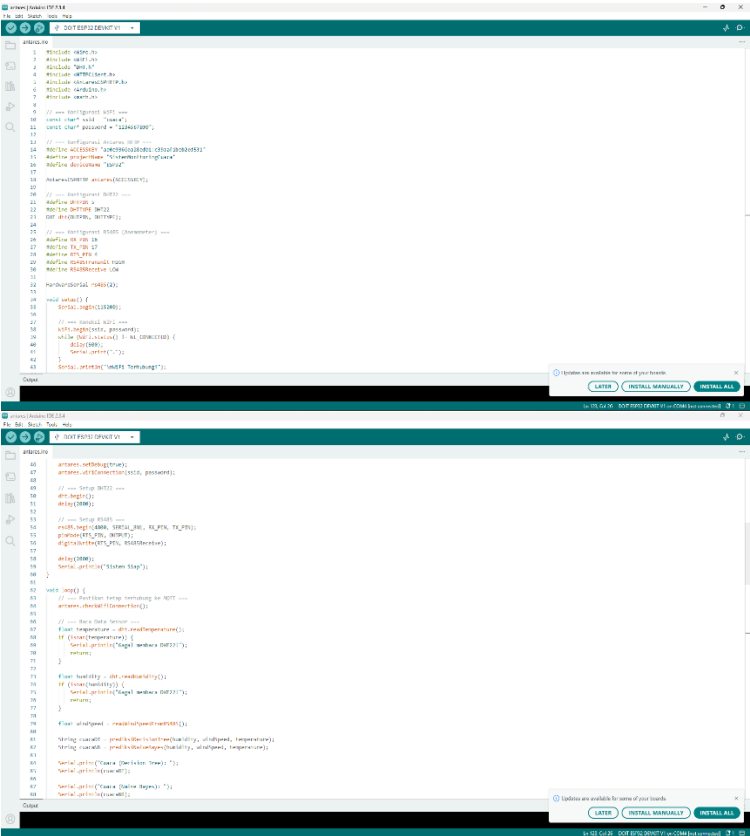
Nama : Kasimirus Reso Pangestu Pakpahan
TTL : Batam, 21 Maret 2003
Agama : Katolik
Alamat : Putri 7 Blok C no 13, Batu Aji Batam



Nama : Arie Yan Frans W.S.R
TTL : Batam, 8 Juli 2001
Agama : Islam
Alamat : Jln Pekong no 34A, Tiban Lama Batam

Lampiran

- A. Program Arduino Berikut ini adalah tampilan program arduino dari Perbandingan Metode Decision Tree dan Naive Bayes.



```
1 #include <Arduino.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include "DS18B20.h"
4 #include "OneWire.h"
5 #include "Adafruit_DS18B20.h"
6 #include <Adafruit_BMP.h>
7 #include <Adafruit_GFX.h>
8 #include <Adafruit_ILI9341.h>
9 #include <Adafruit_SSD1306.h>
10 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
11 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
12 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
13 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
14 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
15 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
16 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
17 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
18 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
19 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
20 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
21 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
22 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
23 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
24 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
25 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
26 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
27 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
28 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
29 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
30 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
31 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
32 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
33 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
34 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
35 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
36 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
37 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
38 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
39 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
40 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
41 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
42 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
43 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
44 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
45 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
46 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
47 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
48 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
49 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
50 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
51 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
52 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
53 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
54 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
55 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
56 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
57 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
58 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
59 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
60 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
61 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
62 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
63 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
64 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
65 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
66 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
67 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
68 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
69 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
70 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
71 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
72 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
73 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
74 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
75 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
76 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
77 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
78 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
79 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
80 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
81 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
82 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
83 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
84 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
85 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
86 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
87 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
88 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
89 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
90 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
91 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
92 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
93 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
94 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
95 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
96 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
97 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
98 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
99 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
100 #include <Adafruit_NeoPixel.h>
```



```

URL_BASE = "https://platform.antes.id:8443"
headers = {
    "X-M2M-Origin": ACCESSKEY,
    "Content-Type": "application/json",
    "Accept": "application/json"
}

# === Fungsi Mengambil Data Terbaru dari Antares ===
def get_latest_data():
    try:
        response = session.get(URL_LATEST, headers=headers, timeout=10)
        response.raise_for_status()
        data = response.json()
        return json.loads(data["m2m:cin"])[0] # Konversi string JSON ke dictionary
    except requests.exceptions.RequestException as e:
        st.error(f"Error fetching latest data: {e}")
        return None

# === Fungsi Mengambil Data Riwayat ===
def get_history_data():
    try:
        response = requests.get(URL_HISTORY, headers=headers, timeout=10)
        response.raise_for_status()
        data = response.json()

        if "m2m:uril" not in data:
            return None

        history = []
        for uri in data["m2m:uril"]:
            data_response = requests.get(f"{URL_BASE}/{uri}", headers=headers, timeout=10)
            data_response.raise_for_status()
            data_content = data_response.json()

            if "m2m:cin" in data_content:
                content = json.loads(data_content["m2m:cin"])[0]
                content["timestamp"] = data_content["m2m:cin"][0]
                history.append(content)

        return pd.DataFrame(history) if history else None
    except requests.exceptions.RequestException as e:
        st.error(f"Error fetching history data: {e}")
        return None

# Menu navigasi di sidebar

st.sidebar.title("🌩 Sistem Monitoring Cuaca")

# State untuk menyimpan menu yang dipilih
if "selected_menu" not in st.session_state:
    st.session_state.selected_menu = "Dashboard 🏠"

# Fungsi untuk mengubah menu saat tombol ditekan
def set_menu(menu_name):
    st.session_state.selected_menu = menu_name

# Tombol Sidebar
if st.sidebar.button("Dashboard 🏠", use_container_width=True):
    set_menu("Dashboard 🏠")

```

```

if st.sidebar.button("Lokasi 📍", use_container_width=True):
    set_menu("Lokasi 📍")

if st.sidebar.button("Data Cuaca 🌤️", use_container_width=True):
    set_menu("Data Cuaca 🌤️")

if st.sidebar.button("Evaluasi Model 📊", use_container_width=True):
    set_menu("Evaluasi Model 📊")

# --- Tampilan Konten Berdasarkan Menu ---
st.title(st.session_state.selected_menu)

if st.session_state.selected_menu == "Dashboard 🏠":
    st.markdown(
        """
        <style>
        .stApp{
            background-color: #D0Decd; /* Warna Latar belakang */
        }
        </style>
        """,
        unsafe_allow_html=True
    )

    data = get_latest_data()
    if data:
        # Tampilan bersampingan dengan tinggi yang sejajar
        col1, col2, col3 = st.columns(3)

        with col1:
            st.markdown("<h3 style='text-align: center;'>🌡️ Suhu</h3>", unsafe_allow_html=True)
            st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;'>{data['Suhu ('C)']:.2f}</h2>", unsafe_allow_html=True)

        with col2:
            st.markdown("<h3 style='text-align: center;'>💧 Kelenbapan</h3>", unsafe_allow_html=True)
            st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;'>{data['Kelenbapan (%)']:.2f}</h2>", unsafe_allow_html=True)

        with col3:
            st.markdown("<h3 style='text-align: center;'>🌀 Angin</h3>", unsafe_allow_html=True)
            st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;'>{data['Kecepatan Angin (km/h)']:.2f}</h2>", unsafe_allow_html=True)

        st.markdown("<br><br>", unsafe_allow_html=True)

        # Cuaca Real Time
        st.header("Cuaca Realtime Area Polibatam 🌤️")
        col4, col5 = st.columns(2)

        with col4:
            st.markdown("<h3 style='text-align: center;'>🌳 Decision Tree</h3>", unsafe_allow_html=True)
            st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;'>{data['Decision Tree']}</h2>", unsafe_allow_html=True)

        with col5:
            st.markdown("<h3 style='text-align: center;'>🧠 Naive Bayes</h3>", unsafe_allow_html=True)
            st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;'>{data['Naive Bayes']}</h2>", unsafe_allow_html=True)

        st.markdown("<br><br>", unsafe_allow_html=True)

        # Prediksi Cuaca 30 Menit Kedepan
        suhu = data['Suhu ('C)']
        kelenbapan = data['Kelenbapan (%)']
        angin = data['Kecepatan Angin (km/h)']

```

```

# Gunakan model untuk prediksi cuaca berdasarkan data real-time
input_data = [[suhu, kelembapan, angin]]
dt_pred = dt_model.predict(input_data)
nb_pred = nb_model.predict(input_data)

# Konversi hasil prediksi ke bentuk label
dt_result = le.inverse_transform(dt_pred)[0]
nb_result = le.inverse_transform(nb_pred)[0]

# Tambahkan hasil prediksi ke tampilan dashboard
st.header("Prediksi Cuaca 30 Menit Kedepan 🌤️")
co24, co25 = st.columns(2)

with co24:
    st.markdown("<h3 style='text-align: center;*>🌳 Decision Tree</h3*>", unsafe_allow_html=True)
    st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;*>{dt_result}</h2*>", unsafe_allow_html=True)
with co25:
    st.markdown("<h3 style='text-align: center;*>🌲 Naive Bayes</h3*>", unsafe_allow_html=True)
    st.markdown(f"<h2 style='text-align: center; font-weight: bold;*>{nb_result}</h2*>", unsafe_allow_html=True)

    st.markdown("<br><br>", unsafe_allow_html=True)

else:
    st.error("⚠️ Gagal mengambil data terbaru dari Antares.")

elif st.session_state.selected_menu == "Lokasi 📍":
    st.markdown(
        """
        <style>
        .stApp{
            background-color: #d0eced; /* Warna latar belakang */
        }
        </style>
        """,
        unsafe_allow_html=True
    )
    latitude = 1.1187578768824524
    longitude = 104.04846548164217

    m = folium.Map(location=[latitude, longitude], zoom_start=15)
    folium.Marker(
        [latitude, longitude],
        popup="Stasiun Cuaca",
        tooltip="Klik untuk info",
        icon=folium.Icon(icon="cloud", prefix="fa", color="red")
    ).add_to(m)
    st_folium(m, width=900, height=600)

    github_image_url_1 = "https://raw.githubusercontent.com/Rreso/monitoringcuaca/main/politeknik.jpg"
    github_image_url_2 = "https://raw.githubusercontent.com/Rreso/monitoringcuaca/main/batam.jpg"

    st.image(github_image_url_1, caption="Politeknik Negeri Batam", use_container_width=True)
    st.image(github_image_url_2, caption="Rooftop Gedung Utama", use_container_width=True)

elif st.session_state.selected_menu == "Data Cuaca 📊":
    st.markdown(
        """

```

```

"""
<style>
.stApp{
    background-color: #d0e0ec; /* Warna latar belakang */
}
</style>
"""
unsafe_allow_html=True
)
df_history = get_history_data()
if df_history is not None:
    st.subheader("📄 Riwayat Data Cuaca (10 Data Terakhir)")
    st.dataframe(df_history)
    st.subheader("📊 Grafik Perubahan Cuaca")
    st.line_chart(df_history.set_index("timestamp")[["Suhu (°C)", "Kelembapan (%)", "Kecepatan Angin (Km/h)"]])
else:
    st.warning("⚠️ Tidak ada data riwayat yang tersedia di Antares.")

elif st.session_state.selected_menu == "Evaluasi Model 📄":
    st.markdown(
        """
        <style>
        .stApp{
            background-color: #d0e0ec; /* Warna latar belakang */
        }
        </style>
        """
        ,
        unsafe_allow_html=True
    )

    y1_pred = dt_model.predict(X_test) # Decision Tree
    y2_pred = nb_model.predict(X_test) # Naive Bayes

    # === AKURASI ===
    accuracy_dt = accuracy_score(y1_test, y1_pred)
    accuracy_nb = accuracy_score(y2_test, y2_pred)

    # === CONFUSION MATRIX ===
    conf_matrix_dt = confusion_matrix(y1_test, y1_pred)
    conf_matrix_nb = confusion_matrix(y2_test, y2_pred)

    # === MSE & RMSE ===
    mse_dt = mean_squared_error(y1_test, y1_pred)
    rmse_dt = np.sqrt(mse_dt)

    mse_nb = mean_squared_error(y2_test, y2_pred)
    rmse_nb = np.sqrt(mse_nb)

    st.subheader("📄 Evaluasi Model")
    st.write(f"🌟 **Akurasi Decision Tree**: {accuracy_dt:.2f}")
    st.write(f"🌟 **Akurasi Naive Bayes**: {accuracy_nb:.2f}")

    st.write(f"🌟 **Confusion Matrix Decision Tree**:")
    st.write(conf_matrix_dt)

    st.write(f"🌟 **Confusion Matrix Naive Bayes**:")
    st.write(conf_matrix_nb)

    st.write(f"🌟 **MSE Decision Tree**: {mse_dt:.4f}")
    st.write(f"🌟 **RMSE Decision Tree**: {rmse_dt:.4f}")

    st.write(f"🌟 **MSE Naive Bayes**: {mse_nb:.4f}")
    st.write(f"🌟 **RMSE Naive Bayes**: {rmse_nb:.4f}")

```