

Machine Learning Sistem Monitoring Limbah Pembuangan Pabrik Gas Berbasis Iot Menggunakan Algoritma C4.5 Pada Platfrom Blynk (Studi Kasus Pabrik Samator Cidahu)

Rian Hermawan¹, Muhammad Arman Fahrurroji², Ardhi Akmaludin Jadhira¹

Sistem Informasi, Politeknik Negeri Subang¹
Teknik Informatika, Universitas Mandiri²

E-mail: rian.hermawan@polsub.ac.id¹, armanfahrurroji23@gmail.com², ardhi.jadhira@polsub.ac.id¹

Received: 2025-09-04 | Accepted: 2025-09-21 | Published: 2025-10-01

Abstrak

Satu masalah lingkungan yang secara konsisten menarik perhatian publik dan pemerintah adalah udara pencemaran. Gas penemaran NH₃, CO, dan CO₂ adalah salah satu jenis penemaren udara yang paling serius, dan mereka dapat berasal dari aktivitas manusia seperti transportasi motoris, produksi industri, dan kegiatan pertanian. Peningkatan konsentrasi gas di atmosfer dapat memiliki efek negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan alat pemantauan yang konsentrasi CO, dan CO₂ gas di atmosfer. Penulis menggunakan Internet of Things (IoT) untuk membuat prototipe sistem pemantauan polusi udara secara real-time yang melacak konsentrasi karbon dioksida. Hasil penelitian ini akan menampilkan lima kondisi kualitas udara: baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, dan berbahaya. Dengan informasi ini, masyarakat dapat mengetahui tentang kondisi polusi udara di sekitar pabrik Samator di kota Subang. Untuk menjalankan proses alat ini, menggunakan mikrokontroler ESP 8266, Sensor Api, Sensor Gas, dan Sensor DHT22. Sensor Gas digunakan untuk mengukur kadar gas, Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur dekarat suhu dan kadar kelembaban sekitar, Sensor Api digunakan untuk mendeteksi apakah ada api. Dengan cara tersebut mengelompokan kadar gas di lingkungan sekitar limbah gas dengan menggunakan Perhitungan C4.5 dan Platfrom Blynk.

Kata Kunci: Pencemaran, ESP 8266, Udara, Sensor, Blynk, Algoritma C4.5.

Abstract

Air pollution remains a major environmental issue, with NH₃, CO, and CO₂ among the most harmful gases produced by transportation, industry, and agriculture. Increased concentrations of these gases can pose a threat to human health and ecosystems. This research aims to design a monitoring device to detect CO and CO₂ levels in the atmosphere using Internet of Things (IoT) technology.

A prototype system was developed using an ESP8266 microcontroller, a Gas sensor for gas detection, a DHT22 sensor for temperature and humidity measurement, and a Fire sensor for fire detection. The collected data are processed using the C4.5 algorithm to classify air quality into five categories: good, moderate, unhealthy, very unhealthy, and hazardous. Results are displayed through the Blynk platform, allowing real-time monitoring and easy access for the public.

The case study was conducted around the Samator plant in Subang, where the system demonstrated the ability to provide timely and accurate information on air conditions. This IoT-based solution is expected to enhance community awareness of air pollution risks and serve as a first step toward environmental monitoring and control.

Keywords: Pollution, ESP8266, Air, Sensors, Blynk, C4.5 algorithm.

1. Pendahuluan

Kualitas udara merupakan faktor penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Namun, di Indonesia, kualitas udara terus menurun akibat pesatnya pertumbuhan industri, peningkatan jumlah kendaraan bermotor, serta berkurangnya ruang terbuka hijau. Aktivitas pabrik turut memperburuk kondisi ini dengan menambah emisi polutan yang berdampak pada kesehatan, termasuk meningkatnya kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Perkembangan teknologi modern menawarkan solusi untuk mengurangi dampak pencemaran udara dengan menyediakan informasi cepat, murah, dan mudah diakses mengenai kondisi udara. Sistem berbasis mikrokontroler dengan kombinasi multisensor mampu mengukur parameter lingkungan, seperti gas buang, partikel debu, asap industri, hingga kelembapan dan suhu udara. Data yang diperoleh kemudian dapat diolah menggunakan algoritma machine learning C4.5 [1], yang berfungsi dalam pengambilan keputusan dengan mengklasifikasikan tingkat kualitas udara secara lebih cerdas dan akurat. Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) [2] memungkinkan hasil pemantauan ditampilkan secara real-time melalui platform daring, sehingga informasi dapat segera diakses masyarakat. Dengan penetrasi internet yang telah mencapai sekitar 60% penduduk Indonesia, sistem ini berpotensi memberikan peringatan dini, meningkatkan kesadaran publik, dan membantu masyarakat mengurangi risiko kesehatan akibat polusi.

Atas dasar urgensi tersebut, penelitian ini mengusung topik “Machine Learning [3] Sistem Monitoring Limbah [4] [5] Pembuangan Pabrik Gas Berbasis IoT Menggunakan Algoritma C4.5 pada Platform Blynk (Studi Kasus Pabrik Samator Cidahu).” Penelitian ini bertujuan merancang alat pemantau udara berbasis IoT dengan sensor gas [6], suhu [7], kelembapan, dan api, menggunakan mikrokontroler [8] ESP8266 [9] serta algoritma C4.5. Sistem ini terhubung dengan platform Blynk [10] untuk memudahkan masyarakat mengakses informasi kualitas udara secara cepat. Batasan penelitian difokuskan pada pemantauan kadar gas, suhu, dan api di lingkungan Pabrik Samator Cidahu.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi akurat mengenai kadar pencemaran, meminimalisir risiko penyakit pernapasan, serta memberi peringatan dini kepada masyarakat jika kualitas udara memburuk. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi IoT tidak hanya meningkatkan kesadaran masyarakat, tetapi juga menjadi langkah awal dalam pengendalian dampak pencemaran udara.

2. Metode Penelitian

2.1. Metodologi Penelitian

1) Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan eksperimen. Fokusnya adalah merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan algoritma C4.5 pada platform Blynk.

2) Sumber Data

Data primer diperoleh dari hasil pengukuran sensor yang meliputi gas (CO dan CO₂), suhu, kelembapan, dan deteksi api di sekitar Pabrik Samator. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka, mencakup buku, jurnal, dan referensi daring terkait pencemaran udara, IoT, dan algoritma C4.5.

3) Teknik Pengolahan Data

Data sensor diolah menggunakan algoritma C4.5 untuk membentuk pohon keputusan yang mengklasifikasikan kondisi udara ke dalam lima kategori kualitas. Data kemudian ditransmisikan ke platform Blynk agar dapat diakses secara real-time oleh pengguna.

4) Langkah-langkah Analisis

Tahapan penelitian meliputi:

1. Analisis sistem untuk menentukan ruang lingkup masalah dan kebutuhan perangkat (ESP8266, sensor gas, DHT22, sensor api, serta komponen pendukung).
2. Analisis kebutuhan dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan memodelkannya dalam diagram sistem.
3. Perancangan dan implementasi sistem melalui penulisan kode program dengan bahasa pemrograman yang sesuai, diikuti pengujian awal fungsi sensor dan integrasi perangkat.
4. Penerapan algoritma C4.5 untuk membentuk pohon keputusan dan mengklasifikasikan kualitas udara berdasarkan data sensor.

5) Evaluasi dan Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan kondisi aktual di lapangan untuk memastikan akurasi sistem. Evaluasi difokuskan pada keandalan transmisi data melalui Blynk, kecepatan respon sistem, serta ketepatan klasifikasi kualitas udara.

2.2. Tahapan Pemodelan Menggunakan Algoritma C4.5

1) Teknik Pengambilan Data

Data diperoleh secara langsung melalui sensor yang dipasang pada sistem monitoring udara, meliputi sensor gas untuk mendeteksi kadar CO dan CO₂, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta sensor api untuk mendeteksi potensi kebakaran. Data hasil akuisisi dikirimkan ke mikrokontroler ESP8266, kemudian ditransmisikan ke platform Blynk untuk penyimpanan dan pemantauan real-time. Proses pengambilan data dilakukan secara kontinu sehingga menghasilkan dataset yang cukup untuk membangun model klasifikasi kualitas udara.

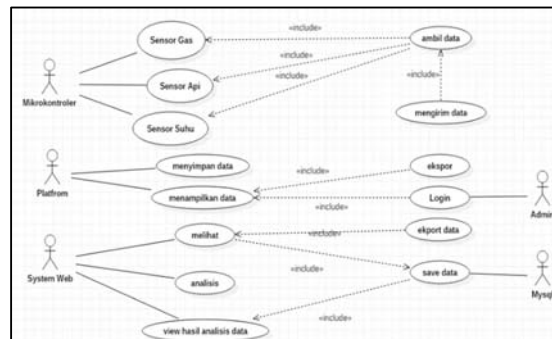
2) Penentuan Kriteria Penerima

Dataset yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan algoritma C4.5 untuk membentuk pohon keputusan. Kriteria penerima ditentukan berdasarkan parameter kualitas udara yang mengacu pada standar baku mutu udara, meliputi konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan. Algoritma C4.5 kemudian membagi data ke dalam kategori kualitas udara: baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, dan berbahaya. Penentuan ini memungkinkan sistem memberikan informasi yang lebih terstruktur, akurat, dan mudah dipahami oleh pengguna sebagai penerima manfaat utama, khususnya masyarakat sekitar pabrik yang membutuhkan informasi cepat tentang kondisi udara lingkungan.

2.3. Pemodelan Sistem

a. Use Case Diagram

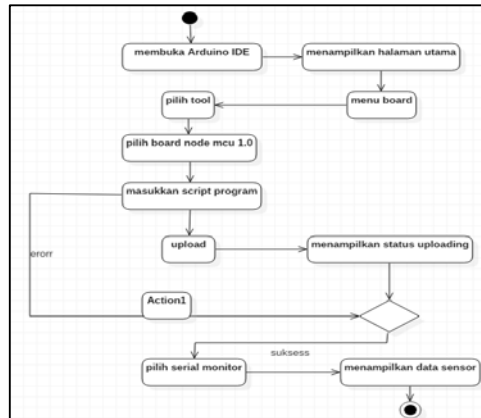
Berikut diagram use case diagram Gambar 2.1 pada Sistem Monitoring Limbah Pembuangan Pabrik Gas Berbasis Iot Menggunakan Algoritma C4.5.



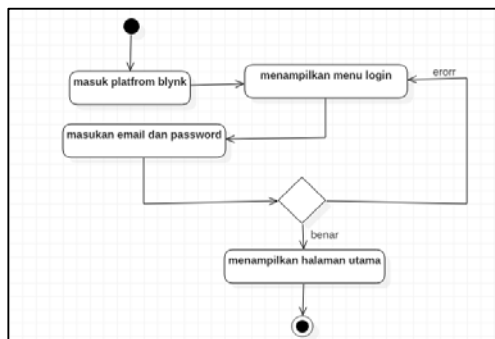
Gambar 2. 1 Use Case Diagram

b. Activity Diagram

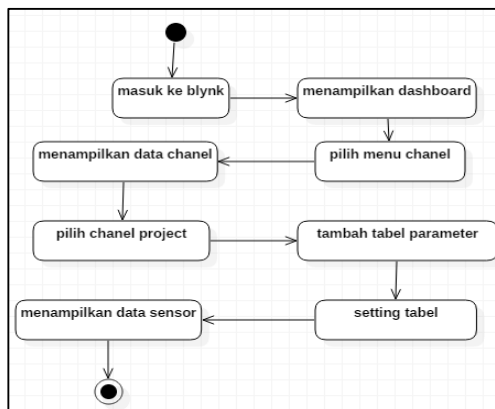
Berikut diagram activity diagram Gambar 2.2 sampai Gambar 2.4 pada Sistem Monitoring Limbah Pembuangan Pabrik Gas Berbasis Iot Menggunakan Algoritma C4.5



Gambar 2. 2 Activity Diagram Sensor



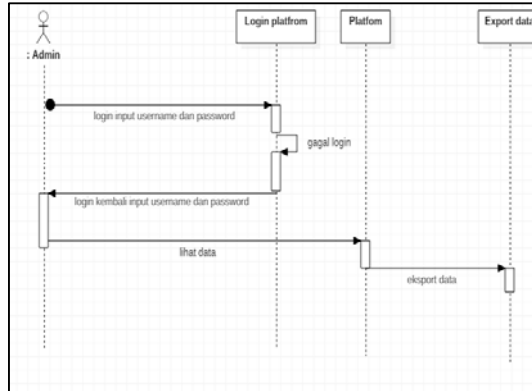
Gambar 2. 3 Activity Diagram Login Platform



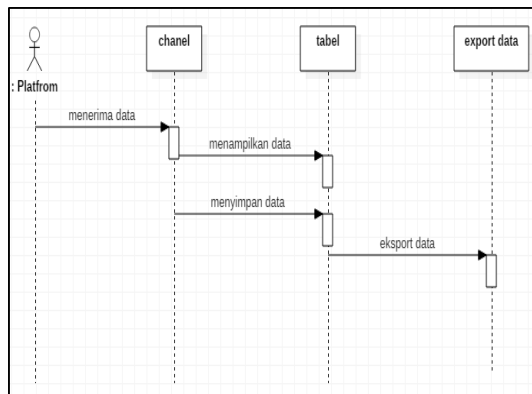
Gambar 2. 4 Activity Diagram Manage Platform

c. Sequence Diagram

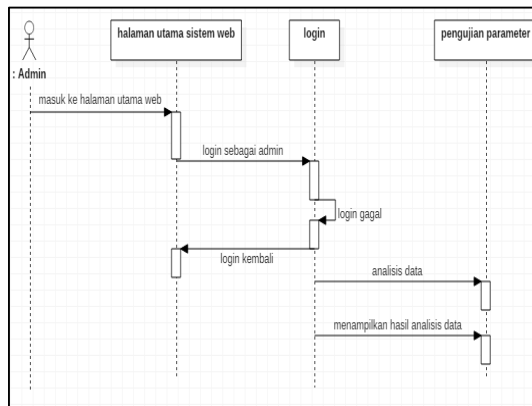
Berikut sequence diagram Gambar 2.5 sampai Gambar 2.7 pada Sistem Monitoring Limbah Pembuangan Pabrik Gas Berbasis Iot Menggunakan Algoritma C4.5



Gambar 2. 5 Sequence Diagram Login Platform



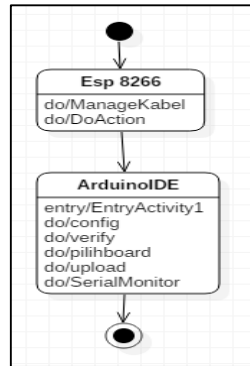
Gambar 2. 6 Sequence Diagram Manage Platform



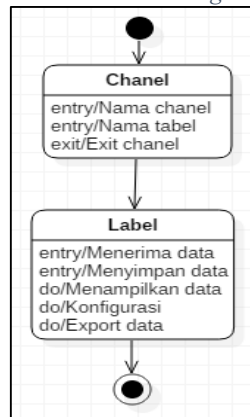
Gambar 2. 7 Sequence Diagram Manage System

d. Statechart Diagram

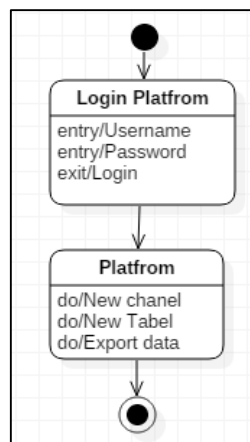
Berikut statechart diagram Gambar 2.8 sampai dengan Gambar 2.11 pada Sistem Monitoring Limbah Pembuangan Pabrik Gas Berbasis Iot Menggunakan Algoritma C4.5



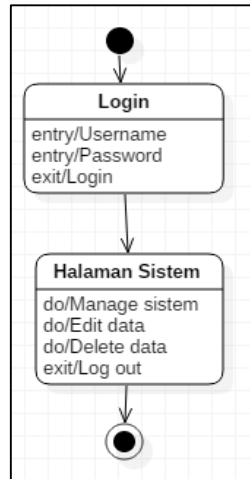
Gambar 2. 8 Statechart Diagram Sensor



Gambar 2. 9 Statechart Diagram Manage Channel



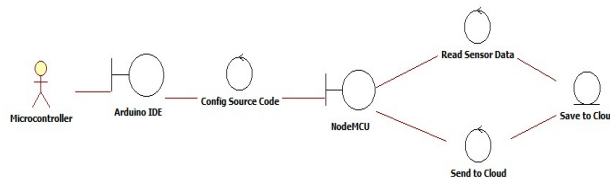
Gambar 2. 10 Statechart Diagram Login Platform



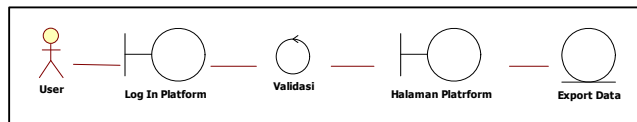
Gambar 2. 11 Statechart Diagram Manage System

e. Robustnest Diagram

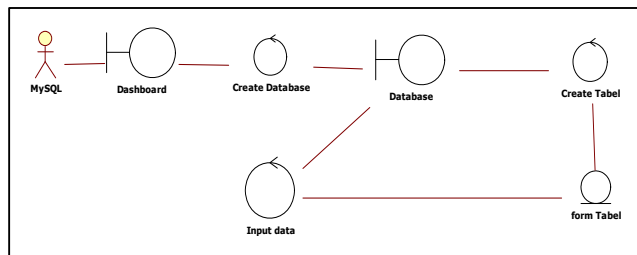
Berikut robusnest diagram Gambar 2.12 sampai dengan Gambar 2.15 pada Sistem Monitoring Limbah Pembuangan Pabrik Gas Berbasis Iot Menggunakan Algoritma C4.5



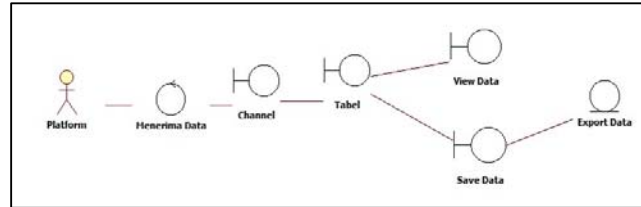
Gambar 2. 12 Robusnest Diagram Mikrocontroller



Gambar 2. 13 Robusnest Diagram User



Gambar 2. 14 Robusnest Diagram Database



Gambar 2. 15 Robusnest Diagram Platform

2.4. Perhitungan Algoritma C4.5

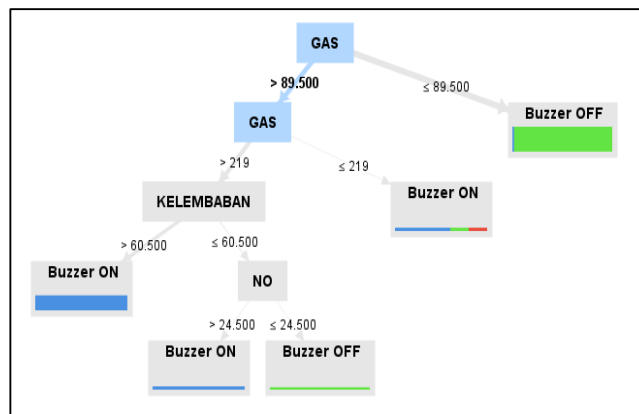
Algoritma C4.5 digunakan untuk membangun pohon keputusan berdasarkan dataset hasil pengukuran sensor gas, suhu, kelembaban, dan api. Proses klasifikasi kualitas udara dilakukan dengan penerapan algoritma C4.5 yang melibatkan perhitungan entropy dan information gain dari dataset hasil pengukuran sensor. Data awal dikumpulkan dari parameter gas, suhu, kelembaban, dan api, kemudian dikonversi ke dalam bentuk kategorikal untuk memudahkan proses penghitungan.

Tahap pertama adalah menghitung entropy total dari keseluruhan data, yang diperoleh sebesar 0,981. Selanjutnya dihitung entropy masing-masing atribut, kemudian diturunkan nilai information gain, yang diperoleh sebesar 0,981. Selanjutnya, entropy masing-masing atribut dihitung, antara lain suhu (0,987 dan 0,877), kelembaban (0,837 dan 0,999), gas (0,365 dan 0,219), serta api (0,993 dan 0,742). Dari nilai tersebut, diperoleh gain setiap atribut, yaitu suhu 0,054, kelembaban 0,031, gas 0,699, dan api 0,084.

Tabel 2. 1 Perhitungan Algoritma C4.5

Atribut	Entropy Subset 1	Entropy Subset 2	Gain
Suhu	0,987	0,877	0,054
Kelembaban	0,837	0,999	0,031
Gas	0,365	0,219	0,699
Api	0,993	0,742	0,084

Dari Tabel 2.1 terlihat bahwa atribut Gas memiliki nilai gain tertinggi (0,699), sehingga ditetapkan sebagai akar pohon keputusan. Proses klasifikasi kemudian dilanjutkan hingga terbentuk aturan keputusan. Dengan bantuan perangkat lunak RapidMiner seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.16, diperoleh pohon keputusan yang mengelompokkan kondisi lingkungan ke dalam dua kategori utama, yaitu “Buzzer ON” dan “Buzzer OFF”. Model ini mampu memberikan hasil klasifikasi kualitas udara secara akurat dan mudah dipahami oleh pengguna.



Gambar 2. 16 Pohon Keputusan pada Aplikasi Rapid Miner

3. Hasil dan Pengujian

Antarmuka sistem dibuat sesuai dengan rancangan antarmuka yang telah dirancang sebelumnya.

3.1. Halaman Utama

Halaman login yang sesuai dengan rancangan antarmuka sebelumnya. Tampilan ini dashboard dari sistem yang berisi informasi tentang sistem seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Halaman Utama

3.2. Halaman Data

Setelah itu halaman data dari sistem yang berisi informasi tentang data asli. Halaman data ditunjukkan pada Gambar 3.2.

MACHINE LEARNING PENDETEKSI LIMBAH PABRIK GAS					
Utama Data Kategori Perhitungan Profil					
DATA ASLI					
Id	Gas	Api	Suhu	Kelembaban	Class
1	220	0	30	72	Buzzer ON
2	223	0	30	73	Buzzer ON
3	222	0	30	72	Buzzer ON
4	240	0	30	72	Buzzer ON
5	227	0	30	72	Buzzer ON
6	280	0	30	72	Buzzer ON
7	57	10	29	72	Buzzer OFF
8	65	10	29	72	Buzzer OFF

Gambar 3. 2 Halaman Data

3.2.1. Halaman Data Kategori

Setelah itu halaman yang berisi informasi tentang data kategori. Halaman data ditunjukkan pada Gambar 3.3.

MACHINE LEARNING PENDETEKSI LIMBAH PABRIK GAS					
Utama Data Kategori Perhitungan Profil					
DATA KATEGORI					
Id	Gas	Api	Suhu	Kelembaban	Class
1	Ada Gas	Mati	Tinggi	Basah	Buzzer ON
2	Ada Gas	Mati	Tinggi	Basah	Buzzer ON
3	Ada Gas	Mati	Tinggi	Basah	Buzzer ON
4	Ada Gas	Mati	Tinggi	Basah	Buzzer ON
5	Ada Gas	Mati	Tinggi	Basah	Buzzer ON
6	Ada Gas	Mati	Tinggi	Basah	Buzzer ON
7	Tidak Ada Gas	Menyala	Rendah	Basah	Buzzer OFF
8	Tidak Ada Gas	Menyala	Rendah	Basah	Buzzer OFF

Gambar 3. 3 Halaman Data Kategori

3.2.2. Perhitungan

Data yang telah di upload sebelumnya akan tampil pada halaman proses data asli dan data kategori. Pada halaman ini nantinya data akan dihitung dan menampilkan hasil entropy dan gain. Halaman ini ditunjukkan seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Halaman Perhitungan

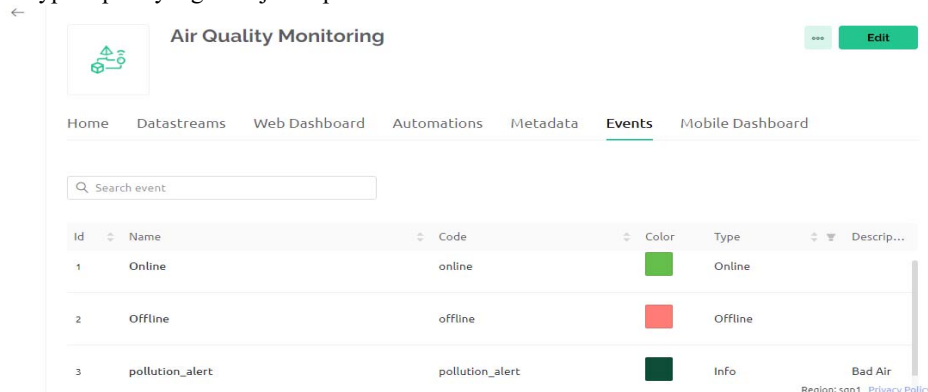
Dengan menekan tombol Hitung Data maka data akan dihitung secara otomatis. Perhitungan ini nantinya menghasilkan entropy dan gain. Hasil dari perhitungan ini ditunjukkan pada Gambar 3.5

MACHINE LEARNING PENDETEKSI LIMBAH PABRIK GAS							
Utama Data Kategori Perhitungan Profil							
Perhitungan	Kasus	Buzzer On	Buzzer Off	Log P1	Log P2	Entropy	Gain
1.0 Total	100	42	58	-0.3767507096021	-0.23657200643706	0.98145389503365	
Gas							0.69948069785299
Ada Gas	43	40	3	-0.031408464251624	-1.1563472008599	0.36505518964028	
Tidak Ada Gas	57	2	55	-1.4548448600085	-0.015512166178248	0.21929730813218	
Api							0.083503650369029
Menyala	62	34	28	-0.260912772456	-0.34523365815603	0.99323381973971	
Mati	38	8	30	-0.67669360962487	-0.10266234189715	0.74248756954212	
Suhu							0.053688544881873
Tinggi	46	26	20	-0.24778448371076	-0.36172783601759	0.9876925088958	
Rendah	54	16	38	-0.52827377716704	-0.15261016320616	0.87671628899946	

Gambar 3. 5 Hasil Perhitungan

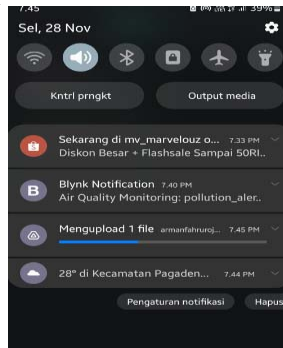
3.3. Implementasi Notifikasi Blynk

Untuk membuat notifikasi Blynk pertama kita harus membuat pengaturan di template Blynk terlebih dahulu, karena nantinya Blynk ini yang akan berfungsi sebagai pengirim notifikasi dari prototype seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.

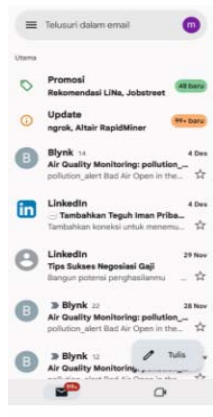


Gambar 3. 6 Pengaturan Notifikasi Blynk

Untuk notifikasi bisa dikirim ke personal dan notifikasi masuk email. Notifikasi yang telah berhasil dikirim akan di tunjukan pada Gambar 4.7 dan Gambar 3.8.



Gambar 3. 7 Notifikasi Blynk



Gambar 3. 8 Notifikasi Email

3.4. Tabel Hasil Pengujian Alat

Tabel hasil pengujian alat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.9 adalah record sistem untuk menguji apakah alat yang penulis buat berjalan dengan baik tanpa error atau tidak.

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Alat

No.	Nama Proses	Hasil Pengujian
1	Koneksi <i>nodemcu</i> ke <i>access point</i>	Ya
2	Koneksi <i>pc (personal computer)</i> ke <i>access point</i>	Ya
3	Koneksi <i>nodemcu</i> ke <i>pc (personal computer)</i>	Ya
2	Pengambilan data suhu	Ya
3	Pengambilan data kelembaban	Ya
4	Pengambilan data gas	Ya
5	Pengambilan data api	Ya
6	Buzzer bunyi	Ya
7	Fan menyala	Ya
8	Notifikasi Email	Ya
9	Notifikasi Blynk	Ya
9	Monitoring data Lcd dari sensor	Ya
10	Koneksi ke Database	Ya

3.5. Tabel Hasil Pengujian Sistem

Tabel ini merupakan record sistem untuk menguji apakah sistem yang penulis buat berjalan dengan baik tanpa error atau tidak seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Hasil Pengujian Sistem

No.	Nama Halaman dan Proses	Hasil Pengujian
1	Halaman Utama	Ya
2	Halaman Data	Ya
3	Halaman Data Kategori	Ya
4	Halaman Perhitungan	Ya
5	Halaman Hasil Perhitungan	Ya

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendeteksi limbah pabrik gas berbasis IoT dengan algoritma C4.5 pada platform Blynk. Prototipe yang dihasilkan berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kebocoran gas maupun potensi kebakaran. Sistem mampu memberikan peringatan cepat melalui buzzer, notifikasi aplikasi Blynk, dan email, sehingga memudahkan pengguna dalam mengambil tindakan dini. Uji coba menunjukkan bahwa deteksi lebih efektif pada ruangan tertutup dibandingkan terbuka karena konsentrasi gas lebih mudah terukur. Selain itu, basis data yang terintegrasi berperan penting sebagai penyimpan informasi dan sarana pengendalian perangkat secara real-time.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penambahan parameter sensor agar akurasi deteksi semakin tinggi. Selain itu, pengembangan sistem informasi dari sisi tampilan dan fungsionalitas juga perlu dilakukan agar lebih interaktif, mudah digunakan, dan dapat diimplementasikan secara lebih luas pada lingkungan industri maupun masyarakat.

Daftar Pustaka

- [1] R. W. Sinaga and R. Winanjaya, "Analisis Data Mining Menentukan Penerima Bantuan Langsung Tunai pada Desa Pamatang Purba dengan Algoritma C4.5," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no.1, pp. 1–9, 2021.
- [2] Junaidi, A. (2015). INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW. In *Apri Junaidi Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan: Vol. I* (Issue 3).
- [3] Homepage, J., Roihan, A., Abas Sunarya, P., & Rafika, A. S. (2019). IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology) Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. In *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)* (Vol. 5, Issue 1).
- [4] Başaran, B. (2012). What makes manufacturing companies more desirous of recycling? *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 24(1), 107–122
- [5] Xue, M., Li, J., & Xu, Z. (2013). Management strategies on the industrialization road of state-of-the-art technologies for e-waste recycling: the case study of electrostatic separation—a review. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 31(2), 130–140.
- [6] Elga Aris Prasetyo. (2023b, June 1). *Sensor Gas : Pengertian, Jenis dan Cara Kerjanya*. Arduinoindonesia.
- [7] Krysna Yuda Maulana. (2022, October 11). *Mengenal Sensor Suhu dan Kelembapan DHT11*. Anakteknik.
- [8] Angga Isnani. (2023, January 28). *Pengertian Mikrokontroler : Cara Kerja , Fungsi dan Contohnya . SMPN3WOTU*.
- [9] Agus Faudin. (2017, June 22). *Apa itu modul ESP8266 berserta penjelasannya*. Nyebarilmu
- [10] Andika Rahman. (2023, July 6). *Aps itu Blynk IOT? Teknik Elektro ITI*

