

PENGEMBANGAN INTELLIGENT WEB-BASED SYSTEM UNTUK DIAGNOSA KERUSAKAN SEPEDA MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN NAIVE BAYES

¹Wirhan Fahrozi[✉], ²Linda Wahyuni, ³Abdul Meizar

¹Sistem Informasi, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Medan, Indonesia

²Sistem Informasi, Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia

³Manajemen Informatika, Politeknik Gihon, Pematangsiantar, Indonesia

Email: wirhanfr@upmi.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol10No1.pp151-160>

ABSTRACT

The increasing adoption of electric motorcycles requires a fault diagnosis system that is fast, measurable, and easily accessible. Manual fault identification still depends heavily on technician experience, which may lead to delayed handling and inconsistent diagnostic results. This study aims to develop a web-based intelligent system for diagnosing electric motorcycle faults using the Naive Bayes algorithm. The research dataset consists of 120 symptom-based fault cases collected through literature review, technical documentation, observation, and technician validation. The data were divided into 90 training cases (75%) and 30 testing cases (25%). Model evaluation was conducted using accuracy, precision, recall, F1-score, and confusion matrix, while system evaluation was performed through black box testing and usability testing. The results show that the system achieved an accuracy of 86.67%, macro precision of 85.80%, macro recall of 85.80%, and macro F1-score of 85.80%. Usability testing involving 10 respondents produced an average score of 86.50%, indicating that the system is easy to use and useful as an initial diagnostic support tool. Therefore, the developed system contributes to providing a measurable, replicable, and web-based fault diagnosis model for electric motorcycles that can assist both users and technicians in accelerating fault identification.

Keyword: Naïve Bayes, Intelligent System, Fault Diagnosis, Electric Motorcycle, Web-Based System.

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan sepeda motor listrik menuntut tersedianya sistem diagnosis kerusakan yang cepat, terukur, dan mudah diakses. Proses identifikasi kerusakan secara manual masih bergantung pada pengalaman teknisi, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan penanganan dan ketidakkonsistenan diagnosis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan intelligent web-based system untuk mendiagnosa kerusakan sepeda motor listrik menggunakan algoritma Naive Bayes. Dataset penelitian terdiri atas 120 data kasus berbasis gejala dan jenis kerusakan yang diperoleh melalui studi literatur, dokumentasi teknis, observasi, dan validasi teknisi. Data dibagi menjadi 90 data latih (75%) dan 30 data uji (25%). Pengujian model dilakukan menggunakan metrik akurasi, precision, recall, F1-score, dan confusion matrix, sedangkan pengujian sistem dilakukan melalui black box testing dan usability testing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem memperoleh akurasi sebesar 86,67%, macro precision 85,80%, macro recall 85,80%, dan macro F1-score 85,80%. Hasil usability testing terhadap 10 responden menghasilkan skor rata-rata 86,50%, yang menunjukkan bahwa sistem mudah digunakan dan bermanfaat sebagai alat bantu diagnosis awal. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berkontribusi dalam menyediakan model diagnosis kerusakan sepeda motor listrik berbasis web yang terukur, replikatif, dan dapat membantu pengguna maupun teknisi dalam mempercepat proses identifikasi kerusakan.

Kata Kunci: Naive Bayes, Sistem Cerdas, Diagnosa Kerusakan, Sepeda Motor Listrik, Berbasis Web.

PENDAHULUAN

Perkembangan kendaraan listrik menjadi salah satu arah penting transformasi transportasi ramah lingkungan. Pada segmen kendaraan roda dua dan tiga, International Energy Agency melaporkan bahwa kendaraan listrik roda dua/tiga merupakan segmen transportasi jalan yang paling terelektrifikasi pada tahun 2024, dengan lebih dari 9% armada global telah

menggunakan tenaga listrik dan penjualan model listrik mencapai sekitar 10 juta unit. Di Asia Tenggara, Indonesia tercatat memiliki sekitar 105.000 penjualan sepeda motor listrik pada tahun 2024, meskipun pangsa penjualannya masih di bawah 2%. Data ini menunjukkan bahwa ruang pertumbuhan sepeda motor listrik masih besar dan membutuhkan dukungan ekosistem layanan purna jual yang lebih siap.



Di Indonesia, urgensi penelitian ini semakin kuat karena populasi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai terus meningkat. Kementerian Perindustrian mencatat total populasi kendaraan listrik mencapai 333.561 unit per 9 Desember 2025, dengan sepeda motor listrik roda dua sebagai kontributor utama sebanyak 225.647 unit. Data yang sama menunjukkan pertumbuhan populasi KBLBB dengan CAGR lebih dari 140% selama lima tahun terakhir dan pertumbuhan roda dua listrik sebesar 158,3%. Peningkatan populasi tersebut berimplikasi pada meningkatnya kebutuhan sistem diagnosis kerusakan yang cepat, konsisten, dan mudah digunakan oleh pengguna umum maupun teknisi.

Sepeda motor listrik memiliki karakteristik komponen yang berbeda dibandingkan sepeda motor konvensional, terutama pada baterai, controller, motor dinamo, sensor, dan sistem kelistrikan. Kerusakan pada komponen tersebut sering kali sulit diidentifikasi secara mandiri oleh pengguna karena gejala yang muncul dapat saling tumpang tindih, misalnya motor tidak menyala, baterai cepat habis, indikator redup, atau tarikan motor tidak stabil. Pada praktiknya, diagnosis masih banyak dilakukan secara manual melalui pemeriksaan teknisi. Kondisi ini menyebabkan proses identifikasi membutuhkan waktu lebih lama, terutama ketika pengguna berada jauh dari bengkel atau pusat layanan resmi.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem pakar dan metode klasifikasi probabilistik seperti Naive Bayes dapat digunakan untuk membantu proses diagnosis pada berbagai objek, seperti penyakit, kerusakan perangkat elektronik, dan kerusakan kendaraan. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada objek umum seperti laptop, printer, penyakit, atau kendaraan berbahan bakar konvensional. Penelitian yang secara khusus mengkaji diagnosis kerusakan sepeda motor listrik berbasis web dengan evaluasi kuantitatif model dan usability sistem masih relatif terbatas. Selain itu, beberapa penelitian hanya menampilkan hasil diagnosis tanpa menyajikan metrik evaluasi yang lengkap seperti precision, recall, F1-score, dan confusion matrix.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan intelligent web-based system untuk diagnosis awal kerusakan sepeda motor listrik menggunakan Naive Bayes yang disertai evaluasi kuantitatif model, visualisasi confusion matrix, serta uji validitas sistem melalui usability testing. Sistem yang dikembangkan tidak hanya memberikan rekomendasi jenis kerusakan berdasarkan gejala, tetapi juga menampilkan nilai

probabilitas sehingga tingkat keyakinan sistem dapat dipahami secara lebih terukur.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana merancang sistem cerdas berbasis web untuk diagnosis kerusakan sepeda motor listrik berdasarkan gejala yang diinput pengguna; (2) bagaimana menerapkan metode Naive Bayes dalam proses klasifikasi jenis kerusakan sepeda motor listrik; (3) bagaimana tingkat kinerja model berdasarkan akurasi, precision, recall, F1-score, dan confusion matrix; serta (4) bagaimana tingkat kelayakan penggunaan sistem berdasarkan pengujian usability. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sistem diagnosis berbasis web yang mampu membantu pengguna dan teknisi dalam melakukan identifikasi awal kerusakan sepeda motor listrik secara cepat, konsisten, dan terukur..

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Cerdas dan Sistem Pakar

Sistem cerdas merupakan bagian dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan manusia dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Salah satu implementasi sistem cerdas adalah sistem pakar, yaitu sistem yang mengadopsi pengetahuan dan pengalaman pakar ke dalam bentuk basis pengetahuan dan aturan inferensi. Sistem pakar mampu memberikan solusi terhadap permasalahan tertentu berdasarkan input yang diberikan oleh pengguna.

Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar dengan memanfaatkan basis pengetahuan dan aturan inferensi dalam menyelesaikan permasalahan tertentu (Ate et al., 2023).

Sistem pakar adalah sistem yang mengadopsi pengetahuan pakar ke dalam sistem komputer untuk melakukan diagnosis secara otomatis dan membantu pengambilan keputusan tanpa ketergantungan langsung pada teknisi (Handayani et al., 2025). Sistem pakar merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu masalah berdasarkan gejala dengan meniru cara berpikir seorang ahli melalui aturan dan basis pengetahuan (Pratiwi et al., 2023).

Dalam konteks diagnosis, sistem pakar banyak digunakan untuk membantu proses identifikasi suatu kondisi berdasarkan gejala yang muncul. Sistem ini memberikan kemudahan akses informasi serta membantu pengguna yang tidak memiliki keahlian khusus. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa

sistem pakar dapat digunakan untuk memberikan diagnosis secara cepat dan menyerupai keputusan pakar manusia (Edhy Poerwandono & Prakoso Angga Ilyasa, 2025).

Metode Naive Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu algoritma klasifikasi dalam machine learning yang didasarkan pada Teorema Bayes dengan asumsi independensi antar fitur. Metode ini menghitung probabilitas suatu kelas berdasarkan data sebelumnya, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan suatu kejadian. Keunggulan metode Naive Bayes terletak pada kesederhanaan perhitungan, efisiensi komputasi, serta kemampuannya bekerja dengan baik pada dataset yang relatif kecil. Selain itu, metode ini juga mampu menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam berbagai kasus klasifikasi, termasuk dalam bidang diagnosis (Rozi, 2023).

Metode Naive Bayes merupakan algoritma klasifikasi yang berbasis pada teori probabilitas Bayes, yang digunakan untuk mengklasifikasikan data berdasarkan peluang kemunculan suatu kelas dengan asumsi independensi antar atribut (Zamzami et al., 2024). Naive Bayes merupakan algoritma klasifikasi yang efektif baik dari sisi perhitungan maupun hasil akhir, karena menggunakan pendekatan probabilistik dalam menentukan kelas berdasarkan data sebelumnya (Yudha Prawira et al., 2024). Dalam implementasinya, Naive Bayes banyak digunakan untuk sistem diagnosis karena mampu mengolah data gejala menjadi probabilitas keputusan yang logis dan terstruktur (Pratiwi et al., 2023).

Metode Naive Bayes adalah teknik klasifikasi yang didasarkan pada teori probabilitas dan statistik yang pertama kali diperkenalkan oleh Thomas Bayes, seorang ilmuwan asal Inggris. Metode ini memadukan Teorema Bayes dengan asumsi "Naive", yang berarti setiap atribut atau variabel dianggap saling independen. Dalam definisi lain, Naive Bayes merupakan algoritma klasifikasi sederhana berbasis probabilitas yang menghitung probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi serta kombinasi nilai dari data yang ada. Metode ini menggunakan Teorema Bayes dan mengasumsikan bahwa setiap atribut tidak saling bergantung pada nilai variabel kelas. Salah satu keunggulan utama metode ini adalah hanya memerlukan sejumlah kecil data pelatihan untuk mengestimasi parameter yang diperlukan dalam proses klasifikasi (Homepage et al., 2025).

Sistem Diagnosa Berbasis Web

Sistem berbasis web merupakan solusi yang efektif dalam penyebaran aplikasi karena dapat diakses secara luas tanpa bergantung pada platform tertentu. Penggunaan sistem diagnosis berbasis web memungkinkan pengguna untuk melakukan konsultasi secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Penelitian terkait menunjukkan bahwa sistem diagnosis berbasis web memberikan kemudahan dalam proses input data gejala serta penyajian hasil diagnosis secara real-time. Selain itu, integrasi metode Naive Bayes dalam sistem berbasis web terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan konsistensi hasil diagnosis (Arafiyah, 2023).

Sistem diagnosa berbasis web adalah sistem yang dirancang untuk membantu pengguna memperoleh informasi awal mengenai suatu kondisi berdasarkan gejala yang diinput melalui platform web, sehingga pengguna dapat melakukan tindakan preventif secara mandiri tanpa harus langsung berkonsultasi dengan pakar (Tukan et al., 2025).

Sistem diagnosa berbasis web merupakan sistem pakar yang memanfaatkan teknologi web untuk mengidentifikasi suatu kondisi atau penyakit berdasarkan gejala yang diberikan oleh pengguna, dengan tujuan memberikan rekomendasi diagnosis awal secara cepat dan mudah diakses (Jurnal, n.d.).

Diagnosa Kerusakan Sepeda Motor

Pada penelitian Fening Kurniawan Sistem pakar diagnosa kerusakan kendaraan listrik merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk membantu pengguna dalam menemukan dan mengatasi masalah pada kendaraan Listrik (Kurniawan & Christanto, 2023).

Kerusakan pada sepeda motor umumnya disebabkan oleh berbagai faktor, seperti keausan komponen, kesalahan penggunaan, maupun kurangnya perawatan. Proses diagnosis secara manual seringkali membutuhkan pengalaman dan keahlian teknis yang memadai.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa proses diagnosis manual cenderung tidak efisien dan memerlukan waktu yang lebih lama, sehingga diperlukan sistem otomatis untuk membantu proses identifikasi kerusakan secara lebih cepat dan akurat.

Didukung dengan penelitian Guntur yang membahas diagnosa kerusakan kendaraan Listrik, sistem yang dihasilkan sesuai dengan perancangan sistem untuk mendiagnosa kerusakan pada mesin mobil, sistem yang dibangun menggunakan metode naive bayes dengan pendekatan bahasa pemrograman Php dan Mysql sebagai basis data (Guntur & Kamarudin, 2024)

Sistem pakar digunakan untuk diagnosis kerusakan motor listrik maupun injeksi membantu pengguna awam memahami kerusakan tanpa teknisi dimana sistem mampu memberikan diagnosis cepat dan solusi berbasis gejala (Sinaga et al., 2025)..

Di bidang kendaraan listrik, Wibowo dan Santoso (2023) menyatakan bahwa penerapan metode machine learning dalam sistem deteksi kerusakan mampu meningkatkan akurasi identifikasi gangguan pada komponen kendaraan listrik. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk melakukan analisis terhadap data operasional kendaraan secara real-time sehingga kerusakan dapat dideteksi lebih dini sebelum menyebabkan kegagalan sistem yang lebih serius (Dettinger et al., 2023).

Penelitian Terdahulu (Kajian Empiris)

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode Naive Bayes efektif digunakan dalam berbagai domain diagnosis, antara lain:

- Sistem diagnosis penyakit menggunakan Naive Bayes mampu memberikan hasil yang cepat dan akurat serta membantu pengguna dalam memahami kondisi yang dialami. (Rozi, 2023)
- Pengembangan sistem pakar berbasis web untuk diagnosis kerusakan perangkat menunjukkan tingkat kesesuaian hasil dengan pakar mencapai tingkat akurasi yang tinggi. (Arafiyah, 2023)
- Kombinasi metode Naive Bayes dalam sistem diagnosis juga terbukti mampu meningkatkan ketepatan klasifikasi dan mengatasi keterbatasan jumlah pakar di lapangan. (Kartika Imam Santoso et al., 2025).

Dari berbagai studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode Naive Bayes memiliki performa yang baik dalam sistem diagnosis berbasis komputer, baik pada bidang kesehatan, pertanian, maupun teknologi.

Relevansi dengan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian sebelumnya dalam hal penggunaan metode Naive Bayes untuk diagnosis. Namun, penelitian ini memiliki fokus pada objek yang berbeda, yaitu sepeda motor listrik. Selain itu, penelitian ini mengembangkan sistem berbasis web yang dirancang untuk membantu pengguna dalam melakukan diagnosis awal kerusakan kendaraan listrik secara mandiri.

Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam memperluas penerapan metode Naive Bayes ke dalam domain otomotif, khususnya kendaraan listrik, yang masih relatif jarang dikaji.

PEGEMBANGAN HIPOTESIS

Berdasarkan kajian teori dan penelitian terdahulu, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- H1: Penerapan metode Naive Bayes pada sistem berbasis web mampu meningkatkan akurasi dalam mendiagnosa kerusakan sepeda motor listrik.
- H2: Penggunaan intelligent web-based system dapat mempercepat proses identifikasi kerusakan dibandingkan metode diagnosis manual.
- H3: Sistem diagnosis berbasis web menggunakan Naive Bayes mampu memberikan rekomendasi kerusakan secara konsisten berdasarkan input gejala pengguna.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan model prototype. Model ini dipilih karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap melalui analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, evaluasi, dan perbaikan sistem. Alur penelitian dimulai dari pengumpulan data gejala dan jenis kerusakan, pembentukan basis pengetahuan, implementasi algoritma Naive Bayes, pengembangan antarmuka web, pengujian model, serta evaluasi usability sistem.

Ruang Lingkup dan Objek Penelitian

Objek penelitian adalah diagnosis kerusakan sepeda motor listrik berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Ruang lingkup penelitian meliputi data gejala, data jenis kerusakan, relasi gejala-kerusakan, proses klasifikasi Naive Bayes, dan penyajian rekomendasi diagnosis. Penelitian ini tidak membahas tindakan perbaikan komponen secara teknis, melainkan berfokus pada identifikasi awal kerusakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan.

Deskripsi Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan berjumlah 120 data kasus diagnosis. Setiap data terdiri atas kombinasi gejala dan label jenis kerusakan yang telah divalidasi berdasarkan literatur teknis dan konsultasi dengan teknisi. Dataset dibagi menjadi 90 data latihan (75%) untuk pembentukan probabilitas prior dan likelihood, serta 30 data uji (25%) untuk mengevaluasi performa model.

Tabel 1. Deskripsi Dataset Penelitian

Komponen Dataset	Jumlah/Keterangan
Total data kasus	120 kasus
Data latih	90 kasus (75%)
Data uji	30 kasus (25%)
Jumlah gejala	15 gejala utama
Jumlah kelas kerusakan	4 kelas
Sumber data	Studi literatur, dokumentasi teknis, observasi, dan validasi teknis

Tabel 2. Kelas Kerusakan yang Digunakan dalam Dataset

Kode	Jenis Kerusakan	Contoh Gejala Dominan
K1	Kerusakan baterai	Baterai cepat habis, indikator redup, daya tidak stabil
K2	Kerusakan controller	Motor tidak merespons, tarikan tidak stabil, error indikator
K3	Kerusakan motor dinamo	Suara tidak normal, putaran lemah, panas berlebih
K4	Kerusakan sistem kelistrikan	Lampu mati, kabel/konektor bermasalah, indikator tidak aktif

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian berupa data gejala, data jenis kerusakan, data relasi gejala terhadap kerusakan, dan data hasil validasi pakar. Alat penelitian meliputi laptop/komputer, web server Apache/XAMPP, PHP, MySQL, browser, serta perangkat lunak pengolah data untuk menghitung dan mengevaluasi hasil klasifikasi.

Teknik Pengumpulan Data

1. Studi literatur: mengumpulkan referensi terkait kendaraan listrik, sistem pakar, diagnosis kerusakan, dan Naive Bayes.
2. Observasi: mengidentifikasi gejala umum kerusakan sepeda motor listrik melalui dokumentasi dan simulasi kasus.
3. Wawancara/validasi teknis: memperoleh pengetahuan terkait hubungan gejala dan jenis kerusakan.
4. Dokumentasi: menyusun data gejala, data kerusakan, dan relasi sebagai basis pengetahuan sistem.

Definisi Operasional Variabel

Tabel 3. Definisi Operasional Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Indikator
Input/Gejala	Kondisi atau tanda kerusakan yang dipilih pengguna	G1-G15
Output/Jenis Kerusakan	Kelas kerusakan yang diprediksi sistem	K1-K4
Probabilitas Naive Bayes	Nilai posterior dari setiap kelas kerusakan	$P(K G)$
Kinerja Model	Kemampuan model menghasilkan diagnosis benar	Akurasi, precision, recall, F1-score
Usability Sistem	Tingkat kemudahan dan manfaat sistem menurut pengguna	Skor usability (%)

Teknik Analisis Data dan Algoritma Naive Bayes

Analisis data dilakukan dengan menghitung probabilitas prior setiap kelas kerusakan dan probabilitas kemunculan gejala pada setiap kelas. Untuk menghindari nilai nol pada gejala yang tidak muncul dalam data latih, sistem dapat menggunakan Laplace smoothing. Nilai posterior setiap kelas dihitung berdasarkan gejala yang dipilih pengguna, kemudian kelas dengan nilai posterior tertinggi ditetapkan sebagai hasil diagnosis.

Tabel 4. Pseudo-code Algoritma Naive Bayes

Langkah	Pseudo-code Naive Bayes untuk Diagnosis
1	Input gejala yang dipilih pengguna: $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$
2	Ambil daftar kelas kerusakan $K = \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$
3	Untuk setiap kelas K_i , hitung prior $P(K_i)$ dari data latih
4	Untuk setiap gejala g_j , hitung likelihood $P(g_j K_i)$
5	Hitung skor posterior: $Score(K_i) = P(K_i) \times \prod P(g_j K_i)$
6	Normalisasi nilai score menjadi persentase probabilitas
7	Pilih kelas dengan probabilitas tertinggi sebagai hasil diagnosis

8	Tampilkan jenis kerusakan, nilai probabilitas, dan saran penanganan awal
---	--

Metrik Evaluasi Model dan Sistem

Evaluasi model dilakukan menggunakan confusion matrix, akurasi, precision, recall, dan F1-score. Akurasi digunakan untuk mengukur proporsi prediksi benar terhadap seluruh data uji. Precision mengukur ketepatan prediksi pada suatu kelas, recall mengukur kemampuan sistem menemukan seluruh kasus pada kelas tertentu, dan F1-score menggabungkan precision dan recall. Selain pengujian model, sistem juga diuji menggunakan black box testing dan usability testing untuk memastikan fungsi berjalan sesuai kebutuhan dan sistem mudah digunakan.

Tabel 5. Metrik Evaluasi Model

Metrik	Rumus	Keterangan
Akurasi	$(TP + TN) / \text{Total data}$	Proporsi seluruh prediksi benar
Precision	$TP / (TP + FP)$	Ketepatan prediksi positif pada kelas tertentu
Recall	$TP / (TP + FN)$	Kemampuan menemukan seluruh data pada kelas tertentu
F1-score	$2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$	Keseimbangan precision dan recall

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan Sistem

Penelitian ini menghasilkan intelligent web-based system yang mampu melakukan diagnosis kerusakan sepeda motor listrik berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna. Sistem memiliki fitur login, pengelolaan data user, pengelolaan data gejala, pengelolaan data kerusakan, pengelolaan relasi gejala-kerusakan, proses diagnosis, dan halaman hasil diagnosis. Hasil diagnosis ditampilkan dalam bentuk jenis kerusakan paling mungkin, nilai probabilitas, serta saran penanganan awal.

Halaman Login User

Halaman login berfungsi sebagai pintu akses sistem. Pengguna memasukkan username dan password, kemudian sistem melakukan verifikasi untuk menjaga keamanan akses data.

Gambar 1. Halaman Login User

Halaman Data User

Halaman data user digunakan administrator untuk mengelola pengguna sistem, termasuk hak akses admin dan pengguna umum.

No	Username	Nama Lengkap	Aksi
1	admin	Fitri Nursanti	Edit Hapus
2	admin1234	Jhon Silaban	Edit Hapus

Gambar 2. Halaman Data User

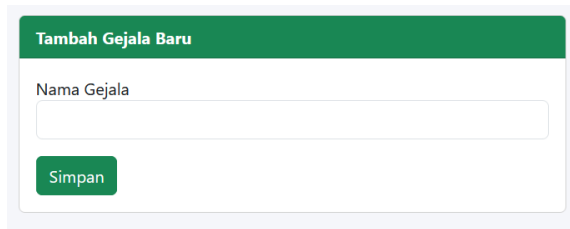
Halaman Tentang Aplikasi

Halaman tentang aplikasi menyajikan informasi tujuan sistem, metode Naive Bayes yang digunakan, serta peran pengguna dalam proses diagnosis.

Gambar 3. Halaman Tentang Aplikasi

Halaman Input Gejala

Halaman input gejala memungkinkan pengguna memilih satu atau lebih gejala yang sesuai dengan kondisi sepeda motor listrik.



Gambar 4. Halaman Input Gejala

Halaman Input Kerusakan dan Solusi

Halaman input kerusakan digunakan administrator untuk menambah, mengubah, dan menghapus jenis kerusakan serta solusi awal.



Gambar 5. Halaman Input Kerusakan dan Solusi

Halaman Relasi Gejala dan Kerusakan

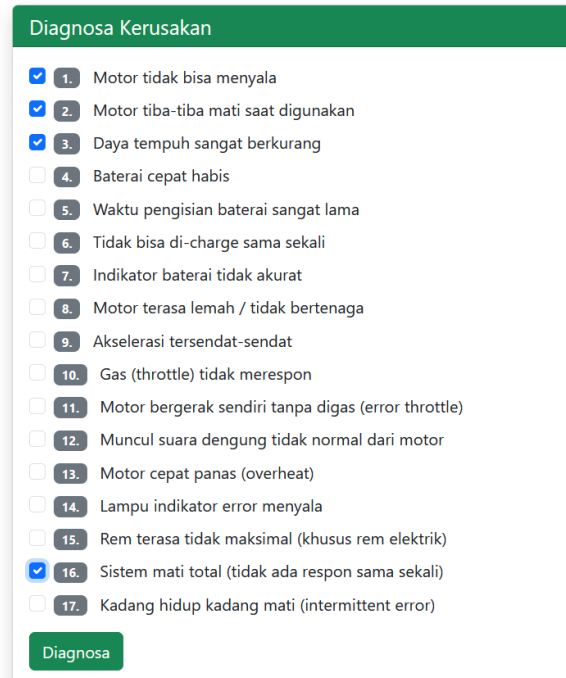
Halaman relasi menghubungkan gejala dengan jenis kerusakan sebagai basis pengetahuan dalam perhitungan likelihood.

Gejala \ Kerusakan	Selampayan	V-Belt	Mengantam Ganda	Throttle Body	Clutch	EVU	AKI	Busa	Filter Oli/Bahan Bakar
Mesin sulit dihidupkan y	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
Suara berisik pada mesin	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tengah motor menurun	0,65	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Keluar asap putih dari knalpot	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Akselerasi motor lambat	0,0	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terdengar suara berdecit dari CVT	0,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Motor sering mati mendadak	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Lampu indikator injeksi menyala	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0

Gambar 6. Halaman Relasi Gejala dan Kerusakan

Halaman Diagnosa

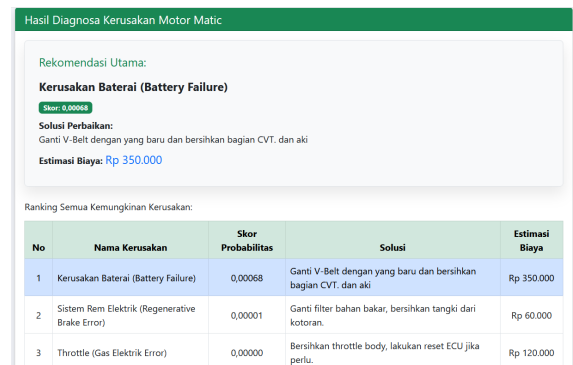
Halaman diagnosa menjadi titik interaksi utama pengguna untuk memulai proses klasifikasi berdasarkan gejala yang dipilih.



Gambar 7. Halaman Diagnosa

Halaman Hasil Diagnosa

Halaman hasil diagnosa menampilkan nilai probabilitas setiap kemungkinan kerusakan dan rekomendasi kerusakan dengan probabilitas tertinggi.



Gambar 8. Halaman Hasil Diagnosa

Hasil Perhitungan Naive Bayes

Sebagai contoh pengujian, digunakan gejala G1 motor tidak menyala, G2 baterai cepat habis, dan G3 lampu indikator redup. Berdasarkan data probabilitas awal, sistem menghitung nilai posterior dari setiap kelas kerusakan dan melakukan normalisasi untuk memperoleh nilai persentase.

Tabel 6. Probabilitas Awal (Prior)

Kerusakan	Kode	Probabilitas P(H)
Kerusakan Baterai	K1	0,40
Kerusakan Controller	K2	0,35

Kerusakan Dinamo	Motor	K3	0,25
------------------	-------	----	------

Tabel 7. Probabilitas Gejala terhadap Kerusakan (Likelihood)

Gejala	P(G K1)	P(G K2)	P(G K3)
G1	0,60	0,70	0,50
G2	0,80	0,40	0,30
G3	0,70	0,50	0,60

Tabel 8. Perhitungan Posterior dan Normalisasi

Kerusakan	Perhitungan	Nilai	Probabilitas Normalisasi
K1 - Baterai	$0,40 \times 0,60 \times 0,80 \times 0,70$	0,1344	65,25%
K2 - Controller	$0,35 \times 0,70 \times 0,40 \times 0,50$	0,0490	23,80%
K3 - Dinamo	$0,25 \times 0,50 \times 0,30 \times 0,60$	0,0225	10,92%

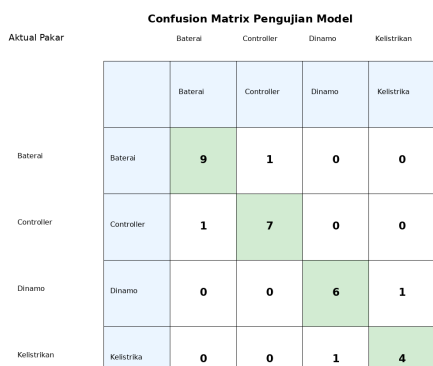
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kerusakan paling mungkin adalah kerusakan baterai (K1) dengan probabilitas 65,25%. Nilai ini menjadi dasar sistem dalam menampilkan rekomendasi diagnosis awal kepada pengguna.

Pengujian Model

Pengujian model dilakukan terhadap 30 data uji yang tidak digunakan dalam proses pelatihan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 26 data berhasil diprediksi dengan benar dan 4 data mengalami kesalahan klasifikasi. Dengan demikian, akurasi sistem adalah $26/30 \times 100\% = 86,67\%$.

Tabel 9. Confusion Matrix Pengujian Model

Aktual / Prediksi	Baterai	Controller	Dinamo	Kelistrikan	Total
Baterai	9	1	0	0	10
Controller	1	7	0	0	8
Dinamo	0	0	6	1	7
Kelistrikan	0	0	1	4	5
Total Prediksi	10	8	7	5	30

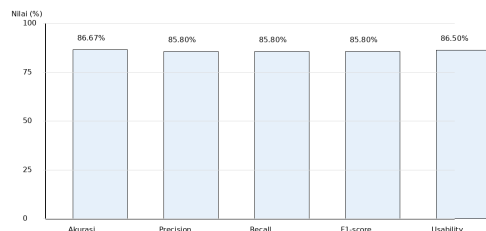


Gambar 9. Visualisasi Confusion Matrix

Tabel 10. Ringkasan Evaluasi Model

Metrik	Nilai
Akurasi	86,67%
Macro Precision	85,80%
Macro Recall	85,80%
Macro F1-score	85,80%

Ringkasan Kinerja Model dan Sistem



Gambar 10. Grafik Perbandingan Kinerja Model dan Sistem

Pengujian Black Box

Pengujian black box dilakukan untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur login, input gejala, input kerusakan, pengelolaan relasi, proses diagnosis, dan halaman hasil diagnosis dapat berjalan sesuai skenario yang dirancang.

Tabel 11. Hasil Pengujian Black Box

Fitur yang Diuji	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Status
Login	Username dan password valid	Masuk ke dashboard	Berhasil
Input Gejala	Admin menambah data gejala	Data tersimpan dan tampil pada tabel	Berhasil
Input Kerusakan	Admin menambah jenis kerusakan	Data tersimpan dan dapat diedit	Berhasil
Relasi	Admin menghubungkan gejala dengan kerusakan	Relasi tersimpan sebagai basis pengetahuan	Berhasil
Diagnosa	Pengguna memilih gejala	Sistem menghitung probabilitas	Berhasil
Hasil Diagnosa	Sistem menampilkan hasil	Diagnosis dan probabilitas tampil	Berhasil

Usability Testing

Usability testing dilakukan terhadap 10 responden yang terdiri atas pengguna umum dan teknis. Penilaian menggunakan skala 1-5 pada lima aspek, yaitu kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, kecepatan akses, manfaat sistem, dan tampilan antarmuka. Skor akhir dikonversi ke persentase.

Tabel 12. Hasil Usability Testing

Aspek Usability	Skor Rata-rata	Persentase
Kemudahan penggunaan	4,4 dari 5	88%
Kejelasan informasi hasil diagnosis	4,3 dari 5	86%
Kecepatan proses diagnosis	4,5 dari 5	90%
Manfaat sebagai diagnosis awal	4,2 dari 5	84%
Tampilan antarmuka	4,25 dari 5	85%
Rata-rata	4,33 dari 5	86,50%

Hasil usability testing sebesar 86,50% menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori sangat layak digunakan. Temuan ini memperkuat bahwa sistem tidak hanya memiliki performa teknis yang baik, tetapi juga dapat digunakan secara praktis oleh pengguna untuk memperoleh informasi awal kerusakan.

Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Naive Bayes mampu melakukan klasifikasi kerusakan sepeda motor listrik dengan akurasi 86,67%. Nilai ini menunjukkan bahwa model cukup andal untuk diagnosis awal, terutama ketika data gejala telah disusun secara terstruktur dan divalidasi oleh teknis. Kesalahan klasifikasi sebesar 13,33% terjadi karena beberapa gejala memiliki kemiripan antar kelas, misalnya gejala motor tidak menyala dapat berkaitan dengan baterai, controller, maupun sistem kelistrikan.

Dibandingkan penelitian terdahulu pada sistem diagnosis berbasis Naive Bayes, penelitian ini memberikan kontribusi lebih spesifik pada domain sepeda motor listrik yang memiliki karakteristik komponen berbeda dari kendaraan konvensional. Penelitian sebelumnya umumnya menyatakan bahwa Naive Bayes efektif untuk diagnosis, tetapi belum selalu menyajikan confusion matrix dan analisis usability. Pada penelitian ini, evaluasi performa disajikan secara lebih terukur melalui akurasi,

precision, recall, F1-score, dan confusion matrix, sehingga validitas model lebih mudah diverifikasi.

Kontribusi praktis sistem terletak pada kemampuannya memberikan rekomendasi diagnosis awal secara cepat melalui platform web. Pengguna dapat memilih gejala yang dialami dan memperoleh informasi jenis kerusakan paling mungkin beserta nilai probabilitas. Bagi teknis, sistem dapat menjadi alat bantu awal untuk mempercepat proses pemeriksaan dan menyusun prioritas komponen yang perlu dicek. Bagi pengembang sistem, struktur basis pengetahuan yang dinamis memungkinkan data gejala dan kerusakan diperbarui sesuai kondisi lapangan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan. Pertama, jumlah dataset masih terbatas sehingga peluang generalisasi perlu diperkuat dengan data yang lebih besar. Kedua, asumsi independensi pada Naive Bayes dapat menyebabkan kesalahan ketika antar gejala sebenarnya memiliki hubungan kuat. Ketiga, sistem belum terintegrasi dengan sensor kendaraan atau data real-time. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada penambahan dataset, integrasi IoT, serta perbandingan dengan algoritma lain seperti Decision Tree, Random Forest, atau Support Vector Machine.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan intelligent web-based system untuk mendiagnosa kerusakan sepeda motor listrik berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna. Sistem memiliki fitur pengelolaan data gejala, data kerusakan, relasi, proses diagnosis, dan hasil diagnosis berbasis probabilitas.

Penerapan metode Naive Bayes terbukti mampu melakukan klasifikasi jenis kerusakan dengan akurasi 86,67%, macro precision 85,80%, macro recall 85,80%, dan macro F1-score 85,80% berdasarkan 30 data uji.

Hasil usability testing sebesar 86,50% menunjukkan bahwa sistem mudah digunakan, informasi diagnosis mudah dipahami, dan sistem bermanfaat sebagai alat bantu identifikasi awal bagi pengguna maupun teknis.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah tersedianya alat bantu diagnosis awal yang dapat mempercepat proses identifikasi kerusakan sepeda motor listrik dan mengurangi ketergantungan penuh pada pemeriksaan manual. Kontribusi ilmiahnya adalah penerapan Naive Bayes pada domain diagnosis sepeda motor listrik berbasis web dengan evaluasi kuantitatif model dan usability sistem.

Arah penelitian selanjutnya adalah memperluas dataset, menambahkan data dari bengkel atau pusat

layanan resmi, membandingkan performa Naive Bayes dengan algoritma klasifikasi lain, serta mengintegrasikan sistem dengan sensor IoT agar diagnosis dapat dilakukan berdasarkan data real-time kendaraan

DAFTAR PUSTAKA

- Arafiyah, R. (2023). Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Laptop Menggunakan Metode Naive Bayes-Certainty Factor Berbasis Website. *J-KOMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasi*, 6(2), 75–86.
- Ate, R. B., Neno, F. E., & Mikku Ate, P. (2023). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria Dengan Metode Naive Bayes Puskesmas Weekombak. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 776–785.
<https://doi.org/10.47709/digitech.v3i2.2900>
- Dettinger, F., Jazdi, N., Weyrich, M., Brandl, L., Reuss, H. C., Pecha, U., Parspour, N., Li, S., Frey, M., Gauterin, F., Nägele, A. T., Lüntzel, V. A., & Sax, E. (2023). Machine-Learning-Based Fault Detection in Electric Vehicle Powertrains Using a Digital Twin. *SAE Technical Papers*, (Shen 2022), 1–11.
<https://doi.org/10.4271/2023-01-1214>
- Edhy, P. & Ilyasa, P. A. (2025). Expert System for Diagnosis of Hypertension Disease Using Naive Bayes Method. *Modem: Jurnal Informatika Dan Sains Teknologi.*, 3(2), 30–41.
<https://doi.org/10.62951/modem.v3i2.386>
- Guntur, G., & Kamarudin, K. (2024). Penerapan Metode Naive Bayes Dengan Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Kerusakan Pada Mesin Mobil. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JISTI)*, 7(1), 177–186.
<https://doi.org/10.57093/jisti.v7i1.218>
- Handayani, D., Rawinto, I., & Lubis, H. (2025). *Sistem Pakar Berbasis Web Diagnosis Kerusakan Printer Menggunakan*. 5, 275–287.
- Ismaredah, E., & Sidiq, A. M. (2025). Implementasi Teknologi MERN Stack pada Sistem Pakar Diagnosis Awal Penyakit Lambung Menggunakan Metode Naive Bayes. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science* 5(10), 1559–1569.
- Kartika, I. S., Supriyadi, E., Triyono, A. & Puspita, D. M. (2025). Expert System for Corn Plant Disease Diagnosis Using Hybrid Fuzzy Tsukamoto and Naive Bayes Method. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 9(2), 141–155.
<https://doi.org/10.26740/jieet.v9n2.p141-155>
- Kurniawan, F., & Christanto, F. W. (2023). Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 28(2), 122-136.
- Pratiwi, P. S. I., Rohman, Mg., & Sholihin, M. (2023). Sistem Pakar Penyakit Telinga Menggunakan Metode Naive Bayes. *Generation Journal*, 7(2), 70–82. <https://doi.org/10.29407/gj.v7i2.19991>
- Rozi, A. (2023). Implementation of the Naive Bayes Method in Expert Systems for Diagnosing Achalasia. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 7(1), 308–316.
<https://doi.org/10.31289/jite.v7i1.9573>
- Sinaga, M. R., Sianipar, L., Laia, N., & Bawamenewi, N. S. (2025). Penerapan Sistem Pakar dengan Metode Naive Bayes pada Kerusakan Motor Injeksi. 4(3), 204–212.
<https://doi.org/10.47065/jogtc.v4i3.8190>
- Tukan, Y. K., Deta, B., & Weking, A. N. (2025). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tidak Menular (ISPA) Berbasis Web Mobile. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 34–42.
<https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.1957>
- Yudha, P. D., Pratama, Y., & Yanti, E. (2024). Analisis Dan Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Klasifikasi Kelayakan Penerimaan Beasiswa PIP (Studi Kasus: SMPN 7 Kota Jambi). *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, 4(2), 1051–1059.
<https://doi.org/10.33998/jakakom.v4i2>
- Zamzami, F., Hidayat, R., & Fathonah, R. (2024). Penerapan Algoritma Naive Bayes Classifier Untuk Analisis Sentimen Komentar Twitter Proyek Pembangunan Ikn. *Faktor Exacta*, 17(1), 47–57.
<https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v17i1.22265>