

Penerapan Sistem Pakar dengan Metode Naive Bayes pada Kerusakan Motor Injeksi

Marito Romaida Sinaga¹, Lilin Sianipar¹, Naomita Laia¹, Nelis Sastraman Bawamenewi¹, Asprina Br Surbakti^{2,*}, Surizar Rahmi Danur¹

¹Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Intitut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan

²Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan teknologi, Intitut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan

Jl. Sei Batang Hari No. 84A, Babura Sunggal, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹maritoromaidasinaga01@gmail.com, ²Lilinsianipar81@gmail.com, ³mitalaia069@gmail.com, ⁴bnelissastraman@gmail.com

⁵asprina.surbakti28@gmail.com, ⁶Surizarrahmidanur.dosen@itbi.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak—Motor injeksi adalah kendaraan bermotor yang menggunakan sistem penyemprotan bahan bakar langsung ke ruang pembakaran melalui injektor yang diatur secara elektronik oleh ECU. Akan tetapi, mekanik sering menemui hambatan dan kesulitan dalam melakukan pengecekan kerusakan motor injeksi, sehingga pengecekan masih dilakukan secara manual terhadap mesin injeksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu solusinya adalah memanfaatkan metode analisis yang dapat membantu dan mempermudah mekanik dalam menentukan kerusakan motor injeksi. Metode ini dipilih dengan tujuan agar dapat mengetahui jenis kerusakan dan menyediakan solusi terkait permasalahan yang ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan motor injeksi menggunakan metode Naive Bayes, serta mengetahui tingkat probabilitas masing-masing kerusakan sehingga dapat memberikan informasi yang lebih akurat bagi proses perbaikan. Hasil pengujian perhitungan menggunakan metode Naive Bayes menunjukkan bahwa kerusakan sensor injeksi bermasalah merupakan kerusakan dengan nilai tertinggi sebesar 72,8%.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Kerusakan; Motor Injeksi; Metode Naive Bayes.

Abstract—An injection engine is a motorized vehicle that uses a fuel injection system directly into the combustion chamber through an injector that is electronically controlled by the ECU. However, mechanics often encounter obstacles and difficulties in checking for damage to the injection engine, so that checks are still carried out manually on the injection engine. To overcome this problem, one solution is to utilize an analysis method that can help and facilitate mechanics in determining damage to the injection engine. This method was chosen with the aim of being able to identify the type of damage and provide solutions related to existing problems. The purpose of this study is to analyze and identify the types of damage to the injection engine using the Naive Bayes method, as well as to determine the probability level of each damage so that it can provide more accurate information for the repair process. The results of the calculation test using the Naive Bayes method show that problematic injection sensor damage is the damage with the highest value of 72.8%.

Keywords: Expert System; Fail; Engine Injection; Naive Bayes Method.

1. PENDAHULUAN

Mesin injeksi merupakan jenis mesin pembakaran dalam yang menggunakan sistem injeksi bahan bakar untuk mengalirkan bensin atau solar langsung ke ruang bakar atau saluran masuk (intake manifold). Sistem ini menggantikan sistem karburator yang lebih konvensional dan banyak digunakan pada kendaraan modern karena lebih efisien, ramah lingkungan, dan memberikan performa yang lebih baik[1]. Fungsi utama mesin injeksi adalah untuk mengatur penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar secara otomatis dan presisi, agar pembakaran di dalam mesin lebih efisien, irit, dan bertenaga. Dengan begitu Sistem injeksi modern cenderung lebih rumit dirawat di bandingkan sistem karburator, perawatannya sebenarnya lebih mudah karena sistem ini cenderung lebih tahan pada perubahan setelan mesin[2].

Meskipun ada banyak keunggulan sistem injeksi juga menghadirkan tantangan baru, terutama terkait pemeliharaan dan perbaikan. Banyak pengendara sepeda motor kesulitan untuk memahami jenis kerusakan yang terjadi, terutama karena sistem injeksi terdiri dari komponen elektronik dan sensor yang kompleks[3]. Di sisi lain, tidak semua orang memiliki pengetahuan teknis yang memadai untuk dapat mengidentifikasi masalah pada motor injeksi. Bahkan, bengkel-bengkel kecil sering kali menemui kesulitan dalam mendiagnosis kerusakan dengan akurat karena keterbatasan peralatan dan tenaga ahli. Untuk itu, diperlukan suatu sistem yang bisa membantu mempercepat, mempermudah, dan meningkatkan akurasi proses deteksi kerusakan yang dapat digunakan oleh semua orang [4]

Seperti sistem yang berjalan di tengah masyarakat jika mengalami kerusakan sepeda motor, pengguna akan membawanya ke bengkel motor sesuai dengan kebutuhan nya. Akibat nya pengguna motor injeksi akan ketergantungan terhadap tenaga ahli serta memerlukan waktu dan biaya yang cukup banyak. Selain itu, tidak semua daerah memiliki akses ke bengkel resmi dengan teknisi yang memiliki kompetensi tinggi dalam menangani sistem injeksi. Di daerah terpencil atau pedesaan, masih banyak bengkel konvensional yang belum memiliki perangkat diagnostik berbasis digital. Hal ini menyebabkan banyak pengguna harus menempuh jarak yang jauh hanya untuk melakukan pemeriksaan sederhana. Di sinilah peran teknologi informasi menjadi penting sebagai jembatan antara kebutuhan masyarakat dan keterbatasan sumber daya yang ada[5]. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah sistem pakar. Sistem ini dirancang untuk meniru cara kerja seorang pakar dalam mengatasi masalah tertentu, dalam hal ini untuk mendeteksi kerusakan pada motor.

Dengan adanya sistem pakar, pengguna hanya perlu memasukkan gejala-gejala yang dialami pada motor, dan sistem akan menginformasikan kemungkinan jenis kerusakan beserta saran untuk memperbaikinya.

Agar sistem pakar dapat menghasilkan diagnosis yang lebih tepat, diperlukan metode pengolahan data yang sesuai. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Naive Bayes, yaitu pendekatan yang menggunakan probabilitas untuk menentukan kemungkinan kerusakan berdasarkan gejala-gejala yang diberikan. Metode ini bekerja dengan menghitung seberapa besar peluang setiap kemungkinan kerusakan berdasarkan data yang tersedia. Meski sederhana, metode ini cukup efektif dan efisien untuk mengklasifikasikan masalah seperti diagnosis kerusakan [6].

Naive Bayes di gunakan untuk mendeteksi dan memprediksi jenis kerusakan pada motor injeksi, seperti masalah pada sistem bahan bakar, sistem pengapian, atau sistem sensor. Misalkan sebuah sistem mendeteksi gejala seperti motor sulit hidup dan mesin bergetar. Dengan Naive Bayes yang sudah terbentuk sistem dapat memprediksi bahwa ada masalah pada sistem bahan bakar atau sistem pengapian pada kerusakan motor tersebut. Namun, sebelum metode Naive Bayes berkembang dan populer dalam klasifikasi data metode statistik Bayesian sudah terlebih dahulu di gunakan [7]. Statistik Bayesian adalah pendekatan statistik yang menggunakan probabilitas untuk mengukur keyakinan atau ketidak pastina terhadap suatu peristiwa atau parameter. Statistik Bayesian menggabungkan informasi awal (prior) dengan data baru (likelihood) dalam menghasilkan keyakinan yang di perbaharui (posterior). Metode statistik bayesian ini sangat ketergantungan terhadap distributor prior untuk hasil analisisnya, serta memerlukan komutasi yang intensif untuk model yang kompleks. Sebagai pendukung pada penelitian yang akan dilakukan, maka perlu kita lihat terhadap beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan dimana dapat dipergunakan sebagai pendukung ataupun pembandingan terhadap proses penelitian yang dilakukan [8].

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Rinal Trisnawan, dkk pada tahun 2021 mengenai Sistem pakar mendeteksi kerusakan Electronic Control Unit (ECU) Pada motor injeksi Honda PCX di PT. Supra Jaya Abadi Titi Kuning Medan dengan Metode kepastian faktor. dimana hasil yang didapatkan pada penelitian ini timbul permasalahan bahwa tidak semua pengguna motor metic injeksi memiliki kemampuan untuk memperbaiki kerusakan sepeda motornya. Pengguna lebih mempercayakan masalah itu pada mekanik bengkel. Beberapa jenis kerusakan yang ada pada mesin sepeda motor injeksi salah satunya adalah kerusakan pada sebua ECU (Electronic Control Unit). ECU adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur operasi dari internal combustion engine (mesin pembakaran). Hasil penelitian merupakan terciptanya sebuah aplikasi sistem pakar dengan metode Certainty Factor yang dapat membantu untuk mendiagnosa kerusakan ECU pada mesin motor injeksi [9].

Selanjutnya, penelitian kedua yang dilakukan oleh Insan Satia Nugraha, pada tahun 2024 dengan judul penelitian pengembangan sistem pakar diagnosa kerusakan motor injeksi metik menggunakan Forward Chaining dan Expert Sistem Development. Metode ini membantu dalam menghasilkan sistem pakar yang berkualitas tinggi, akurat, dan dapat di andalkan dalam mendukung pengambilan keputusan di dalam suatu domain tertentu berdasarkan pengujian dari user atau pada tahap usability testing memiliki nilai akurasi 95% dari 26 data penguji diagnose kerusakan motor injeksi metic yang di lakukan [4]. Kemudian, juga telah dilakukan penelitian oleh Yohan Kristianto Mudinah, pada tahun 2024 dengan metode penelitian sistem pakar diagnosa kerusakan kendaraan bermotor jenis metic menggunakan metode Naive Bayes. Berdasarkan dari hasil pengujian yang di lakukan, di peroleh hasil sistem pakar ini dibuat dengan menggunakan Naive Bayes sebagai metode untuk mengatasi ketidak pastian diagnosis yang mana Naive Bayes di gunakan untuk memperhitungkan probabilitas dengan adanya tambahan nilai bobot yang diberikan oleh pakar [10].

Penelitian terakhir yang digunakan sebagai dasar pendukung ataupun pembandingan dalam penelitian dilakukan oleh Ahmad Yusuf pada tahun 2021 dengan judul Sistem pakar mendeteksi kerusakan pada sepeda motor Yamaha menggunakan metode teorema Bayes. Hasil dari penerapan aplikasi sistem pakar ini dapat membantu masyarakat atau pemilik terkait untuk mengetahui kerusakan sepeda motor Rx-King secara cepat dan tepat serta mampu memberikan informasi mengenai jenis kerusakan sepeda motor dan solusi penganangannya [11]. Dari beberapa metode penelitian kami memilih metode Naive Bayes karena sederhana dan mudah di implementasikan, klasifikasinya cepat dan efisien, serta dapat menangani data yang kurang lengkap. Implementasi sistem pakar dengan metode Naive Bayes diharapkan dapat menjadi alat bantu yang bermanfaat, baik bagi pemilik sepeda motor yang ingin memahami kondisi motornya, maupun bagi teknisi bengkel yang ingin mendapatkan informasi dasar sebelum melakukan pemeriksaan lebih lanjut. Selain itu, sistem ini juga bisa dikembangkan menjadi aplikasi yang dapat diakses melalui komputer atau smartphone, sehingga pengguna dapat menggunakannya kapan saja dan di mana saja [12]

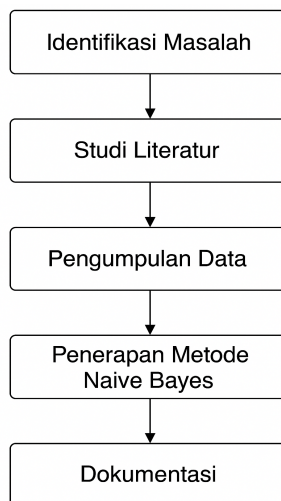
Agar sistem pakar tidak hanya bekerja secara kaku dengan logika "jika-maka" (rule-based), maka dibutuhkan pendekatan yang mampu mengolah ketidakpastian dan memberikan prediksi berbasis peluang. Di sinilah metode Naive Bayes memiliki keunggulan. Metode ini mampu mengolah berbagai kombinasi gejala dan menghitung kemungkinan dari masing-masing kerusakan berdasarkan data yang telah dilatih sebelumnya. Sifatnya yang sederhana namun efektif menjadikan Naive Bayes sebagai metode yang cocok untuk kasus-kasus klasifikasi medis, sistem rekomendasi, termasuk dalam diagnosis kerusakan teknis seperti pada motor injeksi.

Dengan melihat berbagai aspek tersebut, jelas bahwa penerapan sistem pakar dengan metode Naive Bayes untuk mendeteksi kerusakan motor injeksi bukan hanya sebatas proyek teknis, tetapi merupakan solusi inovatif yang menyentuh langsung kebutuhan Masyarakat dengan metode Naive Bayes pada deteksi kerusakan motor injeksi. Maka dari itu, hasil yang diharapkan didapatkan pada penelitian nantinya dapat mempermudah dalam proses mengetahui kerusakan pada mesin injeksi. Dimana hasil dari penelitian nantinya dapat dipergunakan oleh seluruh kalangan sebagai dasar pengetahuan terhadap kerusakan yang terjadi pada mesin motor injeksi. Selain itu, nantinya dengan penelitian ini dapat menjangkau keseluruhan wilayah terkhususnya wilayah yang masih minim terhadap bengkel resmi ataupun tenaga ahli.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Pengertian kerangka kerja penelitian adalah rangkaian langkah-langkah sistematis yang menjadi panduan dalam pelaksanaan sebuah penelitian. Kerangka ini berfungsi sebagai peta atau alur proses yang membantu peneliti dalam mengarahkan kegiatan penelitiannya, mulai dari identifikasi masalah hingga analisis dan kesimpulan.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan kerangka kerja penelitian yang menggambarkan alur tahapan dari proses identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, penerapan metode Naive Bayes, hingga tahap dokumentasi.

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru cara seorang ahli dalam membuat keputusan berdasarkan pengetahuan serta pengalaman tertentu. Tujuan dari sistem ini adalah untuk membantu pengguna dalam menyelesaikan masalah tertentu melalui sebuah antarmuka yang ramah pengguna dan intuitif. Menurut Agung Nugroho et al. (2021) Dalam karya mereka, sistem pakar dijelaskan sebagai cabang dari kecerdasan buatan yang dikembangkan untuk memecahkan masalah menggunakan pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar[13]

Menurut Edward A. Feigenbaum (2023) Feigenbaum mendefinisikan sistem pakar sebagai program komputer yang mengandung pengetahuan yang diturunkan dari seorang ahli manusia dalam suatu domain tertentu, dengan tujuan memberikan pemecahan masalah yang sesuai dengan kemampuan seorang ahli tersebut[14]. Menggambarkan sistem pakar sebagai program komputer yang menggunakan pengetahuan yang didapatkan dari seorang ahli dalam suatu domain untuk memecahkan masalah yang biasanya memerlukan keahlian manusia[5]. Sedangkan menurut pengertian penulis Sistem Pakar adalah suatu cara yang dirancang dan di tiru oleh seorang ahli Teknik mesin berdasarkan kemampuannya, menggunakan program computer yang menampung, mengelola, dan memberikan Solusi seperti yang dilakukan oleh seorang pakar yang di kembangkan untuk meniru proses berpikir seorang ahli guna memberikan diagnosis, saran, atau Keputusan dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks.

Secara umum, sistem pakar terdiri dari tiga elemen utama, yaitu basis pengetahuan, mesin inferensi, dan antarmuka pengguna. Dalam dunia otomotif, terutama pada kendaraan bermotor yang menggunakan sistem injeksi, sistem pakar dapat digunakan untuk membantu dalam mendeteksi dengan cepat berbagai jenis kerusakan yang mungkin terjadi. Hal ini sangat bermanfaat bagi pengguna non-teknis maupun teknisi pemula dalam memahami dan menangani masalah teknis dengan cepat dan tepat. Adapun tujuan dari sistem pakar adalah[15], [16]:

- a. Mendukung proses pembuatan Keputusan.
Sistem pakar diciptakan untuk meniru pola pikir seorang ahli dalam menyelesaikan masalah tertentu, sehingga dapat membantu pengguna (seperti mekanik atau pemilik motor) dalam mengidentifikasi kerusakan yang terjadi.
- b. Mendiagnosis permasalahan dengan cepat dan akurat.
Sistem ini dirancang untuk memberikan diagnosis terhadap gejala yang muncul pada motor injeksi, menggunakan basis pengetahuan yang telah disusun.
- c. Menggantikan posisi ahli ketika tidak ada.
Apabila tidak tersedia teknisi atau mekanik berpengalaman, sistem ini dapat digunakan sebagai pilihan untuk memberikan rekomendasi perbaikan.
- d. Mengotomatiskan proses evaluasi kerusakan.
Sistem pakar memungkinkan identifikasi kerusakan dilakukan secara sistematis dan berdasarkan data.
- e. Mengusulkan alternatif solusi atau cara penanganan.
Selain mengidentifikasi kerusakan, sistem pakar juga menawarkan saran perbaikan atau langkah selanjutnya.

Adapun manfaat dari Sistem Pakar yaitu sebagai berikut:

- a. Efisiensi waktu dan pengeluaran.
Pengguna tidak perlu pergi ke bengkel hanya untuk pemeriksaan ringan. Hal ini mengurangi waktu dan biaya layanan awal.
- b. Meningkatkan ketepatan identifikasi kerusakan.
Dengan pendekatan yang mengandalkan metode seperti Naive Bayes, sistem ini dapat memberikan prediksi kerusakan yang cukup tepat.
- c. Meningkatkan kualitas layanan di bengkel.
Bengkel yang menerapkan sistem pakar dapat mempercepat proses diagnosis dan meningkatkan kepercayaan pelanggan.
- d. Sebagai sarana belajar.
Untuk mahasiswa atau teknisi yang baru, sistem ini dapat menjadi alat pendukung untuk mempelajari pola kerusakan dan metode penanganannya.
- e. Mengurangi kebutuhan akan tenaga ahli.
Dalam situasi mendesak atau saat akses ke ahli terbatas, sistem ini masih dapat digunakan untuk memperoleh solusi awal.

2.3 Metode Naive Bayes

Naive Bayes adalah teknik probabilistik yang didasarkan pada Teorema Bayes, dengan asumsi bahwa setiap fitur atau gejala yang teramati bersifat independen. Meskipun asumsi ini cukup kuat dan seringkali tidak sepenuhnya akurat, algoritma Naive Bayes telah terbukti sangat efisien dan tepat dalam berbagai aplikasi klasifikasi, termasuk dalam mendeteksi kerusakan. Formula dasar Teorema Bayes adalah probabilitas hipotesis H berdasarkan bukti X. Di sini, H merepresentasikan jenis kerusakan, sementara X adalah sekumpulan gejala yang teramati pada motor injeksi [17]. Rumus Naive Bayes Untuk Sistem Pakar, secara umum, adalah aplikasi dari Teorema Bayes yang mengasumsikan independensi antar fitur. Rumus utamanya adalah [18], [19], [20]:

$$P(C|X) = [P(X|C) * P(C)] / P(X) \tag{1}$$

$P(C|X)$ = adalah probabilitas posterior: probabilitas kelas (C) yang diberikan oleh fitur (X), $P(X|C)$ = adalah probabilitas likelihood: probabilitas fitur (X) yang diberikan oleh kelas (C), $P(C)$ = adalah probabilitas prior: probabilitas awal kelas (C) sebelum mempertimbangkan fitur (X), $P(X)$ = adalah probabilitas bukti: probabilitas fitur (X) secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa merupakan gambaran keseluruhan dari apa yang akan dibuat. Sistem pakar yang akan dibuat adalah sistem yang membahas kapasitas atau penguasaan seorang spesialis atau individu yang berpengetahuan tentang bidang tertentu untuk membantu pengguna dalam mengatasi masalah yang dialami. Sampai sekarang tidak semua mekanik mengerti cara menangani kerusakan motor injeksi, karena tidak adanya pemahaman atau informasi yang kurang luas dan intinya mendapat data tentang macam-macam kerusakan pada mesin injeksi. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, maka dirakitlah aplikasi sistem pakar yang direncanakan menggunakan metode naive bayes untuk melakukan estimasi berdasarkan data dari mekanik yang telah menjadi informasi.

Manfaat utama menggunakan naive bayes adalah bahwa ini adalah teknik yang baik untuk di pelajari pada persiapan informasi, dan telah menggunakan kemungkinan kontingen sebagai premisnya. Aplikasi ini diandalkan untuk mengenali kerusakan pada motor. Kerusakan ini akan menciptakan hasil sebagai kemungkinan gejala kerusakan dengan nilai akhir dan pengaturan. Bukti yang membedakan kerusakan dan manifestasi/gejala mesin honda injeksi dicatat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Gejala Kerusakan

NO	Kode	Kerusakan Pada Motor Injeksi
1	G1	Mesin sulit dinyalakan
2	G2	Mesin brebet atau tersendat
3	G3	Tarikan mesin terasa berat
4	G4	Konsumsi bahan bakau yang boros
5	G5	Mesin mati mendadak
6	G6	Suara mesin kasar
7	G7	Lampu indikator injeksi menyala

Pada Tabel 1 menampilkan daftar gejala kerusakan pada motor injeksi yang menjadi acuan dalam proses analisis. Setiap gejala yang teridentifikasi disusun secara sistematis untuk memudahkan proses pengumpulan data dan pengklasifikasian. Setelah diketahui untuk gejala, maka selanjutnya diketahui untuk kerusakan yang terjadi pada motor injeksi sebagai berikut:

Tabel 2. Kerusakan Motor Injeksi

NO	Kode	Kerusakan
1	K1	Injektor Kotor Atau Tersumbat
2	K2	Sensor Injeksi Bermasalah
3	K3	Busi Yang Kotor/Rusak
4	K4	Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah
5	K5	Bahan Bakar Tidak Berkualitas
6	K6	Kotoran Pada Katup

Pada tabel 2 dapat dilihat data kerusakan pada mesin injeksi, pada tabel tersebut dapat dilihat terdapat 6 jenis kerusakan pada mesin injeksi. Kemudian, tahapan yang perlu dilakukan adalah mengetahui untuk solusi dari kerusakan yang terjadi. Adapun yang menjadi solusi dapat dilihat berikut:

Tabel 3. Data Solusi Kerusakan

No	Kode Kerusakan	Solusi
1	K1	Bersihkan injektor untuk menghilangkan kotoran dan endapan yang menempel.
2	K2	Periksa dan bersihkan sensor-sensor pada sistem injeksi, atau ganti jika sudah rusak.
3	K3	Gunakan bahan bakar dengan oktan yang direkomendasikan dan pastikan kualitasnya baik.
4	K4	Periksa busi, koil, dan komponen pengapian lainnya, ganti jika perlu.
5	K5	Gunakan bahan bakar dengan oktan yang direkomendasikan
6	K6	Periksa fuel pump dan ganti jika sudah lemah atau rusak.

Pada Tabel 3 menyajikan data solusi kerusakan yang berisi daftar tindakan perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan jenis kerusakan motor injeksi. Setiap kerusakan yang teridentifikasi dipasangkan dengan solusi yang sesuai, sehingga dapat menjadi panduan bagi mekanik dalam melakukan perbaikan Berdasarkan dengan data – data tersebut, maka dapat disusun terhadap data gejala dan kerusakan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Data Kombinasi Gejala dan Kerusakan

Gejala							Kerusakan
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	
V		V		V			K1
V	V	V				V	K2
V		V		V	V		K3
	V	V	V				K4
	V		V		V		K5
		V			V	V	K6

Pada Tabel 4 menampilkan data kombinasi antara gejala kerusakan dan jenis kerusakan pada motor injeksi. Setiap baris pada tabel merepresentasikan keterkaitan antara gejala tertentu dengan kemungkinan kerusakan yang terjadi, sehingga membentuk basis pengetahuan yang digunakan dalam proses analisis. Setelah didapatkan untuk data kombinasi gejala, maka perlu diketahui untuk nilai probabilitas dari masing – masing gejala pada setiap kerusakan. Adapun data tersebut dapat dilihat berikut:

Tabel 5. Nilai Probabilitas

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai Probabilitas
K1	Injektor Kotor Atau Tersumbat	G1	Mesin sulit dinyalakan	0,8
		G3	Tarikan mesin terasa berat	0,6
		G5	Mesin mati mendadak	0,6
		G1	Mesin sulit dinyalakan	0,8
K2	Sensor Injeksi Bermasalah	G2	Mesin brebet atau tersendat	0,4
		G3	Tarikan mesin terasa berat	0,6
		G7	Lampu indikator injeksi menyala	0,6
		G1	Mesin sulit dinyalakan	0,8
K3	Busi Yang Kotor/Rusak	G3	Tarikan mesin terasa berat	0,4
		G5	Mesin mati mendadak	0,6
		G6	Suara mesin kasar	0,4
		G2	Mesin brebet atau tersendat	0,6
K4	Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah	G3	Tarikan mesin terasa berat	0,4
		G4	Konsumsi bahan bakar yang boros	0,8

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai Probabilitas
K5	Bahan Bakar Tidak Berkualitas	G2	Mesin brebet atau tersendat	0,8
		G4	Konsumsi bahan bakau yang boros	0,8
		G6	Suara mesin kasar	0,4
K6	Kotoran Pada Katup	G3	Tarikan mesin terasa berat	0,6
		G6	Suara mesin kasar	0,8
		G7	Lampu indikator injeksi menyala	0,6

Pada Tabel 5 menyajikan nilai probabilitas yang diperoleh dari hasil perhitungan metode Naive Bayes berdasarkan data gejala dan kerusakan motor injeksi. Nilai probabilitas ini menggambarkan tingkat kemungkinan terjadinya suatu jenis kerusakan jika gejala tertentu terdeteksi. Setelah disusun untuk kombinasi gejala dan kerusakan, maka selanjutnya dapat dilakukan proses penyelesaian dengan menggunakan metode Naive Bayes. Proses dilakukan dengan terlebih dahulu mengetahui Gejala yang dihadapi sebagai kasus permasalahan yang nantinya akan diketahui kerusakan yang terjadi. Proses dilakukan dengan memberikan pertanyaan terhadap gejala yang terjadi pada kendaraan. Adapun proses identifikasi dapat dilihat berikut:

Tabel 6. Hasil Konsultasi Gejala

NO	Kode	Gejala Pada Motor Injeksi	Hasil Jawaban
1	G1	Mesin sulit dinyalakan	Ya
2	G2	Mesin brebet atau tersendat	Tidak
3	G3	Tarikan mesin terasa berat	Tidak
4	G4	Konsumsi bahan bakau yang boros	Ya
5	G5	Mesin mati mendadak	Tidak
6	G6	Suara mesin kasar	Tidak
7	G7	Lampu indikator injeksi menyala	Ya

Pada Tabel 6 menampilkan hasil konsultasi gejala yang diperoleh dari proses analisis menggunakan metode Naive Bayes. Pada tabel ini, setiap gejala yang dimasukkan sistem diproses untuk menghasilkan persentase kemungkinan masing-masing jenis kerusakan motor injeksi.

a. Menjumlahkan Nilai Probabilitas

Setelah nilai probabilitas sudah didapat, maka selanjutnya akan dijumlahkan nilai probabilitas tersebut. Berdasarkan data sampel baru yang bersumber dari tabel konsultasi.

$$\sum_{G_n}^n k = 1 = G1 + \dots + Gn$$

1. K1 | Injektor Kotor Atau Tersumbat

$$G1 = P(H|E_1) = 0,8$$

$$G4 = P(H|E_2) = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = 0$$

$$\Sigma = 0,8 + 0 + 0 = 0,8$$

2. K2 | Sensor Injeksi Bermasalah

$$G1 = P(H|E_1) = 0,8$$

$$G4 = P(H|E_2) = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = 0,6$$

$$\Sigma = 0,8 + 0 + 0,6 = 1,4$$

3. K3 | Busi Yang Kotor/Rusak

$$G1 = P(H|E_1) = 0,8$$

$$G4 = P(H|E_2) = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = 0$$

$$\Sigma = 0,8 + 0 + 0 = 0,8$$

4. K4 | Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah

$$G1 = P(H|E_1) = 0$$

$$G4 = P(H|E_2) = 0,8$$

$$G7 = P(H|E_3) = 0$$

$$\Sigma = 0 + 0,8 + 0 = 0,8$$

5. K5 | Bahan Bakar Tidak Berkualitas

$$G1 = P(H|E_1) = 0$$

$$G4 = P(H|E_2) = 0,8$$

$$G7 = P(H|E_3) = 0$$

$$\Sigma = 0 + 0,8 + 0 = 0,8$$

6. K6 | Kotoran Pada Katup

$$G1 = P(H|E_1) = 0$$

$$G4 = P(H|E_2) = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = 0,6$$

$$\Sigma = 0 + 0 + 0,6 = 0,6$$

b. Mencari Nilai Probabilitas Hipotesa H Tanpa Memandang Evidence

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{\sum_k^n N}$$

1. K1 | Injektor Kotor Atau Tersumbat

$$G1 = P(H|E_1) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$G4 = P(H|E_2) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = \frac{0}{0,8} = 0$$

2. K2 | Sensor Injeksi Bermasalah

$$G1 = P(H|E_1) = \frac{0,8}{1,4} = 0,57$$

$$G4 = P(H|E_2) = \frac{0}{1,4} = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = \frac{0,6}{1,4} = 0,43$$

3. K3 | Busi Yang Kotor/Rusak

$$G1 = P(H|E_1) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$G4 = P(H|E_2) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = \frac{0}{0,8} = 0$$

4. K4 | Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah

$$G1 = P(H|E_1) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$G4 = P(H|E_2) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$G7 = P(H|E_3) = \frac{0}{0,8} = 0$$

5. K5 | Bahan Bakar Tidak Berkualitas

$$G1 = P(H|E_1) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$G4 = P(H|E_2) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$G7 = P(H|E_3) = \frac{0}{0,8} = 0$$

6. K6 | Kotoran Pada Katup

$$G1 = P(H|E_1) = \frac{0}{0,6} = 0$$

$$G4 = P(H|E_2) = \frac{0}{0,6} = 0$$

$$G7 = P(H|E_3) = \frac{0,6}{0,6} = 1$$

c. Mencari Nilai Probabilitas Hipotesa H Memandang Evidence

Mencari probabilitas hipotesis memandang evidence dengan cara mengalikan nilai probabilitas evidence awal dengan nilai probabilitas hipotesis tanpa memandang evidence dan menjumlahkan hasil perkalian bagi masing-masing hipotesis.

$$\sum_{k=0}^n = P(H_i) * P(E|H_i) + \dots + P(H_n) * P(E|H_n)$$

1. K1 | Injektor Kotor Atau Tersumbat

$$\Sigma = (0,8 * 1) = 0,8$$

2. K2 | Sensor Injeksi Bermasalah

$$\Sigma = (0,8 * 0,57) + (0,6 * 0,43) = 0,714$$

3. K3 | Busi Yang Kotor/Rusak

$$\Sigma = (0,8 * 1) = 0,8$$

4. K4 | Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah

$$\Sigma = (0,8 * 1) = 0,8$$

5. K5 | Bahan Bakar Tidak Berkualitas

$$\Sigma = (0,8 * 1) = 0,8$$

6. K6 | Kotoran Pada Katup

$$\Sigma = (0,6 * 1) = 0,6$$

d. Mencari Nilai Hipotesa H Benar Jika Diberi Evidence

Nilai $P(H_i|E_i)$ atau probabilitas hipotesis H, dengan cara mengalikan hasil nilai probabilitas hipotesa tanpa memandang evidence dengan nilai probabilitas awal lalu dibagi dengan hasil probabilitas hipotesa dengan memandang evidence.

$$P(H_i|E_i) = \frac{P(H_i) \cdot P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n P_k}$$

1. K1 | Injektor Kotor Atau Tersumbat

$$P(H_1|E) = \frac{0,8 \cdot 1}{0,8} = 1$$

$$P(H_4|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$P(H_7|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

2. K2 | Sensor Injeksi Bermasalah

$$P(H_1|E) = \frac{(0,8 \cdot 0,57)}{0,714} = 0,64$$

$$P(H_4|E) = \frac{0}{0,714} = 0$$

$$P(H_7|E) = \frac{(0,6 \cdot 0,43)}{0,714} = 0,36$$

3. K3 | Busi Yang Kotor/Rusak

$$P(H_1|E) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$P(H_4|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$P(H_7|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

4. K4 | Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah

$$P(H_1|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$P(H_4|E) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$P(H_7|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

5. K5 | Bahan Bakar Tidak Berkualitas

$$P(H_1|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

$$P(H_4|E) = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$P(H_7|E) = \frac{0}{0,8} = 0$$

6. K6 | Kotoran Pada Katup

$$P(H_1|E) = \frac{0}{0,6} = 0$$

$$P(H_4|E) = \frac{0}{0,6} = 0$$

$$P(H_7|E) = \frac{0,6}{0,6} = 1$$

e. Mencari Nilai Kesimpulan

Mencari nilai kesimpulan dari metode Naive Bayes dengan cara mengalikan nilai probabilitas evidence awal atau $P(E|H_i)$ dengan nilai hipotesa H benar jika diberikan evidence E atau $P(H_i|E)$ dan menjumlahkan perkalian.

$$\sum_{k=0}^n \text{bayes} = P(E|H_1) \cdot P(H_1|E_i) + \dots + \sum_{k=0}^n \text{bayes} = P(E|H_n) \cdot P(H_n|E_n)$$

1. K1 | Injektor Kotor Atau Tersumbat

$$\Sigma = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \cdot 100\% = 64\%$$

2. K2 | Sensor Injeksi Bermasalah

$$\Sigma = 0,8 \cdot 0,64 + 0,6 \cdot 0,36 = 0,728 \cdot 100\% = 72,8\%$$

3. K3 | Busi Yang Kotor/Rusak

$$\Sigma = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \cdot 100\% = 64\%$$

4. K4 | Pemompaan Bahan Bakar Yang Lemah

$$\Sigma = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \cdot 100\% = 64\%$$

5. K5 | Bahan Bakar Tidak Berkualitas

$$\Sigma = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \cdot 100\% = 64\%$$

6. K6 | Kotoran Pada Katup

$$\Sigma = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36 \cdot 100\% = 36\%$$

f. Penetapan Kesimpulan

Dari hasil perhitungan menggunakan metode Naive Bayes diatas, maka dapat diketahui bahwasannya untuk kerusakan Sensor Injeksi Bermasalah merupakan kerusakan dengan nilai tertinggi sebesar 72,8%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, maka dapat kesimpulan bahwa sistem pakar dapat mengidentifikasi kerusakan motor injeksi menggunakan metode naive bayes. Hal itu sesuai dengan hasil data yang dikumpulkan bahwa sistem yang dibangun dapat membantu proses pengidentifikasian kerusakan dan hasil yang dikeluarkan, telah sesuai dengan kerusakan yang sudah disediakan. Pengidentifikasian melalui metode naive bayes dapat dilakukan pengidentifikasian kerusakan motor injeksi dengan 6 kerusakan dan 7 gejala kerusakan, sistem pakar telah sesuai untuk pengidentifikasian kerusakan motor injeksi. Berdasarkan hasil pengujian perhitungan menggunakan metode naive bayes dapat di ketahui bahwasannya untuk kerusakan sensor injeksi bermasalah merupakan kerusakan dengan nilai tertinggi sebesar 72,8%.

REFERENCES

- [1] T. Nur Firmansyah, B. Rahmat, and A. Mustika Rizki, "Penerapan Metode Dempster Shafer Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Kerusakan Mesin Motor Injeksi," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 8, no. 5, pp. 10828–10835, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i5.11156.
- [2] A. K. Solihin, F. Natsir, and O. Opitasari, "Deteksi Dini Kerusakan Sepeda Motor Matic Injeksi menggunakan Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining," *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.,* vol. 6, no. 1, pp. 15–23, 2025.
- [3] R. W. Astuti, S. Puspitorini, and A. P. Hidayah, "Sistem Deteksi Cerdas Berbasis Metode Dempster- Shafer Untuk Mendiagnosis Kerusakan Pada Sepeda Motor Injeksi," *FORTECH,* vol. 9, no. 1, pp. 31–37, 2025.
- [4] I. S. Nugraha, Y. H. Agustin, and R. E. G. Rahayu, "Pengembangan Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor Injeksi Matic Menggunakan Forward Chaining dan Expert System Development," *J. Algoritm.,* 2024.
- [5] L. M. Bu'ulolo, P. Purwadi, and A. Alhafiz, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Mobil Mitsubishi Canter 110 PS Dengan Metode Dempster Shafer," *J. Sist. Inf. Triguna Dharma (JURSI TGD),* vol. 3, no. 1, pp. 64–72, 2024, doi: 10.53513/jursi.v3i1.5702.
- [6] A. Fauzi, "Aplikasi Sistem Pakar Dengan Metode Naive Bayes untuk Mendeteksi Penyakit Diabetes Expert System Application Using the Naive Bayes Method to Detect Diabetes," vol. 15, no. April, pp. 17–31, 2025.
- [7] F. P. Hutabarat and Y. R. Nasution, "Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit pada Tanaman Padi menggunakan Metode Certainty Factor," *MEANS (Media Inf. Anal. dan Sist.,* vol. 18, no. 1, pp. 7–14, 2024, doi: 10.54367/means.v9i1.3766.
- [8] O. Adrian, Ratnasari, A. Pasaribu, and A. E. Setiawan, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web," *J. Sist. Inf. DAN Teknol. (SINTEK),* vol. 5, no. 2, pp. 172–178, 2025.
- [9] R. Trisnawan, A. F. Boy, and I. Mariami, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan ECU (Electronic Control Unit) pada Motor Injeksi Honda PCX di PT. Supra Jaya Abadi Titi Kuning Medan dengan Metode Certainty Factor," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD),* vol. 4, no. 1, p. 78, 2021, doi: 10.53513/jsk.v4i1.2444.
- [10] A. Aziz Antoni, Z. Hakim, and A. Sugianto, "Implementasi Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor Scoopy Di Pt.Bakti Banten Motor Berbasis Web," vol. 14, no. 1, p. 2025, 2025.
- [11] A. Yusuf, D. Novriansyah, and F. Sonata, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Pada Sepeda Motor Yamaha Menggunakan Metode Teorema Bayes * Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma **Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma ***Manajemen Informatika, STMIK Triguna Dharma Keyword: Sepeda Motor Sistem Pakar," *J. CyberTech,* vol. 4, no. 9, 2021.
- [12] P. S. Ramadhan, A. Syahputri, R. Kustini, I. Santoso, and M. Fajar, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Sepeda Motor Scoopy Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD),* vol. 6, no. 2, p. 402, 2023, doi: 10.53513/jsk.v6i2.7946.
- [13] F. S. Ayu, F. N. Khasanah, and R. Sari, "Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Sepeda Motor Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *JUPITER J. Comput.,* 2023.
- [14] A. M. Putra and J. Suwarno, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor Matic Injeksi Berbasis Web (Studi Kasus: Bengkel Pelangi Motor)," *Sainstech J. Penelit. Dan Pengkaj. Sains Dan Teknol.,* vol. 33, no. 2, pp. 52–59, 2023, doi: 10.37277/stch.v33i2.1586.
- [15] B. F. Haikal *et al.,* "Perbandingan Algoritma Naive Bayes Dan Dempster Shafer Untuk Diagnosis Penyakit ISPA," *J. Comput. Sci. INFORMATICS Eng.,* vol. 04, no. 3, pp. 147–157, 2025.
- [16] M. Syawaludin and M. Khulaimi, "Perancangan Sistem Pakar Prediksi Diagnosis Penyakit Diabetes Menggunakan Algoritma Naive Bayes Berbasis Web," *Jikom J. Inform. dan Komput.,* vol. 15, no. 1, pp. 161–171, 2025, doi: 10.55794/jikom.v15i1.280.
- [17] G. Guntur and K. Kamarudin, "Penerapan Metode Naive Bayes Dengan Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Kerusakan Pada Mesin Mobil," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform.,* vol. 7, no. 1, pp. 177–186, 2024, doi: 10.57093/jisti.v7i1.218.
- [18] I. A. G. Suwiprabayanti Putra and N. L. P. Trisnawati, "Sistem Pendeteksi Kesehatan Mental Remaja Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Naive Bayes," *J. Sist. Inf. dan Inform.,* vol. 8, no. 1, pp. 212–222, 2025, doi: 10.47080/simika.v8i1.3901.
- [19] Q. Diseases, R. Malikhah, and A. Fadjeri, "Pengembangan Sistem Pakar Dengan Metode Naive Bayes Untuk Diagnosa Penyakit Burung Puyuh (Development Of An Expert System Using The Naive Bayes Method For Diagnosing," *J. Teknol. Informasi, Komput. dan Apl.,* vol. 7, no. 1, 2025.
- [20] M. Z. Syifa and M. R. Tsani, "Rancang Bangun Sistem Pakar untuk Memprediksi Kerusakan pada Bus Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web," *Infomatek,* vol. 27, no. 1, pp. 139–152, 2025, doi: 10.23969/infomatek.v27i1.24743.