

## PENERAPAN TEOREMA BAYES UNTUK MENDIAGNOSA KERUSAKAN SISTEM *ENGINE*

Herianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Teknik Informatika Universitas Darma Persada

### Abstrak

Kerusakan kendaraan sudah menjadi hal yang tidak asing bagi para pemilik kendaraan. Namun untuk beberapa tipe kendaraan baru, kerusakan kendaraan tidak dapat ditangani oleh sembarang orang. Mobil All New Grand Livina A/T contohnya. Pemilik kendaraan biasanya akan datang ke bengkel resmi terdekat untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada mobilnya. Fenomena kerusakan kendaraan ini juga terjadi di bengkel resmi pada saat melakukan diagnosa kerusakan. Kurangnya pakar dalam hal kendaraan All New Grand Livina A/T, membuat lamanya proses diagnosa kerusakan. Belum adanya alat bantu untuk mendiagnosa kerusakan mobil All New Grand Livina A/T, membuat penulis berpikir untuk menciptakan suatu alat bantu dengan memanfaatkan teknologi internet dan perkembangan ilmu AI (*artificial intelligence*). Dengan mengimplementasikan salah satu cabang ilmu statistika dan sistem pakar yaitu teorema bayes. Teorema bayes menggunakan perhitungan kemungkinan dari fakta-fakta yang terjadi dalam menentukan hasilnya. Hal ini sesuai dalam bidang otomotif, karena semua kerusakan harus ada urutan dalam melakukan perbaikan.

**Keyword:** *Sistem pakar, teorema bayes, AI (artificial intelligence)*

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat dapat membuat orang tertarik untuk menciptakan hal-hal yang baru agar dapat lebih berguna di masa yang akan datang. Terdapat berbagai macam cara dan upaya yang dilakukan untuk mencapai hal tersebut. Salah satu contohnya adalah penggunaan teknologi komputer yang semakin meningkat seiring berkembangnya teknologi pada jaman sekarang ini. Dan permasalahan yang sering terjadi pada perusahaan atau bengkel dimana terjadi kerusakan yang membutuhkan diagnosa lebih lanjut, karena kurangnya pelatihan yang diterima oleh teknisi membuat lamanya waktu pengerjaan kendaraan, sehingga berimbas pada penurunan penilaian kinerja karyawan yang diberikan oleh pemilik kendaraan.

Sistem pakar adalah perangkat lunak yang didesain khusus berdasarkan *artificial intelligence*, berfungsi untuk merekam dan menduplikasikan kemampuan pakar. Dengan menggunakan sistem pakar, pemakai akan diajukan beberapa pertanyaan, kemudian pemakai memasukkan jawaban atau memilih jawaban yang ditampilkan di layar komputer sehingga pemakai dapat menemukan rekomendasi atau *output* yang harus ditempuh pemakai berdasarkan jawaban yang dipilihnya. Sistem pakar tersebut telah melacak solusi atau kesimpulan yang akan ditempuh oleh pemakainya. Pada saat ini sistem pakar sangat berguna untuk memecahkan masalah yang rumit, mengambil keputusan bahkan berguna untuk mendiagnosa sebuah kerusakan pada sebuah mobil. Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian yang ditujukan kepada pemilik mobil agar bisa berkonsultasi melalui media komputer sehingga diharapkan akan dapat mengetahui kemungkinan kerusakan pada mobilnya. Inspirasi awal penelitian ini berasal dari jurnal yang berjudul "Membangun Sistem Pakar Menggunakan Teorema Bayes

Untuk Mendiagnosa Penyakit Paru-Paru” (ISSN : 2302-3805) oleh Ganda Anggara, Gede Pramayu dan Arif Wicaksana, yang pada bagian kesimpulan menyatakan bahwa dengan menggunakan metode bayes, sistem yang dibangun dapat mengatasi ketidakpastian dalam penyelesaian masalah. Sistem pakar dengan digunakannya metode bayes untuk mengatasi kerusakan yang tidak pasti ini sangat bermanfaat untuk mengetahui lebih jelas mengenai kerusakan sehingga diharapkan bagi pemilik mobil yang tidak mengetahui masalahnya akan memahami secara rinci mengenai kerusakan pada mobilnya.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat aplikasi menggunakan teorema bayes untuk mendiagnosa kerusakan sistem *engine* pada mobil All New Grand Livina A/T berbasis *web*?
2. Bagaimana mengevaluasi dan menguji sistem yang diterapkan dalam aplikasi ini telah bekerja sesuai dengan kriteria yang diharapkan?

### 1.3. Tujuan

Untuk membuat sistem pakar menggunakan Teorema Bayes untuk diagnosis kerusakan pada mobil All New Grand Livina A/T dengan basis pengetahuan yang dinamis, dimana dapat membantu para pemilik kendaraan dan teknisi dalam mendiagnosa kerusakan mobil All New Grand Livina A/T.

### 1.4. Tinjauan Pustaka

Sistem pakar atau *Expert System* biasa disebut juga dengan *Knowledge Based System* yaitu suatu aplikasi *computer* yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan atau pemecahan persoalan dalam bidang yang spesifik. Sistem ini bekerja dengan menggunakan pengetahuan dan metode analisis yang telah didefinisikan terlebih dahulu oleh pakar yang sesuai dengan bidang keahliannya. Sistem ini disebut sistem pakar karena fungsi dan perannya sama seperti seorang ahli yang harus memiliki pengetahuan, pengalaman dalam memecahkan suatu persoalan. Sistem biasanya berfungsi sebagai kunci penting yang akan membantu suatu sistem pendukung keputusan atau sistem pendukung eksekutif.

Sistem pakar adalah suatu cabang dari AI yang membuat penggunaan secara luas *Knowledge* yang khusus untuk penyelesaian masalah tingkat manusia yang pakar menurut Arhami, 2004 Sistem pakar suatu cabang dari *Artificial Intelligent (AI)* yang cukup tua karena sistem ini mulai dikembangkan pada tahun 1960. Sistem pakar adalah program AI dengan basis pengetahuan (*Knowledge Base*) yang diperoleh dari pengalaman atau pengetahun pakar atau ahli dalam memecahkan persoalan pada bidang tertentu dan didukung mesin *Inferensi/Inferensi Engine* yang melakukan penalaran atau pelacakan terhadap sesuatu atau fakta-fakta dan aturan kaidah yang ada dibasis pengetahuan setelah dilakukan pencarian, sehingga dicapai kesimpulan menurut Siswanti, 2010.

Seorang ahli matematika dari Inggris, Thomas Bayes (1702-1761), mengembangkan teori untuk menghitung probabilitas tentang sebab-sebab (*causes*) dari suatu kejadian berdasarkan pengaruh yang dapat diperoleh sebagai hasil observasi. Sejak Perang

Dunia Kedua telah berkembang apa yang disebut “*Bayesian decision theory*”, yaitu teori keputusan berdasarkan perumusan Thomas Bayes yang bertujuan untuk memecahkan masalah pembuatan keputusan yang mengandung ketidakpastian (*decision making under uncertainty*).

Sebagai ilustrasi, misalkan terdapat 3 kotak yang sama ukurannya dan masing-masing berisi 2 bola. Bolanya sama, hanya warnanya berlainan. Kotak pertama berisi 2 bola merah (2 *M*), kotak kedua berisi 1 merah dan 1 putih (1 *M*, 1 *P*), yang ketiga 2 putih (2 *P*). Dengan mata tertutup Anda diminta memilih satu kotak secara acak (*random*). Kemudian dengan mata yang masih tertutup Anda diminta lagi memilih satu bola dari kotak terpilih, juga secara acak. Anda diberitahu bahwa bola yang Anda pilih tersebut ternyata bola berwarna merah. Berapakah probabilitasnya bahwa kotak yang terpilih adalah kotak pertama, yang berisi 2 bola merah?  $P$  (kotak pertama/merah)?

Bentuk umum Teorema Bayes:

$$P(H_k|E) = \frac{P(E|H_k) P(H_k)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k) P(H_k)}$$

Dimana:

1.  $P(H_k|E)$  : Probabilitas hipotesa  $H_k$  jika diberikan evidence  $E$ .
2.  $P(E|H_k)$  : Probabilitas munculnya evidence  $E$  jika diketahui hipotesa  $H_k$  benar.
3.  $P(H_k)$  : Probabilitas hipotesa  $H_k$ , tanpa memandang evidence apapun.

$n$  : Jumlah hipotesa yang mungkin.

ECCS adalah singkatan asli untuk *Electronic Concentrated engine Control System* dan digunakan sebagai simbol sistem perbaikan sistem manajemen mesin kendali elektronik generasi pertama (EGI atau EFI). ECCS secara akurat mengontrol kuantitas injeksi bahan bakar, kecepatan mesin *idle* dan waktu pengapian untuk setiap kondisi mesin. Untuk melakukan kontrol yang akurat tersebut, ECCS membutuhkan berbagai informasi yang datang dari sensor sebagai sinyal masukan. Kemudian sistem menentukan nilai yang sesuai di antara data terprogram dan mengirimkan sinyal *output* ke masing-masing aktuator.

Tujuan pengembangan ECCS yaitu :

1. Meningkatkan performa mesin
2. Meningkatkan konsumsi bahan bakar
3. Mengurangi polusi udara
4. Meningkatkan kemampuan mengemudi
5. Memperbaiki daya tahan dalam kondisi dingin

Meskipun komponen tertentu bervariasi dari model ke model, pada dasarnya, ECCS memonitor dan mengendalikan ketiga sistem utama ini untuk mempertahankan performa mesin maksimum. Ketiga sistem utama yaitu :

1. Sistem aliran bahan bakar (*fuel pump* dan *injector*)
2. Sistem aliran udara (*MAF sensor*)
3. Sistem aliran elektronik (*ignition coil* dan busi)

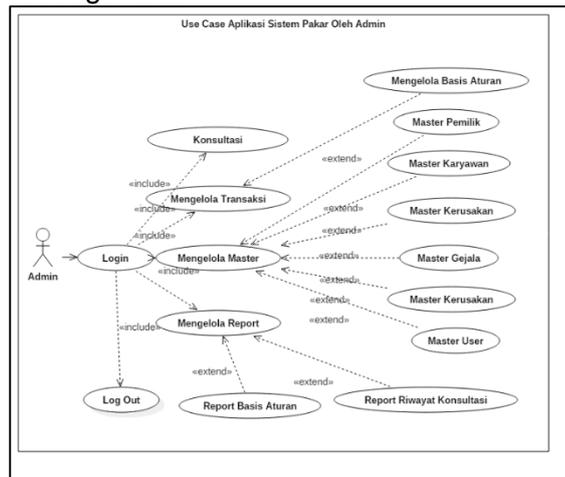
2. Pembahasan

2.1. Perancangan

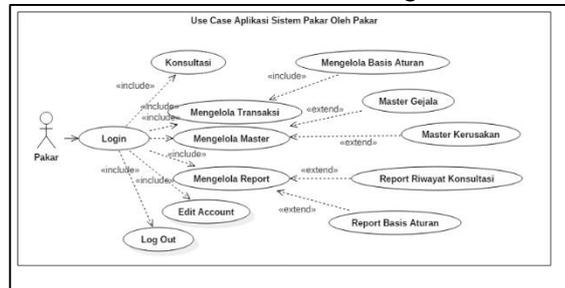
Perancangan sistem yang dibuat menggunakan *Unified Modelling Language (UML)* diagram yang meliputi *Use case diagram*, *Activity diagram*, dan *Sequence diagram*.

**Use Case Diagram**

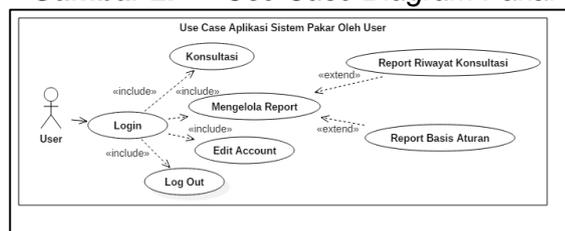
*Use case diagram* di bawah ini menerangkan interaksi apa saja yang dapat dilakukan oleh admin, NTA (*Nissan Technical Advisor*) sebagai pakar dari system dan pemilik kendaraan dan teknisi sebagai *User*.



Gambar 1. Use Case Diagram Admin



Gambar 2. Use Case Diagram Pakar

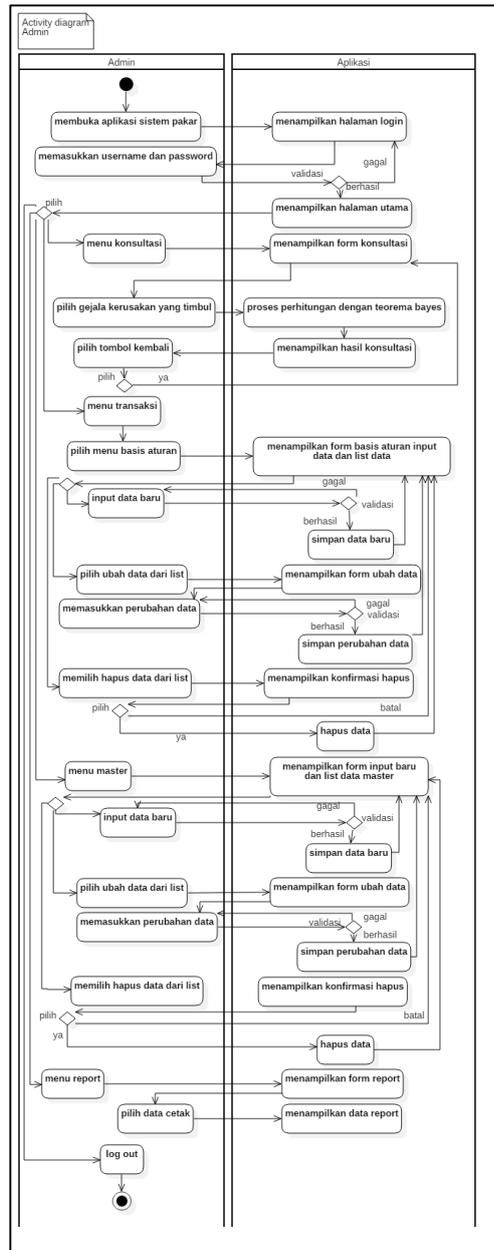


Gambar 3. Use Case Diagram User

**Activity Diagram**

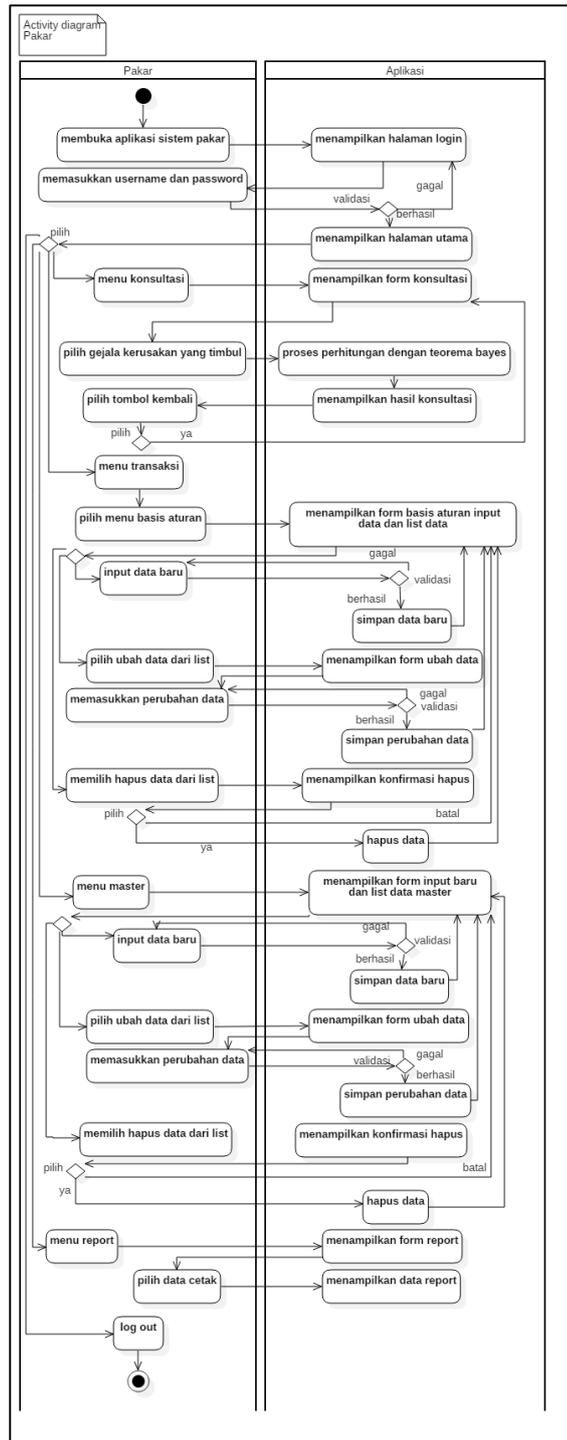
Berikut ini adalah *activity diagram* yang menjelaskan mengenai alur dari sistem saat dijalankan oleh NTA (*Nissan Technical Advisor*) sebagai *admin* dan pakar dari system dan pemilik kendaraan dan teknisi sebagai *User*.

Gambar berikut ini menjelaskan *activity diagram* seorang *admin*.



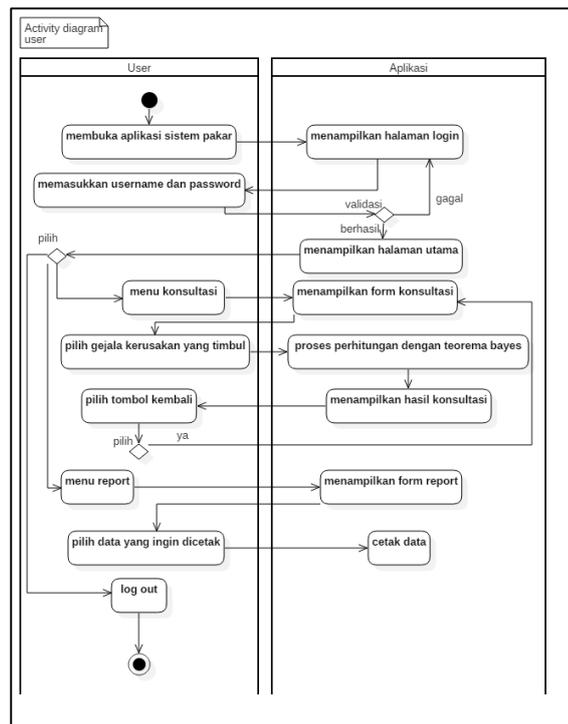
Gambar 4. Activity Diagram Admin

Gambar berikut ini menjelaskan *activity diagram* seorang pakar.



Gambar 5. Activity Diagram Pakar

Gambar berikut ini menjelaskan *activity diagram* seorang user.



Gambar 6. Activity Diagram User

## 2.2. Perancangan Data

Perancangan data akan dijelaskan bagaimana data-data yang terdapat pada sistem sesuai dengan fungsinya sebagai data *input* atau data *output* sistem.

### Data Kerusakan Engine Mobil All New Grand Livina A/T

Tabel kerusakan digunakan sebagai pola pencocokan informasi yang dimasukkan oleh *user* dan basis pengetahuan. Tabel 1. merupakan hasil wawancara dengan pakar.

Tabel 1. Tabel Data Kerusakan Engine Mobil All New Grand Livina A/T

id_kerusakan	nama_kerusakan
H0001	Coil dan Busi
H0002	Pompa Bensin dan <i>Injector</i>
H0003	Sistem <i>Starter</i>
H0004	Sistem Pengisian dan <i>Battery (Accu)</i>
H0005	MAF ( <i>Mass Air Flow</i> ) sensor
H0006	CKP ( <i>Crankshaft Position</i> ) dan CMP ( <i>Camshaft Position</i> )

### Data Gejala Kerusakan Engine Mobil All New Grand Livina A/T

Tabel gejala kerusakan digunakan sebagai pola pencocokan informasi yang dimasukkan oleh *user* dan basis pengetahuan. Yang berdasar pada hasil wawancara dengan pakar.

Tabel 2. Tabel Data Gejala Kerusakan *Engine* Mobil All New Grand Livina A/T

id_gejala	nama_gejala
E0001	Starter Panjang Mesin Menyala
E0002	Mesin Bisa Di- <i>starter</i> dan Mesin Tidak Menyala
E0003	Mesin Di- <i>starter</i> Hidup Kemudian Mati
E0004	Mesin Mogok dan <i>Starter</i> Tidak Bekerja
E0005	Mesin Seolah-Olah Mau Mati (RPM Mesin <i>Drop</i> )
E0006	Mesin Menyala dan Ada Suara Ketukan
E0007	Mesin Kurang Tenaga
E0008	Mesin Digas, Tersendat-sendat
E0009	RPM Mesin Tinggi Saat Mesin <i>Idle</i>
E0010	RPM Mesin Rendah Saat Mesin <i>Idle</i>
E0011	Putaran RPM Mesin Tidak Stabil Saat <i>Idle</i>
E0012	Mesin Bergetar (Abnormal) Saat <i>Idle</i>
E0013	RPM Lambat Turun Ke Putaran <i>Idle</i>
E0014	Konsumsi Bahan Bakar Berlebih

### Aturan Sistem Pakar

Tabel aturan digunakan sebagai dasar perhitungan dengan menggunakan teorema bayes. Dengan menggunakan aturan dan nilai setiap gejala jika suatu kerusakan bernilai benar. Data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pakar.

Tabel 3. Tabel Aturan Sistem Pakar

Kode	H0001	H0002	H0003	H0004	H0005	H0006
E0001	0.053	0.111	0.093	0.085	0.125	0.031
E0002	0.053	0.111	0.074	0.106	0.125	0.031
E0003	0.07	0.093	0.111	0.064	0.125	0.031
E0004	-	-	-	-	0.625	0.188
E0005	0.088	0.111	0.074	0.064	-	0.062
E0006	0.105	0.074	0.056	0.106	-	-
E0007	0.07	0.111	0.056	0.106	-	0.062
E0008	0.088	0.111	0.074	-	-	-
E0009	-	-	0.093	0.128	-	0.125
E0010	0.105	0.074	0.037	0.064	-	0.156
E0011	0.105	0.074	0.093	0.064	-	0.062
E0012	0.105	-	0.093	-	-	0.062
E0013	0.053	0.037	0.093	0.128	-	0.125
E0014	0.105	0.093	0.056	0.085	-	0.062

### Perhitungan Menggunakan Teorema Bayes

Dalam contoh akan dijelaskan cara melakukan perhitungan menggunakan teorema bayes dengan data di atas:

1. Jumlah mobil 1260.
2. Kerusakan Sistem Starter (H0005) : 40 mobil, sehingga probabilitas kerusakan Sistem Starter tanpa memandang gejala apapun,  $p(H0005)$  adalah  $40/1260$ .
3. Mobil dengan gejala Mesin Mogok dan *Starter* Tidak Bekerja (E0004) adalah 25 mobil, sehingga probabilitas mobil dengan gejala Mesin Mogok dan *Starter* Tidak

Bekerja (E0004) jika kerusakan dari Sistem Starter (H0005), maka  $p(E0004|H0005)$  adalah 25/40.

4. Kerusakan Sistem Pengisian dan *Battery (Accu)* (H0006) : 160 mobil, sehingga probabilitas kerusakan Sistem Starter (H0006) tanpa memandang gejala apapun,  $p(H0006)$  adalah 160/1260.
5. Jika diketahui gejala Mesin Mogok dan *Starter Tidak Bekerja* (E0004) dapat juga menyebabkan kerusakan Sistem Pengisian dan *Battery (Accu)* (H0006) dengan jumlah 30 mobil, maka probabilitasnya  $p(E0004|H0006)$  adalah 30/160.

Dengan menggunakan teorema bayes dapat dihitung :

Probabilitas kerusakan Sistem Starter (H0005) jika diketahui gejala Mesin Mogok dan *Starter Tidak Bekerja* (E0004) adalah sebagai berikut ini,

$$p(H0005|E0004) = \frac{p(E0004|H0005) \times p(H0005)}{p(E0004|H0005) \times p(H0005) + p(E0004|H0006) \times p(H0006)}$$

$$p(H0005|E0004) = \frac{25/40 \times 40/1260}{25/40 \times 40/1260 + 30/160 \times 160/1260} = 0.4558$$

Probabilitas kerusakan Sistem Pengisian dan *Battery (Accu)* (H0006) jika diketahui gejala Mesin Mogok dan *Starter Tidak Bekerja* (E0004) adalah sebagai berikut ini,

$$p(H0006|E0004) = \frac{p(E0004|H0006) \times p(H0006)}{p(E0004|H0005) \times p(H0005) + p(E0004|H0006) \times p(H0006)}$$

$$p(H0006|E0004) = \frac{30/160 \times 160/1260}{25/40 \times 40/1260 + 30/160 \times 160/1260} = 0.5442$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa probabilitas kerusakan kendaraan yang terjadi jika terjadi gejala kerusakan Mesin Mogok dan *Starter Tidak Bekerja* (E0004) adalah kerusakan pada Sistem Pengisian dan *Battery (Accu)* (H0006) dengan nilai probabilitas sebesar 0,5442 atau 54,42%.

### Implementasi Sistem

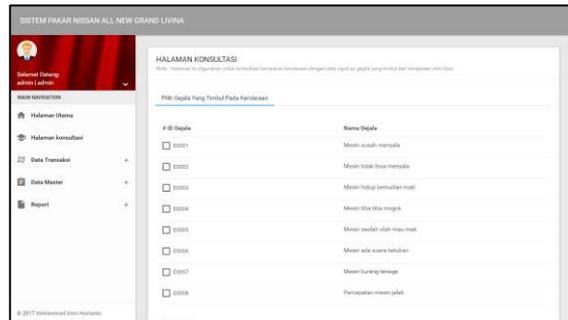
Pada sistem pakar untuk diagnosa kerusakan *engine* secara garis besar desain menu utamanya adalah sebagai berikut :

- a. Tampilan Halaman Utama



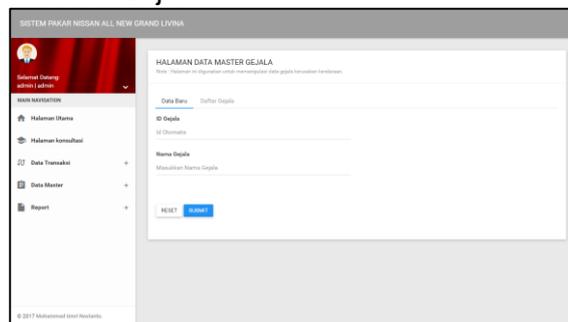
**Gambar 7.** Tampilan Halaman Utama

- b. Tampilan Halaman Konsultasi



**Gambar 8.** Tampilan Halaman Konsultasi

c. Tampilan Halaman Master Gejala



**Gambar 9.** Tampilan Halaman Master Gejala

**Pengujian Akurasi**

**Tabel 1.** Tabel Akurasi

No.	Gejala	Diagnosa Sistem	Diagnosa Pakar	Akurasi
1.	1. Starter Panjang Mesin Menyala 2. Mesin Bergetar (Abnormal) Saat Idle 3. RPM Lambat Turun Ke Putaran Idle 4. Konsumsi Bahan Bakar Berlebih	MAF sensor	MAF sensor	Sesuai
2.	1. Mesin Distarter Hidup Kemudian Mati 2. Mesin Seolah-Olah Mau Mati (RPM Mesin Drop)	Pompa Bensin dan Injector	Pompa Bensin dan Injector	Sesuai
3.	1. Mesin Menyala dan Ada Suara Ketukan 2. Mesin Kurang Tenaga	CKP dan CMP	Coil dan Busi	Tidak Sesuai
4.	1. Mesin Bisa Distarter dan Mesin Tidak Menyala	Pompa Bensin dan Injector	Pompa Bensin dan Injector	Sesuai

5.	1. Mesin Digas, Tersendat-sendat 2. RPM Mesin Tinggi Saat Mesin Idle 3. Mesin Bergetar (Abnormal) Saat Idle	MAF sensor	Coil dan Busi	Tidak Sesuai
6.	1. Mesin Mogok dan Starter Tidak Bekerja	Sistem Pengisian dan Battery (Accu)	Sistem Pengisian dan Battery (Accu)	Sesuai
7.	1. Mesin Bisa Distarter dan Mesin Tidak Menyala	Pompa Bensin dan Injector	Pompa Bensin dan Injector	Sesuai
8.	1. Mesin Kurang Tenaga	Pompa Bensin dan Injector	Pompa Bensin dan Injector	Sesuai
9.	1. Starter Panjang Mesin Menyala 2. Mesin Bisa Distarter dan Mesin Tidak Menyala 3. Mesin Distarter Hidup Kemudian Mati	Pompa Bensin dan Injector	Pompa Bensin dan Injector	Sesuai
10.	1. Mesin Distarter Hidup Kemudian Mati	MAF sensor	MAF sensor	Sesuai

### 3. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Aplikasi untuk mendiagonosa kerusakan mesin dengan teorema bayes ini dilakukan dengan tahapan perancangan diagram *use case*, diagram *activity*, dan diagram *sequence*. Aplikasi berjalan pada *web server* Apache versi 2.4.23 (Win32) dan PHP versi 5.6.24. Untuk pengelolaan data menggunakan *Database server* (MySQL).
2. Evaluasi disetujui oleh pakar yang memiliki pengetahuan mengenai kerusakan kendaraan melalui wawancara dan pengujian terhadap sistem yang diterapkan ini sesuai dengan yang diharapkan.
3. Akurasi sistem penerapan metode Teorema Bayes berdasarkan 10 data diagnosa gejala kerusakan mobil yang telah diuji mempunyai tingkat akurasi keberhasilan yang cukup baik sesuai dengan diagnosa pakar yaitu sebesar 80%.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Anggara, Ganda, Gede Pramayu dan Arif Wicaksana, **Membangun Sistem Pakar Menggunakan Teorema Bayes Untuk Mendiagnosa Penyakit Paru-Paru**. Yogyakarta: STMIK AMIKOM Yogyakarta, 2016
2. A.S., Rosa dan M. Shalahuddin, **Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek**, Bandung: Informatika Bandung, 2014
3. Hayadi, B. Herawan (Ed.), ***Sistem Pakar Penyelesaian Kasus Menentukan Minat Baca, Kecenderungan, dan Karakter Siswa Dengan Metode Forward Chaining***, Yogyakarta: Deepublish, 2016
4. Rosnelly, Rika, **Sistem Pakar Konsep Dan Teori**, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012
5. Supranto, J, M.A, **Statistik Teori & Aplikasi Edisi 8 Jilid 1**. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2016