

Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan *Electronic Fuel Injection* Mobil Innova dengan Metode *Forward Chaining* (Studi Kasus : Bengkel KMW Autoworks Jakarta)

^{1*} Sukarno Bahat Nauli , ² Berlin Pangibulan Sitorus , ³ Agung Priambodo,
⁴ Riama Sibarani , ⁵ Ipan Amanda

^{1, 2, 3, 4, 5} Teknik Informatika, Universitas Satya Negara Indonesia

sukarnobahat@usni.ac.id ^{1*}, berlin.ps@usni.ac.id ², agung.priambodo@usni.ac.id ³, riama.sibarani@usni.ac.id ⁴,
ipanamanda@gmail.com ⁵

Abstract

Abstract -The Electronic Fuel Injection (EFI) system is a fuel distribution system for vehicles, especially four-wheeled cars or cars, using an electronic system so that fuel consumption is more optimal and exhaust emissions can be efficient. The purpose of this study is to design an expert system for diagnosing damage to Electronic Fuel Injection (EFI) Innova car types using the Forward Chaining method. This expert system uses the Forward Chaining method for data tracking where in this method will first display the facts of the symptoms that the user may experience and then match them with damage that has the appropriate symptoms experienced by the user, the data search algorithm uses Best First Search and for measure the level of certainty of data search results using the Certainty Factor (CF) method by applying the CF single and CF combination formulas to obtain expected results. After testing the application, it can function as expected, the application can be used to diagnose damage to Innova cars, especially on EFI, the level of certainty that damage to the Innova car's EFI system can be predicted and the design of this system for ordinary people can already be used to detect damage to the EFI system Innova car.

Keywords: expert system, electronic fuel injection, forward chaining, method.

Abstrak

Abstrak -Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) adalah suatu sistem pembagian bahan bakar pada kendaraan khususnya roda empat atau mobil dengan menggunakan sistem elektronik sehingga konsumsi bahan bakar lebih optimal dan dapat mengefisienkan emisi gas buang. tujuan penelitian ini merancang sistem pakar diagnosa kerusakan *Electronic Fuel Injection* (EFI) jenis mobil Innova dengan metode *Forward Chaining*. Sistem pakar ini menggunakan metode *Forward Chaining* untuk pelacakan data dimana pada metode ini akan menampilkan terlebih dahulu fakta-fakta gejala yang kemungkinan dialami user kemudian dicocokkan dengan kerusakan yang memiliki gejala-gejala sesuai yang dialami oleh user, algoritma pencarian data menggunakan *Best First Search* dan untuk mengukur tingkat kepastian hasil pencarian data menggunakan metode *Certainty Factor* (CF) dengan menerapkan rumus CF tunggal dan CF kombinasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai harapan. Setelah melakukan pengujian aplikasi dapat berfungsi sesuai harapan, aplikasi sudah dapat digunakan untuk mendiagnosa kerusakan mobil Innova khususnya pada EFI, tingkat kemungkinan kepastian terjadinya kerusakan pada sistem EFI mobil Innova dapat diprediksi dan rancangan sistem ini bagi orang awam sudah dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada sistem EFI mobil Innova.

Kata kunci : electronic fuel injection, forward chaining, metode, sistem pakar.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) adalah suatu sistem pembagian bahan bakar pada kendaraan khususnya roda empat atau mobil dengan menggunakan sistem elektronik sehingga konsumsi bahan bakar lebih optimal dan dapat mengefisienkan emisi gas buang, mobil Toyota Innova generasi pertama tahun 2004-2016 menggunakan mesin VVT-i 2000CC 1TR-FE untuk varian bensin dan mesin D4D 2500CC untuk varian diesel, generasi kedua tahun 2016-2021 menggunakan mesin 1TR-FE 2000CC untuk varian bensin dan mesin 2GD-FTV 2400CC untuk varian diesel.

Mobil Toyota Innova ini sudah dibekali sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI). Komponen-komponen pada sistem EFI sangatlah banyak dan terdapat banyak sensor-sensor dan aktuatur untuk mendukung kinerja pada sistem EFI tersebut, dengan banyaknya komponen-komponen pada sistem EFI maka jika terdapat gejala kerusakan akan banyak sekali kemungkinan terjadinya kerusakan pada

komponen EFI, hal itu bisa memakan waktu lama dalam proses mendiagnosa karena masih menggunakan sistem manual terbatasnya alat pendukung, dan sering terjadinya dua kali kerja pada proses penanganan perbaikan yang menyebabkan tidak sesuai dengan waktu estimasi awal.

Oleh karena itu melihat dari uraian permasalahan diatas sebagai, maka perlunya dirancang aplikasi “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Electronic Fuel Injection Jenis Mobil Innova Dengan Metode Forward Chaining”.

Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu “untuk merancang sistem pakar diagnosa kerusakan *Electronic Fuel Injection* (EFI) jenis mobil Innova dengan metode *Forward Chaining*”

Manfaat Penelitian

1. Memberikan kemudahan informasi diagnosa kerusakan pada *Electronic Fuel Injection* (EFI) dengan jenis mobil Toyota Innova.
2. Memudahkan serta mempercepat kerja montir dalam melakukan diagnosa dan tindakan perbaikan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian Terdahulu

Penelitian dari [1] Universitas Pamulang dengan ISSN : 2541-1004, yang berjudul “Perancangan Aplikasi pakar diagnosa penyakit jantung dengan metode forward chaining”, penelitian dari [2] Universitas Mathla’ul Anwar Banten dengan E-ISSN: 2656-0806, yang berjudul “Sistem pakar diagnosa kerusakan jaringan local area network (LAN) menggunakan metode forward chaining”, penelitian dari [3] AMIK BSI Jakarta dengan E-ISSN: 2527-6514, yang berjudul “Sistem pakar berbasis android untuk diagnosa penyakit kulit kucing dengan metode forward chaining”.

Teori-teori Penelitian

1. Sistem Pakar

Sistem pakar atau *expert system* adalah suatu sistem yang dapat melakukan pemecahan masalah dengan melakukan penalaran seperti manusia atau pakar yang merupakan spesialis dibidangnya.

2. Metode Forward Chaining

Metode *Forward Chaining* menurut [4] adalah teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian IF dari rules IF-THEN. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian IF, maka rule tersebut dieksekusi. Bila sebuah rule dieksekusi, maka sebuah fakta baru (bagian THEN) ditambahkan ke dalam database. Setiap rule hanya boleh dieksekusi sekali saja.

3. Algoritma Best First Search

Menurut [5] Algoritma *Best First Search* merupakan salah satu algoritma *Heuristic Search* yang merupakan kombinasi antara algoritma *Breadth First Search* dan *Depth First Search* dengan mengambil masing-masing kelebihan dari kedua algoritma tersebut. Algoritma *Best First Search* bekerja dengan cara memperluas node atau simpul yang mendekati kecocokan sesuai dengan dengan aturan sehingga akan mendapat hasil yang optimal.

4. Faktor Kepastian (Certainty Factor)

Menurut [6] *Certainty Factor* adalah metode untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti atau tidak pasti yang berbentuk metric yang biasanya digunakan dalam sistem pakar. Rumus dasar untuk mencari nilai *Certainty Factor* (CF) adalah sebagai berikut :

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E)$$

CF(H,E) : *Certainty Factor* hipotesis H yang dipengaruhi *evidence* atau gejala E. Nilai dari CF adalah -1 sampai 1.

MB(H,E) : *Measure of Increased Belief* atau ukuran kepercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E, nilai dari MB adalah 0 sampai 1.

MD(H,E) : *Measure of Increased Disbelief* atau ukuran tidakpercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E, nilai dari MD adalah 0 sampai 1.

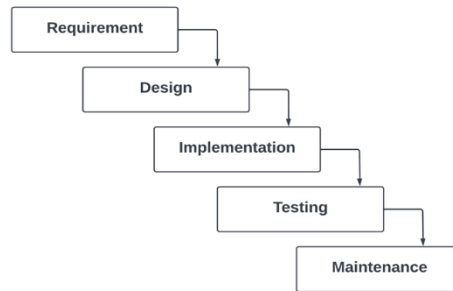
Pada penelitian ini menggunakan rumus *Certainty Factor* tunggal dan *Certainty Factor* kombinasi, rumusnya adalah sebagai berikut :

$$CF_{\text{tunggal}} [H,E]_{\text{index}} = CF[H]_i \times CF[E]_i$$

$$CF_{\text{combine}} [H,E]_i \& i+1 = CF[H,E]_i + CF[H,E]_{i+1} \times (1 - CF[H,E]_i)$$

5. Metode Waterfall

Pada penelitian kali ini menggunakan metode *Waterfall* sebagai metode pengembangan sistem. Metode *Waterfall* sendiri adalah suatu jenis model pengembangan aplikasi yang termasuk kedalam *Classic Life Cycle* dimana dalam proses pengembangannya dilakukan secara berurutan dan sistematis.



Gambar 1. Metode Pengembangan Sistem Dengan Metode Waterfall

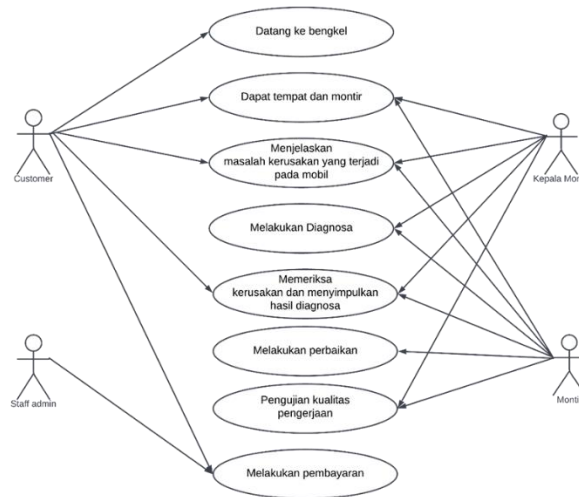
Metode Pengumpulan Data

Metode dalam pengumpulan data yang dipakai pada penelitian ini yaitu :

1. Metode Wawancara, merupakan metode pengumpulan data dengan cara bertanya secara langsung kepada narasumber untuk mendapatkan data atau informasi yang dibutuhkan.
2. Metode Observasi, adalah proses peninjauan langsung oleh penulis untuk melihat secara detail mengenai sistem yang berjalan pada objek penelitian
3. Studi Pustaka, merupakan pengumpulan dasar-dasar teori yang berhubungan dan sesuai dengan penelitian.

Analisa Sistem Berjalan

Pada proses observasi yang bertempat di Bengkel KMW Autoworks, peneliti mengamati bahwa jam operasional bengkel mulai dari jam 09:00 – 17:00 WIB selama hari senin-sabtu, adapun proses dalam melakukan perbaikan kendaraan masih menggunakan proses manual dan akan diurut dari awal customer datang hingga proses perbaikan mobil selesai, penjelasannya sebagai berikut.



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Berjalan

Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan proses pengumpulan data atau informasi terkait gejala, kerusakan, dan relasi antar data yang didapat dari sumber pakar. Berikut data-data pada basis pengetahuan diagnosa kerusakan sistem electronic fuel injection mobil Innova.

Tabel 1. Gejala Kerusakan

| No | Kode Gejala | Nama Gejala |
|----|-------------|---|
| 1 | G01 | Kesalahan isi bahan bakar |
| 2 | G02 | Mobil tidak bertenaga |
| 3 | G03 | Mobil susah dihidupkan |
| 4 | G04 | Mobil dalam keadaan diam dan mesin menyala putaran mesin tidak normal apalagi jika menaikan RPM |
| 5 | G05 | Mobil tidak bisa dibawa dengan rpm tinggi |
| 6 | G06 | Suara mobil brebet-brebet |
| 7 | G07 | Bahan bakar boros |
| 8 | G08 | Indikator check engine menyala |
| 9 | G09 | Suara pompa lemah dan tidak bedengung saat kunci di kontak on |
| 10 | G010 | Kehilangan akselerasi saat mengemudi |
| 11 | G011 | Kebocoran bahan bakar pada preasure regulator |
| 12 | G012 | Mesin mobil pincang |
| 13 | G013 | Suara mesin kasar |
| 14 | G014 | Asap hitam dari knalpot |
| 15 | G015 | Mesin tidak stabil, RPM naik turun |
| 16 | G016 | Jika di RPM kecil mesin mobil bisa mati mendadak |
| 17 | G017 | Bau aneh pada gas buang |
| 18 | G018 | Mesin tidak bisa idle tapi masih mau di gas |
| 19 | G019 | Jika posisi mesin menyala dan pedal dilepas mesin cenderung mati |
| 20 | G020 | Sulit berpindah persneling khususnya pada tranmisi automatic |
| 21 | G021 | Mesin Menyentak atau RPM Melonjak Saat Dinyalakan |
| 22 | G022 | Mesin Tidak Bisa Hidup |
| 23 | G023 | Mobil Sering Tersendat Saat Awal Starter |
| 24 | G024 | Akselerasi Mobil Tidak Merata |
| 25 | G025 | Mesin Mobil Tiba-tiba Mati |
| 26 | G026 | Mesin Mobil Mulai Macet/Bergetar |
| 27 | G027 | Suara Keras Didalam Mesin |
| 28 | G028 | Emisi Gas Buang Meningkatkan |
| 29 | G029 | Jarak Tempuh Kendaraan Lebih Pendek |
| 30 | G030 | RPM Naik Turun |
| 31 | G031 | Mesin Overheating |
| 32 | G032 | RPM Naik Tinggi Tidak Bisa Turun |
| 33 | G033 | Koil Terasa Panas |
| 34 | G034 | Munculnya Percikan Api di Badan Koil |
| 35 | G035 | Percikan Api Dari Busi Tidak Normal |
| 36 | G036 | Starter Mobil Lebih Lama |
| 37 | G037 | Komponen Kelistrikan Mobil Tidak Menyala |
| 38 | G038 | Mobil Mogok |
| 39 | G039 | Indikator Bahan Bakar Tidak Akurat |
| 40 | G040 | Saat Kontak ON Lampu Check Engine Mati |
| 41 | G041 | Battery Lemah / Tekor |

Tabel 2. Kerusakan

| Kode Kerusakan | Kerusakan | Solusi |
|----------------|----------------------------|---|
| K01 | Tangki bahan bakar | Kuras tangki bahan bakar |
| K02 | Filter bahan bakar | Dilakukan pembersihan jika sudah parah tingkat kotorannya sebaik nya diganti |
| K03 | Pompa bahan bakar | Dilakukan pengecekan kelistrikan dimulai dari mengecek sikring (fuse) dan relay fuel pump yang berhubungan dengan fuel pump, jika sikring dan relay bagus kemudian pengecekan wiring yang berhubungan dengan fuel pump jika tidak terdapat masalah di wiring jalur pengkabelan maka solusi terakhir adalah ganti motor fuel pump. |
| K04 | Preasure regulator | Harus dilakukan pergantian |
| K05 | Injector | Langkah awal harus di berikan Injector cleaner untuk membersihkan injector, jika tidak ada perubahan maka harus ganti injector |
| K06 | Sensor Mass Air Flow (MAF) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |

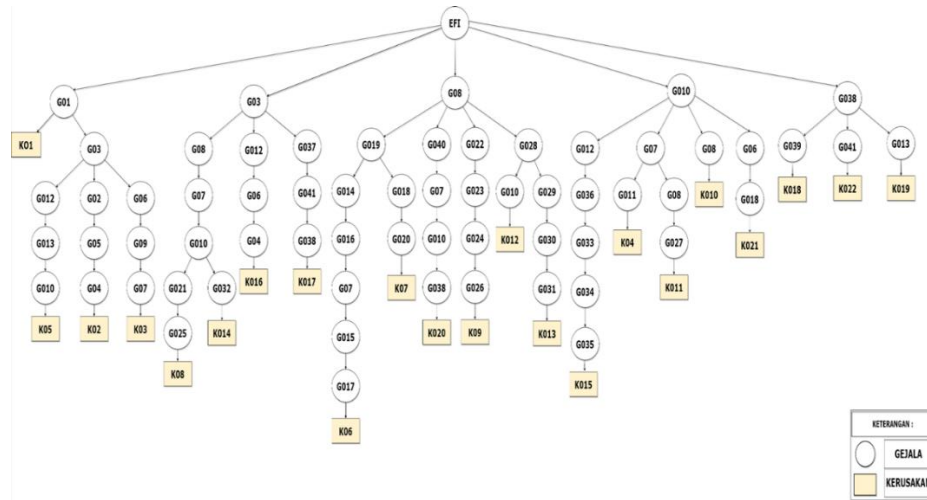
| | | |
|------|--|---|
| K07 | Sensor Throttle Position (TPS) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, dilakukan pembersihan dalam komponen sensor TPS, jika tidak ada perubahan maka sensor harus diganti |
| K08 | Camshaft Position Sensor (CMP) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |
| K09 | Sensor Crankshaft Position (CKP) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |
| K010 | Sensor Intake Air Temperature (IAT) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |
| K011 | Knock Sensor | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |
| K012 | Oxygen Sensor | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |
| K013 | Sensor <i>Engine Coolant Temperature</i> (ECT) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, jika tidak ada masalah maka sensor harus diganti |
| K014 | Sensor <i>Variable Valve Timing-Intelligent</i> (VVTI) | Pengecekan wiring dan konektor pada sensor tersebut, dilakukan pembersihan dan penyetelan pada valv VVT-I, jika tidak ada perubahan maka sensor harus diganti |
| K015 | Koil | Harus dilakukan pergantian |
| K016 | Busi | Bersihkan busi atau lakukan pergantian baru |
| K017 | Battery | Lakukan jumper, cash battery, atau lakukan pergantian baru |
| K018 | Pelampung bahan bakar / <i>Fuel Gauge</i> | Lakukan pembersihan, jika sudah rusak maka lakukan pergantian baru |
| K019 | <i>Supply Pump</i> | Lakukan pembersihan dan diservice |
| K020 | <i>Engine Control Unit</i> | Lakukan pengecekan wiring, jika tidak ada kendala wiring maka lakukan service, dan solusi terakhir adalah pergantian baru. |
| K021 | <i>Intake Manifold</i> | Lakukan pembersihan pada masing-masing lubang intake. Lakukan pergantian <i>gasket intake</i> |
| K022 | Alternator | Langkah pertama dengan di service, jika kerusakan sudah parah maka lakukan pergantian baru |

Tabel 3. Relasi Gejala dan Kerusakan

| No | Kode Gejala | Kode Kerusakan | Nilai MB (0-1) | Keterangan |
|-----|-------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| 1. | G01 | K01 | 1,00 | Tangki Bahan Bakar |
| 2. | G01 | K02 | 0,70 | Filter bahan bakar |
| 3. | G03 | K02 | 0,60 | Filter bahan bakar |
| 4. | G02 | K02 | 0,80 | Filter bahan bakar |
| 5. | G05 | K02 | 0,40 | Filter bahan bakar |
| 6. | G04 | K02 | 0,20 | Filter bahan bakar |
| 7. | G01 | K03 | 0,70 | Pompa bahan bakar |
| 8. | G03 | K03 | 1,00 | Pompa bahan bakar |
| 9. | G06 | K03 | 0,55 | Pompa bahan bakar |
| 10. | G09 | K03 | 0,90 | Pompa bahan bakar |
| 11. | G07 | K03 | 0,25 | Pompa bahan bakar |
| 12. | G010 | K04 | 0,80 | Preassure regulator |
| 13. | G07 | K04 | 0,60 | Preasure regulator |
| 14. | G011 | K04 | 0,90 | Preasure regulator |
| 15. | G01 | K05 | 0,40 | Injector |
| 16. | G03 | K05 | 0,90 | Injector |
| 17. | G012 | K05 | 0,90 | Injector |
| 18. | G013 | K05 | 0,90 | Injector |
| 19. | G010 | K05 | 0,80 | Injector |
| 20. | G08 | K06 | 0,90 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 21. | G019 | K06 | 0,70 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 22. | G014 | K06 | 0,80 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 23. | G016 | K06 | 0,80 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 24. | G07 | K06 | 0,60 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 25. | G015 | K06 | 0,60 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 26. | G017 | K06 | 0,60 | Sensor Mass Air Flow (MAF) |
| 27. | G08 | K07 | 0,90 | Sensor Throttle Position (TPS) |
| 28. | G019 | K07 | 0,70 | Sensor Throttle Position (TPS) |

| | | | | |
|-----|------|------|------|---|
| 29. | G018 | K07 | 0,70 | Sensor Throttle Position (TPS) |
| 30. | G020 | K07 | 0,70 | Sensor Throttle Position (TPS) |
| 31. | G03 | K08 | 0,90 | Camshaft Position Sensor (CMP) |
| 32. | G08 | K08 | 0,90 | Camshaft Position Sensor (CMP) |
| 33. | G07 | K08 | 0,30 | Camshaft Position Sensor (CMP) |
| 34. | G010 | K08 | 0,80 | Camshaft Position Sensor (CMP) |
| 35. | G021 | K08 | 0,80 | Camshaft Position Sensor (CMP) |
| 36. | G025 | K08 | 0,20 | Camshaft Position Sensor (CMP) |
| 37. | G08 | K09 | 0,90 | Sensor Crankshaft Position (CKP) |
| 38. | G022 | K09 | 1,00 | Sensor Crankshaft Position (CKP) |
| 39. | G023 | K09 | 0,50 | Sensor Crankshaft Position (CKP) |
| 40. | G024 | K09 | 0,20 | Sensor Crankshaft Position (CKP) |
| 41. | G026 | K09 | 0,20 | Sensor Crankshaft Position (CKP) |
| 42. | G010 | K010 | 0,40 | Sensor Intake Air Temperature (IAT) |
| 43. | G08 | K010 | 0,90 | Sensor Intake Air Temperature (IAT) |
| 44. | G010 | K011 | 0,20 | Knock Sensor |
| 45. | G07 | K011 | 0,20 | Knock Sensor |
| 46. | G08 | K011 | 0,90 | Knock Sensor |
| 47. | G027 | K011 | 0,80 | Knock Sensor |
| 48. | G08 | K012 | 0,90 | Oxygen Sensor |
| 49. | G028 | K012 | 0,80 | Oxygen Sensor |
| 50. | G010 | K012 | 0,20 | Oxygen Sensor |
| 51. | G08 | K013 | 0,90 | Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) |
| 52. | G028 | K013 | 0,20 | Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) |
| 53. | G029 | K013 | 0,80 | Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) |
| 54. | G030 | K013 | 0,60 | Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) |
| 55. | G031 | K013 | 0,30 | Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) |
| 56. | G03 | K014 | 0,90 | Sensor Variable Valve Timing-Intelligent (VVTI) |
| 57. | G08 | K014 | 0,90 | Sensor Variable Valve Timing-Intelligent (VVTI) |
| 58. | G07 | K014 | 0,30 | Sensor Variable Valve Timing-Intelligent (VVTI) |
| 59. | G010 | K014 | 0,70 | Sensor Variable Valve Timing-Intelligent (VVTI) |
| 60. | G032 | K014 | 0,40 | Sensor Variable Valve Timing-Intelligent (VVTI) |
| 61. | G010 | K015 | 0,80 | Koil |
| 62. | G012 | K015 | 0,80 | Koil |
| 63. | G036 | K015 | 0,70 | Koil |
| 64. | G033 | K015 | 0,70 | Koil |
| 65. | G034 | K015 | 0,60 | Koil |
| 66. | G035 | K015 | 0,60 | Koil |
| 67. | G03 | K016 | 0,90 | Busi |
| 68. | G012 | K016 | 0,90 | Busi |
| 69. | G06 | K016 | 0,80 | Busi |
| 70. | G04 | K016 | 0,70 | Busi |
| 71. | G03 | K017 | 0,90 | Battery |
| 72. | G037 | K017 | 0,90 | Battery |
| 73. | G041 | K017 | 0,90 | Battery |
| 74. | G038 | K017 | 0,80 | Battery |
| 75. | G039 | K018 | 0,80 | Pelampung bahan bakar / Fuel Gauge |
| 76. | G038 | K018 | 0,60 | Pelampung bahan bakar / Fuel Gauge |
| 77. | G013 | K019 | 0,80 | Supply Pump |
| 78. | G038 | K019 | 0,60 | Supply Pump |
| 79. | G08 | K020 | 0,90 | Engine Control Unit |
| 80. | G040 | K020 | 0,80 | Engine Control Unit |
| 81. | G07 | K020 | 0,70 | Engine Control Unit |
| 82. | G010 | K020 | 0,70 | Engine Control Unit |
| 83. | G038 | K020 | 0,60 | Engine Control Unit |
| 84. | G010 | K021 | 0,20 | Intake Manifold |
| 85. | G06 | K021 | 0,80 | Intake Manifold |
| 86. | G018 | K021 | 0,70 | Intake Manifold |
| 87. | G038 | K022 | 0,80 | Alternator |
| 88. | G041 | K022 | 0,80 | Alternator |

Teknik *inferensi* yang dapat melakukan penalaran layaknya otak manusia yang akan mencari solusi dari berbagai data kerusakan sesuai gejala-gejala yang telah dijelaskan diatas maka digunakan algoritma *Best First Search*.



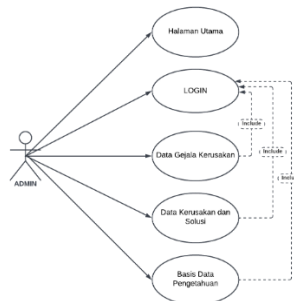
Gambar 3. Pohon Pencarian Best First Search

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

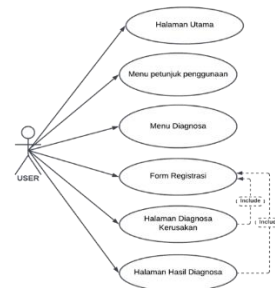
Perancangan Aplikasi

1. Use Case Diagram

Informasi gambaran interaksi antara admin dengan sistem dan user dengan sistem sebagai berikut :



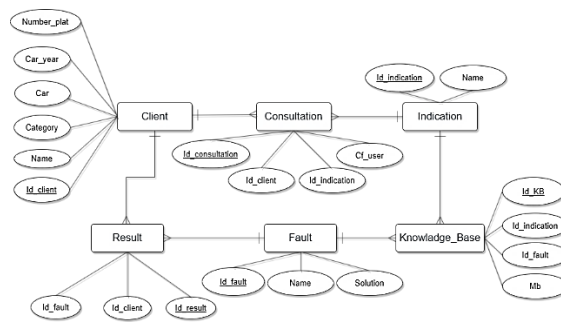
Gambar 4. Use Case Diagram Admin



Gambar 5. Use Case Diagram User

2. Entity Relational Diagram

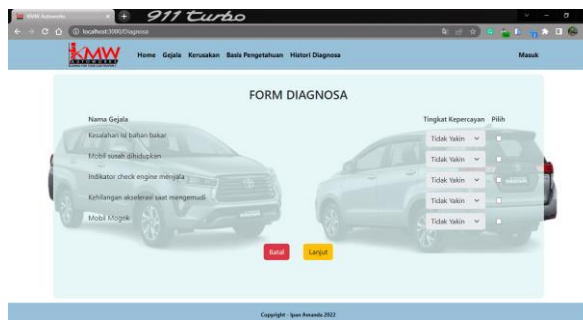
Penjelasan mengenai logika relasi antar entitas database yang terdapat pada Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Electronic Fuel Injection Jenis Mobil Innova Pada Bengkel KMW Autoworks Jakarta dalam proses melakukan diagnosa kerusakan.



Gambar 7. Entity Relational Diagram

Tampilan Keluaran dari Aplikasi

1. Tampilan Halaman Diagnosa



Gambar 10. Tampilan Halaman Diagnosa

2. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa



Gambar 11. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Perhitungan Certainty Factor (CF)

Perhitungan rumus *Certainty Factor* (CF) yang diterapkan pada sistem dengan menguji kerusakan sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai CF User

| Nilai CF User | |
|---------------|-----|
| Tidak Yakin | 0 |
| Sedikit Yakin | 0,2 |
| Cukup Yakin | 0,4 |
| Yakin | 0,6 |
| Sangat Yakin | 0,8 |

Perhitungan pada kerusakan “Filter Bahan Bakar (K02)” dengan beberapa gejala yang dipilih yaitu :

Tabel 5. Perhitungan Certainty Factor

| Kode Gejala | Nama Gejala | Nilai MB | Nilai CF User |
|-------------|---|----------|---------------|
| G01 | Kesalahan isi bahan bakar | 0,7 | 0,4 |
| G03 | Mobil susah dihidupkan | 0,6 | 0,6 |
| G02 | Mobil tidak bertenaga | 0,8 | 0,6 |
| G05 | Mobil tidak bisa dibawa dengan rpm tinggi | 0,4 | 0,6 |

Rumus :

$$CF_{\text{tunggal}} [H,E]_{\text{index}} = CF[H]_i \times CF[E]_i$$

$$CF_{\text{combine}} [H,E]_{i \& i+1} = CF[H,E]_i + CF[H,E]_{i+1} \times (1 - CF[H,E]_i)$$

Penerapan CF tunggal :

$$CF_{\text{tunggal}} [H,E]_1 = 0.7 \times 0.4 = 0.28$$

$$CF_{\text{tunggal}} [H,E]_2 = 0.6 \times 0.6 = 0.36$$

$$CF_{\text{tunggal}} [H,E]_3 = 0.8 \times 0.6 = 0.48$$

$$CF_{\text{tunggal}} [H,E]_4 = 0.4 \times 0.6 = 0.24$$

Penerapan CF kombinasi :

$$CF_{\text{combine}} [H,E]_{1 \& 2} = CF[0.28]_1 + CF[0.36]_2 \times (1 - CF[0.28]_1)$$

$$= 0.28 + 0.36 \times 0.72$$

$$= 0.28 + 0,2592$$

$$= 0.5392 (CF_{\text{old}})$$

$$CF_{\text{combine}} [H,E]_{\text{old} \& 3} = CF[0.54]_{\text{old}} + CF[0.48]_3 \times (1 - CF[0.54]_{\text{old}})$$

$$= 0.54 + 0.48 \times 0.46$$

$$= 0.54 + 0,228$$

$$= 0.768 (CF_{\text{old}1})$$

$$CF_{\text{combine}} [H,E]_{\text{old}1 \& 4} = CF[0.77]_{\text{old}1} + CF[0.24]_4 \times (1 - CF[0.77]_{\text{old}1})$$

$$= 0.77 + 0.24 \times 0.23$$

$$= 0.77 + 0,0552$$

$$= 0.8252 (CF_{\text{old}2})$$

Maka didapatkan hasil akhir ($CF_{\text{old}2}$) dengan nilai 0.8252 yang jika dibulatkan menjadi 0,82.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan melakukan pengujian terhadap fungsi dari aplikasi maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rancangan sistem ini telah dapat digunakan untuk mendiagnosa kerusakan mobil Innova khususnya pada EFI.
2. Tingkat kemungkinan kepastian terjadinya kerusakan pada sistem EFI mobil Innova dapat diprediksi.
3. Rancangan sistem ini bagi orang awam sudah dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada sistem EFI mobil Innova

V. REFERENSI

- [1] F. A. Nugroho, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung Dengan Metode Forward Chaining," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 2018.

- [2] R. Rizky, A. H. Wibowo, Z. Hakim dan L. Sujai, “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Jaringan Local Area Network (LAN) Menggunakan Metode Forward Chaining,” *JUTIS*, 2019.
- [3] S. Nurajizah dan M. Saputra, “Sistem Pakar Berbasis Android Untuk Diagnosa Penyakit Kulit Kucing Dengan Metode Forward Chaining,” *PILAR Nusa Mandiri*, 2018.
- [4] T. F. Ramadhani, I. Fitri dan E. T. E. Handayani, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit ISPA Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining,” *Journal of Information Technology and Computer Science*, 2020.
- [5] L. I. Liana dan S. R. Nudin, “Implementasi Algoritma Best-First Search untuk Aplikasi,” *Journal of Informatics and Computer Science*, 2020.
- [6] A. Sucipto , S. Ahdan dan A. , “Usulan Sistem untuk Peningkatan Produksi Jagung menggunakan Metode Certainty Factor,” *SENTER*, 2019.