

SISTEM PAKAR UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN SISTEM PENDINGIN PADA MOBIL TOYOTA MENGGUNAKAN METODE BACKWARD CHAINING

EXPERT SYSTEM TO DETECT THE DAMAGE OF COOLING SYSTEM TO TOYOTA CAR USING BACKWARD CHAINING METHOD

Sumarno

STIKOM Tunas Bangsa, Jln. Jend. Sudirman Blok. A No. 1,2 & 3

Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

Email : sumarno@amiktunasbangsa.ac.id

ABSTRAK

Kerusakan yang biasa terjadi secara tiba-tiba dan tidak dapat langsung terdeteksi oleh pemilik mobil yang masih awam tentang kerusakan mobil khususnya mobil toyota, karena minimnya pengetahuan tentang mesin mobil membuat para pengguna mobil menjadi bingung dan panik serta tidak bisa menangani mobilnya untuk sementara waktu sebelum mobil yang rusak dibawa ke bengkel terdekat. Oleh karena itu dibutuhkan suatu aplikasi yaitu sistem pakar yang merupakan suatu program komputer berbasis pengetahuan dari seorang pakar yang dapat membantu mengurangi resiko kerusakan mobil dengan mengetahui dimana sudah diketahui kerusakan kemudian dicari penyebabnya. Sehingga melalui aplikasi yaitu sistem pakar ini dapat mempermudah, membantu dan mengetahui penyebab-penyebab kerusakan yang terjadi pada sistem pendingin mobil toyota dengan menggunakan algoritma Backward Chaining dimana solusi dari kerusakan sudah dianalisa oleh pakar dengan menggunakan metode inferensi yang bekerja mundur ke arah kondisi awal. Proses diawali dari Goal, kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis dibagian IF. Jika cocok, rule dieksekusi, kemudian hipotesis dibagian THEN ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok, simpan premis dibagian IF ke dalam stack sebagai sub Goal. Proses berakhir jika Goal ditemukan atau tidak ada rule yang bisa membuktikan kebenaran dari sub Goal atau Goal.

Kata kunci: Sistem Pakar, Backward Chaining, Sistem Pendingin Mobil Toyota

ABSTRACT

Damage that usually occurs suddenly and cannot be directly detected by car owners who are still unfamiliar with car damage, especially Toyota cars, because the lack of knowledge about car engines makes car users become confused and panicked and cannot handle their car for a while before the car starts. damaged ones are taken to the nearest repair shop. Therefore we need an application, namely an expert system which is a knowledge-based computer program from an expert who can help reduce the risk of car damage by knowing where the damage is known and then looking for the cause. So that through the application, this expert system can simplify, assist and find out the

causes of the damage that occurs in the Toyota car cooling system by using the Backward Chaining algorithm where the solution to the damage has been analyzed by experts using the inference method that works backwards towards the initial conditions. The process begins with the Goal, then a search is started to match whether the facts match the premises in the IF section. If it matches, the rule is executed, then the hypothesis in THEN section is placed in the database as a new fact. If they don't match, save the premise in the IF section to the stack as a sub Goal. The process ends if the Goal is found or there is no rule that can prove the truth of the sub Goal or Goal.

Keywords— Expert System, Backward Chaining, Toyota Car Cooling System

PENDAHULUAN

Saat ini dunia telah memasuki era Revolusi Industri 4.0, salah satunya Indonesia. Perkembangan teknologi yang saat ini sangat memengaruhi kecepatan perkembangan berbagai industri termasuk salah satunya di bidang Otomotif. Otomotif adalah ilmu yang mempelajari tentang alat-alat transportasi darat yang menggunakan mesin, Otomotif mulai berkembang sebagai cabang ilmu seiring dengan diciptakannya mesin mobil. Dalam perkembangannya, mobil semakin banyak menjadi alat transportasi yang canggih yang terdiri dari ribuan komponen yang tergolong dalam puluhan sistem. Oleh karena itu, otomotif pun berkembang menjadi ilmu yang luas dan mencakup semua sistem yang berhubungan dengan segala fungsi yang perlu diketahui kerusakannya. Untuk menjaga mobil dapat berfungsi dengan baik, dibutuhkan perawatan secara teratur (Servis Berkala) yang meliputi dari *check engine system*, *check brake system*, *check wiring electrical system*, dan *check chasis system*. Servis berkala sebaiknya dilakukan oleh teknisi *dealer* (*Show room*) berpengalaman sesuai standar prosedur yang dilakukan oleh ATPM (Agen Tunggal Pemegang Merek) dan sesuai jenis kendaraan yang dirawat serta kilometer yang telah dicapai. Pada umumnya apabila kita

membeli mobil baru, kita akan mendapatkan *manual book* yang dapat digunakan untuk perawatan secara berkala. Seiring dengan berjalannya waktu *manual book* dapat rusak, demikian saat mobil berpindah kepemilikan terkadang *manual book* dapat hilang. Hal ini menimbulkan masalah dikarenakan pemilik tidak lagi memiliki acuan dalam merawat kondisi mobilnya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah bantuan dari seorang teknisi yang berpengalaman jauh dibidang otomotif. Namun timbul suatu masalah dimana seorang teknisi tidak selalu mempunyai ketersediaan waktu di setiap saat ketika mobil lagi dalam masalah teknis yang serius.

Saat ini mobil Toyota banyak beredar dengan banyak jenis dan tipe. Mekanik adalah teknisi yang mempunyai tanggung jawab yang besar terhadap mobil yang dibawak oleh pemilik kendaraan untuk di servis, namun karena banyaknya mobil dengan tipe yang berbeda membuat mekanik terkadang bingung dan lupa akan mekanisme kerja mobil tertentu, sehingga harus membuka *manual book* untuk mengetahui kerusakan mobil yang ditanganinya. Untuk menanggulangi hal tersebut, dibutuhkan suatu alat bantu untuk mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada mobil. Seiring perkembangan teknologi,

dikembangkan pula teknologi yang mampu mengadopsi proses dan cara berpikir manusia yaitu teknologi *Artificial Intelligence* atau Kecerdasan Buatan [1]. Seseorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk *knowledge assistant*. [2]. Sistem pakar adalah program AI (*Artificial Intelligence*) dengan basis pengetahuan (*knowledge base*) yang diperoleh dari pengetahuan beberapa 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 yang diberikan oleh User lalu dicocokkan (*Matching*) dengan fakta-fakta dan aturan atau akidah yang ada dibasis pengetahuan setelah dilakukan pencarian, sehingga tercapai kesimpulan [3].

METODE PENELITIAN

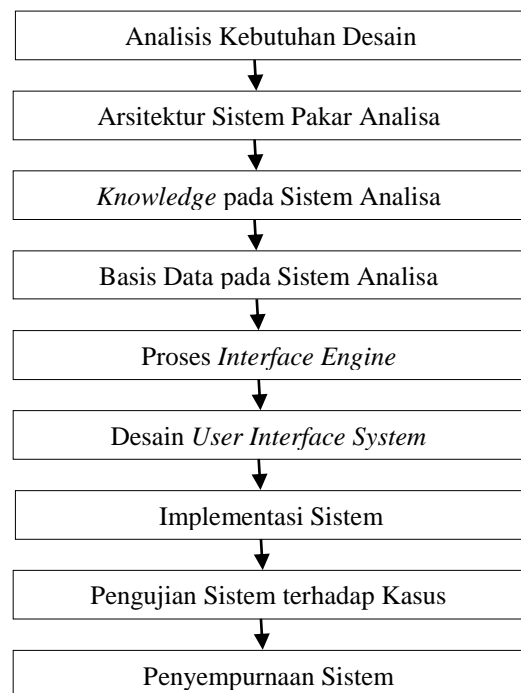
Metode penelitian penulis akan menjelaskan metodologi dan kerangka penelitian kerja yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian. Metodologi penelitian ini dilakukan secara sistematis agar mendapatkan alur kerja yang baik dan dapat digunakan sebagai pedoman untuk penulis dalam melaksanakan penelitian ini agar hasil yang di capai tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan dan dapat terlaksana dengan baik sesuai tujuan yang telah di jelaskan sebelumnya.

Pengumpulan data yang di lakukan pada penelitian ini menggunakan 3 langkah , langkah pertama yaitu dengan cara wawancara teknik ini dengan mengumpulkan data dengan cara bertanya kepada seorang ahli/pakar di bidangnya secara

langsung. Langkah ke dua yaitu dengan cara pengamatan secara langsung terlahap lokasi penelitian dengan mencatat secara langsung terhadap kejadian yang sedang di teliti langkah ketiga dengan cara membaca referensi studi pustaka pengumpulan data dengan cara membaca buku atau dari jurnal yang menjadi referensi yang sedang di lakukan. [4]

Kerangka kerja ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah yang akan dibahas. Adapun kerangka kerja penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Kerangka Penelitian



Sebagai bahan dalam penjelasan dari tahap – tahap diatas adalah sebagai berikut:

1. *Analisa Kebutuhan.*

Pada tahap analisa kebutuhan ini yang dilakukan adalah menganalisa siapa saja yang membutuhkan sistem, mengapa diperlukannya sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan sistem pendingin dan perawatan

- komponen pada mobil Toyota dan data apa saja yang diperlukan untuk membangun sistem tersebut.
2. *Desain Arsitektur Sistem Pakar.*
Pada tahap ini yang dilakukan adalah merancang bagaimana arsitektur dari sistem pakar yang dibangun. Dalam Desain Arsitektur ini akan ditentukan objek – objek apa saja yang dibutuhkan dan bagaimana hubungannya. Objek dari arsitektur sistem pakar ini adalah *knowledge, database, inference engine, user inference, explanation facilities* dan user.
 3. *Analisa Knowledge pada Sistem.*
Pada tahap ini yang dilakukan menentukan daftar gejala kerusakan sistem pendingin, penyebab dari tiap gejala kerusakan serta penanganan kerusakan dari tiap gejala kerusakan. Setelah seluruh daftar sudah ditentukan maka langkah berikutnya menentukan *rule – rule* untuk menganalisa mendeteksi kerusakan sistem pendingin dan perawatan komponen pada mobil Toyota. Setiap *rule* bisa terdiri dari satu gejala kerusakan oleh karena itu diperlukan logika hubungan apakah dengan menggunakan logika *AND, OR, dan NOT.*
 4. *Analisis Basis Data.*
Setelah tahap dari analisa kebutuhan dilakukan dan *knowledge* dari sistem diketahui maka langkah selanjutnya adalah merancang basis data dari sistem pakarnya. Basis data ini sudah mencakup data dari objek yang terlibat di dalamnya dan apa saja proses yang dilakukan.
 5. *Analisa Proses mendeteksi kerusakan sistem pendingin.*
Sistem Pada tahap ini yang dilakukan adalah menggambarkan proses pencocokan data yang ada pada *database* terhadap *rule* yang ada di *knowledge* dengan menggunakan metode *backward chaining.*
 6. *Desain User Interface Sistem.*
Pada tahap ini yang dilakukan adalah merancang tampilan dari menu – menu yang dibutuhkan oleh sistem. Menu yang dirancang memiliki beberapa bagian yaitu menu Penelusuran, *Training, Help dan Administrator.* Menu Penelusuran merupakan pilihan bagi pengguna umum untuk mencari kerusakan dan penanganan kerusakan pada mendeteksi kerusakan sistem pendingin dan perawatan komponen pada mobil Toyota. *Menu Administrator* merupakan pilihan bagi *programer* atau pakar untuk mengubah isi dari *database* yang ada pada aplikasi.
 7. *Implementasi Sistem.*
Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengimplementasikan rancangan sistem ke dalam komputer dengan bahasa pemrograman *Php MySql Server.* Setelah program dari aplikasi sistem pakar ini selesai dibangun maka pada tahap ini juga dibahas bagaimana cara menggunakannya agar user dapat mengoptimalkan pengguna dari sistem tersebut.
 8. *Pengujian Sistem*
Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah jadi dengan menggunakan data – data yang telah ada. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang tersebut sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Hasil pengujian ini kemudian dijadikan dasar untuk membuat perbaikan – perbaikan yang diperlukan untuk

menghasilkan sistem yang diharapkan.

9. *Penyempurnaan Sistem.*

Sistem yang sudah diuji dan diketahui kekurangannya akan dengan mudah disempurnakan dengan memberikan kesimpulan dan saran-saran.

2.1. *Backward Chaining*

“*Backward Chaining* adalah metode inferensi yang bekerja mundur ke arah kondisi awal. Proses diawali dari *Goal* (yang berada dibagian *THEN* dari *rule IF- THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis dibagian *IF*. Jika cocok, *rule* dieksekusi, kemudian hipotesis dibagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok, simpan premis dibagian *IF* ke dalam *stack* sebagai *sub Goal*. Proses berakhir jika *Goal* ditemukan atau tidak ada *rule* yang bisa membuktikan kebenaran dari *sub Goal* atau *Goal*. Sebagai contoh *backward chaning* adalah pengecekan kerusakan mesin yang tidak dimulai dari pengecekan macam-macam kerusakan tetapi dimulai dengan hipotesis akhir, bahwa lampu indikator peringatan suhu panas mesin melebihi dari standar normal dan ini yang ingin dibuktikan bahwa kerusakan tersebut merupakan kerusakan sistem pendingin pada mesin yang berakibat mesin bisa *overheating* atau panas yang berlebih. Oleh sebab itu penalaran akan dimulai dari hipotesis hingga kemudian sampai pada pembuktiannya”.[5]

2.2. *Pengertian Sistem Pendingin*

Sistem pendinginan adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja

secara stabil. Pada mesin bensin, energi yang terkandung dalam bahan bakar diubah menjadi energi efektif melalui proses pembakaran. Proses pembakaran akan menghasilkan panas yang kemudian diubah menjadi tenaga mekanis. [6]. Sistem pendingin pada mesin berfungsi sebagai pelindung mesin dengan cara menyerap panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam silinder. Panas tersebut merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*Over heating effect*). Panas yang berlebihan itu menjadi penyebab berubahnya sifat – sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin. Sifat serta komponen mesin bila telah berubah akan menyebabkan kinerja mesin terganggu dan mengurangi umur mesin. Suhu mesin harus distabilkan dengan cara dibantu oleh air pendingin yang melalui radiator sehingga suhu kerja mesin dapat dipertahankan [7]. Penggunaan coolant yang memiliki titik didih yang lebih tinggi dari pada titik didih air berpengaruh signifikan Terhadap efektifitas radiator engine [8]. Dan tingkat panas tertinggi setelah diambil rata- rata dari setiap putaran mesinnya adalah terletak pada penggunaan air biasa [9]. Perbedaan pengaruh jenis fluida pendinginan terhadap kapasitas radiator sangat berpengaruh terhadap sistem pendingin [10]. Dan beberapa penelitian yang melakukan untuk mengetahui seberapa besar sistem pendingin terhadap perputaran mesin baik pada saat kondisi pompa normal maupun pada saat kondisi tidak normal. [11].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilihat secara langsung dalam mendiagnosa

kerusakan yang terjadi, maka data ini dikelompokkan supaya penulis mudah untuk menganalisa data selanjutnya. Berdasarkan data yang diteliti, maka diperoleh pengetahuan tentang tabel pakar diagnosis kerusakan pendinginan pada mobil Toyota.

3.1. Jenis Kerusakan.

Mesin mobil Toyota bekerja dengan melakukan proses pembakaran, dan pembakaran ini pasti menghasilkan panas. Apabila panas hasil dari pembakaran mesin ini terus menerus tanpa adanya pendinginan maka mesin akan kepanasan. Hal ini lah yang menimbulkan beberapa kerusakan yang sering terjadi akibat dari kelalaian dari pemilik kendaraan dalam merawat kendaraannya.

Berdasarkan uraian diatas maka diperoleh basis pengetahuan tentang tabel sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan sistem pendingin pada mobil toyota. Berikut ini adalah susunan tabel pakar yang digunakan dalam sistem pakar ini:

Tabel 2. Jenis kerusakan Sistem Pendingin Pada Mobil Toyota

Kode	KERUSAKAN
K1	Lampu Indikator amper panas hidup atau naik secara tiba-tiba.
K2	Lampu Indikator amper panas hidup atau naik secara cepat tetapi air radiator cukup dan kipas radiator bekerja dengan normal.
K3	Lampu Indikator amper panas hidup atau naik ketika saat kecepatan tinggi, jika kecepatan rendah suhu mobil normal.
K4	Air di tangki cadangan mengeluarkan gelembung udara dan menjadi penuh pada saat mesin hidup normal.
K5	Saat mesin hidup, kipas radiator berputar terus – menerus disaat kondisi mesin dingin ataupun panas.
K6	Air radiator selalu berkurang.

Tabel 3. Gejala kerusakan Sistem Pendingin Pada Mobil Toyota

Kode	Gejala
G01	Tutup radiator terlepas, rusak atau bocor

G02	Kipas radiator mati atau tidak bekerja
G03	Kipas radiator kontak-kontak atau lemah
G04	Radiator sumbat
G05	Radiator bocor
G06	Selang radiator bocor
G07	Pompa air bocor
G08	Cairan radiator bercampur dengan korosi/karat
G09	Cairan pendingin bercampur banyak udara (masuk angin)
G10	WTS (<i>Water Temperatur Sensor</i>) rusak
G11	<i>Seal Thermostat</i> bocor
G12	<i>Thermostat</i> macet (selalu terbuka atau tidak terpasang)
G13	<i>Thermostat</i> macet (selalu tertutup)
G14	Kebocoran oli pelumas mesin (oli mesin kurang)
G15	Panel meter kombinasi (lampu indikator amper panas) <i>error</i>
G16	Paking <i>cylinder head</i> (kepala silinder) melengkung.

Tabel 4. Sistem Pakar Kerusakan Sistem Pendingin Pada Mobil Toyota

Kode Gejala	Kode Kerusakan					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
G01	√	-	-	-	-	√
G02	√	-	-	√	-	-
G03	√	-	√	√	√	-
G04	√	-	√	√	-	-
G05	√	-	-	-	-	√
G06	√	-	-	-	-	√
G07	√	-	-	-	-	√
G08	√	√	√	√	-	-
G09	√	√	-	√	√	-
G10	√	√	√	√	-	-
G11	√	-	-	-	-	√
G12	-	-	√	-	-	-
G13	√	-	-	√	-	-
G14	√	-	√	-	-	-
G15	√	√	√	-	-	-
G16	√	-	-	√	-	√

3.2. Analisa Kerusakan

Berdasarkan dari tabel jenis kerusakan diatas, dapat dianalisa beberapa penanganan atau perbaikan dari kerusakan tersebut. Berikut *rule* dari analisa tabel 4 diatas.

Rule 1

IF Tutup radiator terlepas, rusak atau bocor
 AND Kipas radiator mati atau tidak bekerja
 AND Kipas radiator kontak-kontak atau lemah
 AND Radiator sumbat
 AND Radiator bocor
 AND Selang radiator bocor
 AND Pompa air bocor
 AND Cairan radiator bercampur dengan korosi/karat
 AND Cairan pendingin bercampur banyak udara (masuk angin)
 AND WTS (*Water Temperatur Sensor*) rusak
 AND *Seal Thermostat* bocor
 AND *Thermostat* macet (selalu tertutup)
 AND Kebocoran oli pelumas mesin (oli mesin kurang)
 AND Panel meter kombinasi (lampu indikator amper panas) *error*
 AND Paking *cylinder head* (kepala silinder) melengkung.
 THEN Lampu Indikator amper panas hidup atau naik secara tiba-tiba.

Rule 2

IF Cairan radiator bercampur dengan korosi/karat
 AND Cairan pendingin bercampur banyak udara (masuk angin)
 AND WTS (*Water Temperatur Sensor*) rusak
 AND Panel meter kombinasi (lampu indikator amper panas) *error*
 THEN Lampu Indikator amper panas hidup atau naik secara cepat tetapi air radiator cukup dan kipas radiator bekerja dengan normal.

Rule 3

IF Kipas radiator kontak-kontak atau lemah
 AND Radiator sumbat
 AND Cairan radiator bercampur dengan korosi/karat

AND WTS (*Water Temperatur Sensor*) rusak
 AND *Thermostat* macet (selalu terbuka atau tidak terpasang)
 AND Kebocoran oli pelumas mesin (oli mesin kurang)
 AND Panel meter kombinasi (lampu indikator amper panas) *error*
 THEN Lampu Indikator amper panas hidup atau naik ketika saat kecepatan tinggi, jika kecepatan rendah suhu mobil normal.

Rule 4

IF Kipas radiator mati atau tidak bekerja
 AND Kipas radiator kontak-kontak atau lemah
 AND Radiator sumbat
 AND Cairan radiator bercampur dengan korosi/karat
 AND Cairan pendingin bercampur banyak udara (masuk angin)
 AND WTS (*Water Temperatur Sensor*) rusak
 AND *Thermostat* macet (selalu tertutup)
 AND Paking *cylinder head* (kepala silinder) melengkung.
 THEN Air di tangki cadangan mengeluarkan gelembung udara dan menjadi penuh pada saat mesin hidup normal.

Rule 5

IF Kipas radiator kontak-kontak atau lemah
 AND Cairan pendingin bercampur banyak udara (masuk angin)
 THEN Saat mesin hidup, kipas radiator berputar terus – menerus disaat kondisi mesin dingin ataupun panas.

Rule 6

IF Tutup radiator terlepas, rusak atau bocor
 AND Radiator bocor
 AND Selang radiator bocor
 AND Pompa air bocor
 AND *Seal Thermostat* bocor

AND Paking *cylinder head* (kepala silinder) melengkung.

THEN Air radiator selalu berkurang.

3.3.Solusi Perbaikan:

K01:

1. Cek kondisi kelayakan karet tutup radiator. Jika terlepas, rusak atau bocor maka harus ganti Tutup Radiator.
2. Cek *relay* dan sekring (*fuse*) kemudian cek tahanan kabel antara soket ke soket. Jika *relay* dan sekring (*fuse*) bagus maka lakukan penggantian motor kipas radiator dengan yang baru.
3. Cek *relay* dan sekring (*fuse*) kemudian cek tahanan kabel antara soket ke soket. Jika *relay* dan sekring (*fuse*) bagus maka lakukan penggantian motor kipas radiator dengan yang baru.
4. Servis radiator atau ganti radiator.
5. Servis radiator atau ganti radiator.
6. Periksa seluruh selang radiator dengan melihat bekas rembesan berwarna seperti warna cairan radiator (merah atau hijau) menggunakan senter bercahaya putih dan sorot setiap lekukan selang. Lakukan cara ini dengan kondisi mesin *ON* dan tidak terlalu panas sehingga mempermudah pemilik kendaraan dalam memeriksa area yang bocor.
7. Ganti pompa air dengan yang baru.
8. Lakukan penggantian cairan radiator yang baru (*Coolant*) dengan membuka baut kupu-kupu radiator yang terletak di sisi bagian bawah radiator, kemudian lakukan proses pembilasan menggunakan air biasa minimal sebanyak 2 kali bilas sebelum melakukan penggantian cairan radiator dengan yang baru (*Coolant*).
9. Lakukan proses buang angin dengan membuka baut buang angin secara perlahan bersama dengan memasukkan cairan radiator yang baru melalui kepala radiator.
10. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas WTS (*Water Temperatur Sensor*) pada mobil tersebut.
11. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas *Seal Thermostat* pada mobil tersebut.
12. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas *Thermostat* pada mobil tersebut.
13. Cek level stik oli, jika berkurang dari garis batas atas maka lakukan pemeriksaan rembesan pelumas oli pada kolong mesin. Jika ditemukan kebocoran maka sebaiknya lakukan perbaikan dan mengganti oli mesin dengan cukup. Jika tidak ditemukan kebocoran oli pada area luar mesin tetapi kondisi stik oli berkurang, maka periksa area Ring Piston. Untuk melakukan hal ini, maka dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa memeriksa area Ring Piston.
14. Ganti meter kombinasi dengan yang baru.
15. Lepaskan semua busi yang terpasang, kemudian ambil selembar kertas putih bersih dan letakan diatas lubang busi. Lakukan stater pada mobil selama 2 detik dengan syarat posisi *porsneling N* (netral) untuk melakukan buang

kompresi. Jika kertas putih ditemukan basah, maka *cylinder head* dalam kondisi melengkung sehingga air radiator bocor keruang bakar piston. Maka harus Ganti dexel (*cylinder head*) dengan yang baru.

K02:

1. Lakukan penggantian cairan radiator yang baru (*Coolant*) dengan membuka baut kupu-kupu radiator yang terletak di sisi bagian bawah radiator, kemudian lakukan proses pembilasan menggunakan air biasa minimal sebanyak 2 kali bilas sebelum melakukan penggantian cairan radiator dengan yang baru (*Coolant*).
2. Lakukan proses buang angin dengan membuka baut buang angin secara perlahan bersama dengan memasukkan cairan radiator yang baru melalui kepala radiator.
3. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas WTS (*Water Temperatur Sensor*) pada mobil tersebut.
4. Ganti meter kombinasi dengan yang baru.

K03:

1. Cek *relay* dan sekering (*fuse*) kemudian cek tahanan kabel antara soket ke soket. Jika *relay* dan sekering (*fuse*) bagus maka lakukan penggantian motor kipas radiator dengan yang baru.
2. Servis radiator atau ganti radiator.
3. Lakukan penggantian cairan radiator yang baru (*Coolant*) dengan membuka baut kupu-kupu radiator yang terletak di sisi bagian bawah radiator, kemudian lakukan proses pembilasan menggunakan air biasa minimal sebanyak 2 kali

bilas sebelum melakukan penggantian cairan radiator dengan yang baru (*Coolant*).

4. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas WTS (*Water Temperatur Sensor*) pada mobil tersebut.
5. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas *Thermostat* pada mobil tersebut.
6. Cek level stik oli, jika berkurang dari garis batas atas maka lakukan pemeriksaan rembesan pelumas oli pada kolong mesin. Jika ditemukan kebocoran maka sebaiknya lakukan perbaikan dan mengganti oli mesin dengan cukup. Jika tidak ditemukan kebocoran oli pada area luar mesin tetapi kondisi stik oli berkurang, maka periksa area Ring Piston. Untuk melakukan hal ini, maka dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa memeriksa area Ring Piston.
7. Ganti meter kombinasi dengan yang baru.

K04:

1. Cek *relay* dan sekering (*fuse*) kemudian cek tahanan kabel antara soket ke soket. Jika *relay* dan sekering (*fuse*) bagus maka lakukan penggantian motor kipas radiator dengan yang baru.
2. Cek *relay* dan sekering (*fuse*) kemudian cek tahanan kabel antara soket ke soket. Jika *relay* dan sekering (*fuse*) bagus maka lakukan penggantian motor kipas radiator dengan yang baru.
3. Servis radiator atau ganti radiator.

4. Lakukan penggantian cairan radiator yang baru (*Coolant*) dengan membuka baut kupu-kupu radiator yang terletak di sisi bagian bawah radiator, kemudian lakukan proses pembilasan menggunakan air biasa minimal sebanyak 2 kali bilas sebelum melakukan penggantian cairan radiator dengan yang baru (*Coolant*).
5. Lakukan proses buang angin dengan membuka baut buang angin secara perlahan bersama dengan memasukkan cairan radiator yang baru melalui kepala radiator.
6. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas WTS (*Water Temperatur Sensor*) pada mobil tersebut.
7. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas *Thermostat* pada mobil tersebut.
8. Lepaskan semua busi yang terpasang, kemudian ambil selembar kertas putih bersih dan letakan diatas lubang busi. Lakukan stater pada mobil selama 2 detik dengan syarat posisi *porsneling* N (netral) untuk melakukan buang kompresi. Jika kertas putih ditemukan basah, maka *cylinder head* dalam kondisi melengkung sehingga air radiator bocor keruang bakar piston. Maka harus Ganti dexel (*cylinder head*) dengan yang baru.

K05:

1. Cek *relay* dan sekering (*fuse*) kemudian cek tahanan kabel antara soket ke soket. Jika *relay* dan

sekering (*fuse*) bagus maka lakukan penggantian motor kipas radiator dengan yang baru.

2. Lakukan proses buang angin dengan membuka baut buang angin secara perlahan bersama dengan memasukkan cairan radiator yang baru melalui kepala radiator.

K06:

1. Cek kondisi kelayakan karet tutup radiator. Jika terlepas, rusak atau bocor maka harus ganti Tutup Radiator.
2. Servis radiator atau ganti radiator.
3. Periksa seluruh selang radiator dengan melihat bekas rembesan bewarna seperti warna cairan radiator (merah atau hijau) menggunakan senter bercahaya putih dan sorot setiap lekukan selang. Lakukan cara ini dengan kondisi mesin *ON* dan tidak terlalu panas sehingga mempermudah pemilik kendaraan dalam memeriksa area yang bocor.
4. Ganti pompa air dengan yang baru.
5. Harap kunjungi bengkel terdekat atau hubungi teknisi dan lakukan penggantian WTS yang baru, Karena untuk memeriksa pada komponen ini, dibutuhkan seorang ahli yang sudah biasa melepas *Seal Thermostat* pada mobil tersebut.
6. Lepaskan semua busi yang terpasang, kemudian ambil selembar kertas putih bersih dan letakan diatas lubang busi. Lakukan stater pada mobil selama 2 detik dengan syarat posisi *porsneling* N (netral) untuk melakukan buang kompresi. Jika kertas putih ditemukan basah, maka *cylinder head* dalam kondisi melengkung sehingga air radiator bocor keruang bakar piston. Maka harus Ganti dexel (*cylinder head*) dengan yang baru.

3.4. Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap proses bagaimana sistem dijalankan berdasarkan kebutuhan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya.

Antarmuka Sistem

Pada Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Sistem Pendingin Pada Mobil Toyota Menggunakan Metode *Backward Chaining* ada empat tampilan utama, yaitu :

1. *form Login*
2. *form Home*
3. *form Kerusakan*
4. *form Gejala*
5. *form Solusi*

Tampilan form login

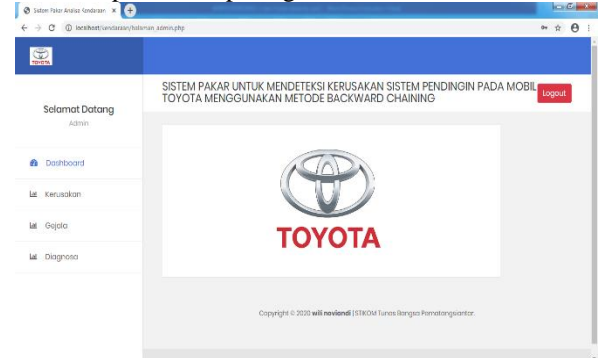
Jika *user* atau *admin* berhasil mengkoneksikan ke *database*, maka akan tampil *Form Login*. Pada *Form Login* *user* diminta untuk memasukkan *username* dan *password* yang telah didaftarkan sebelumnya dan telah tersimpan di *database*. *Form Login* berfungsi sebagai kunci pengaman dari program ini, agar *user* yang tidak dikenal dan belum mendaftar serta tidak mempunyai hak atas program ini tidak dapat mengakses program ini sehingga terjamin keamanan datanya. Tampilan *form login* dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.

Gambar 1. Form Login

Jika *user* salah memasukkan *username* atau *password* maka *user* tidak dapat menggunakan program ini. Jika *user* benar memasukkan *username* dan *password* maka *user* dapat mengakses program ini. Tekan tombol *Login* untuk masuk ke Menu Utama.

Tampilan Home

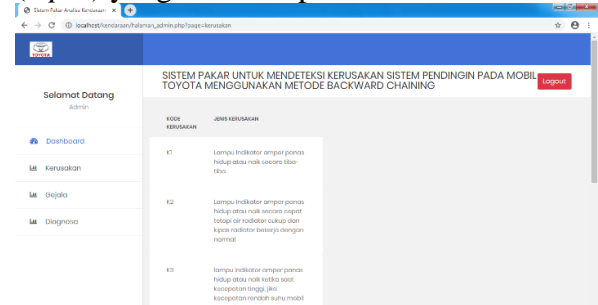
Form Home berisi menu-menu yang dapat dibuka oleh *user*. Pada *Form Home*, akan ditampilkan menu-menu pilihan (submenu) yang akan dijalankan sesuai yang diinginkan *user*. Tampilan-tampilan halaman menu utama dapat dilihat pada gambar 2 berikut.

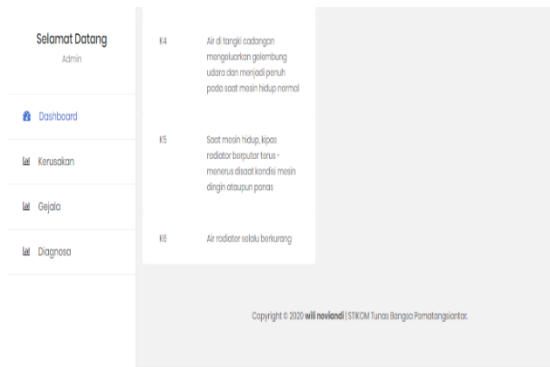


Gambar 2. Form Home

Tampilan form Kerusakan

Form kerusakan dapat dijalankan pilih Data kerusakan, maka *form* kerusakan akan tampil. Tampilan *form* kerusakan dapat dilihat pada gambar 3 Tampilan *form* kerusakan merupakan tampilan awal setelah *user* masuk kesistem, kemudian ada beberapa masukan (*input*) yang akan diinputkan *user*.

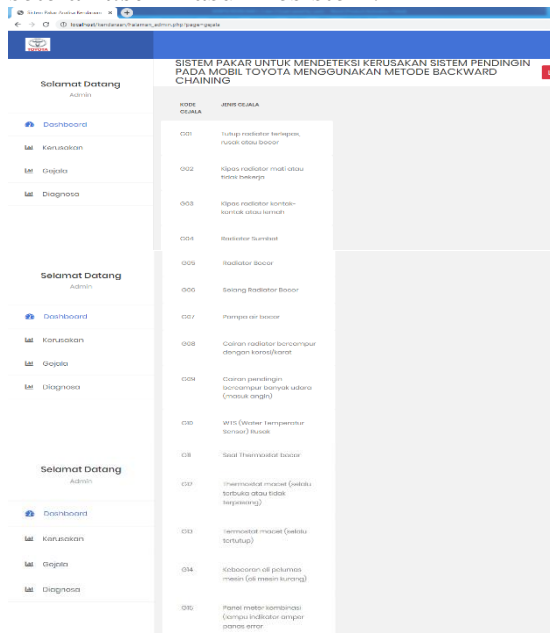




Gambar 3. Form Kerusakan

Tampilan form Gejala

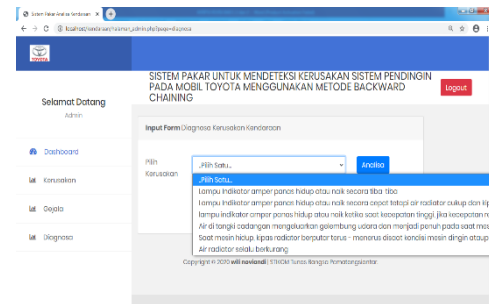
Form Gejala dapat dijalankan dengan memilih Data Gejala, maka form Gejala akan tampil. Tampilan form Gejala dapat dilihat pada gambar 4. Tampilan form Gejala merupakan tampilan data gejala dari kerusakan setelah user masuk kesistem.



Gambar 4. Form Gejala

Tampilan Form Diagnosa

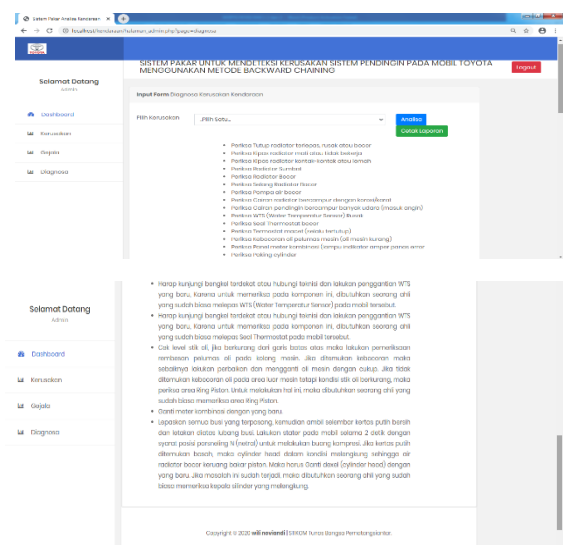
Form Solusi dapat dijalankan dengan pilih Data Diagnosa, maka form Diagnosa akan tampil. Tampilan form Diagnosa dapat dilihat pada gambar 5. Tampilan form Diagnosa merupakan tampilan setelah user masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh user.



Gambar 5. Form Diagnosa

Tampilan Form Kerusakan 01

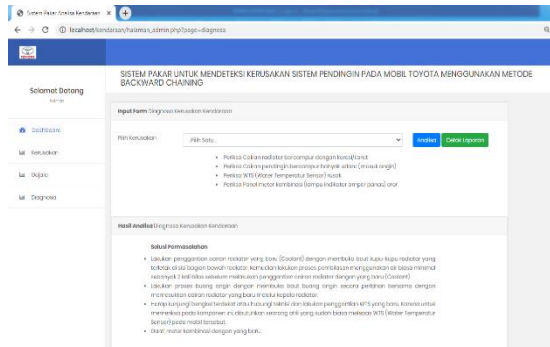
Form Kerusakan 01 dapat dijalankan dengan pilih Data Kerusakan 01, maka form Kerusakan 01 akan tampil. Tampilan form Kerusakan 01 dapat dilihat pada gambar 6. dan hasil solusi Permasalahan. Tampilan form Kerusakan 01 merupakan tampilan setelah user masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh user.



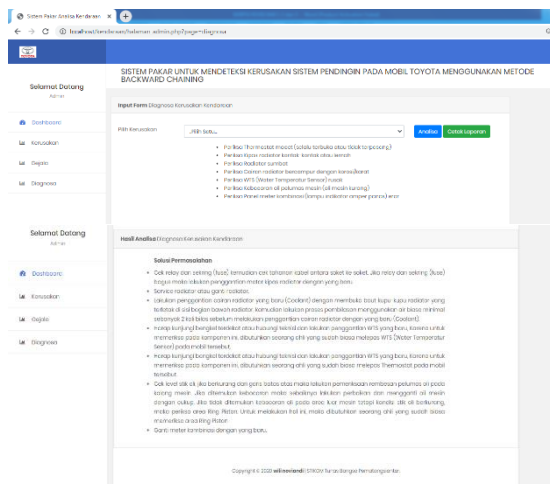
Gambar 6. Form Kerusakan 01

Tampilan Form Kerusakan 02

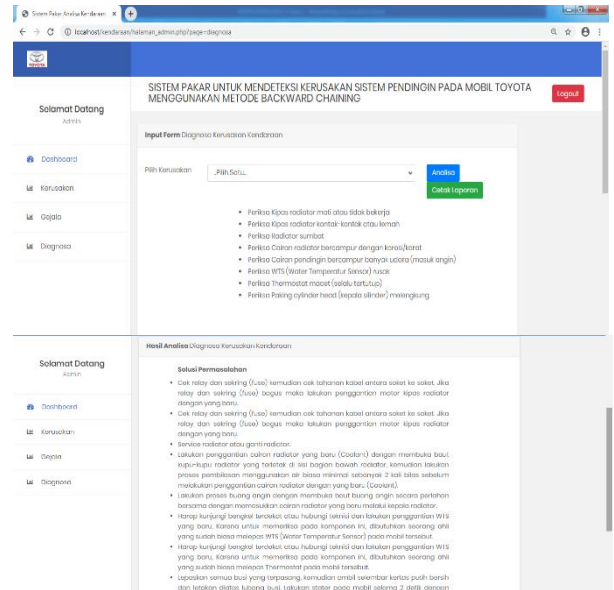
Form Kerusakan 02 dapat dijalankan dengan pilih Data Kerusakan 02, maka form Kerusakan 02 akan tampil. Tampilan form Kerusakan 02 dapat dilihat pada gambar 4.7. dan hasil solusi Permasalahan. Tampilan form Kerusakan 02 merupakan tampilan setelah user masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh user.



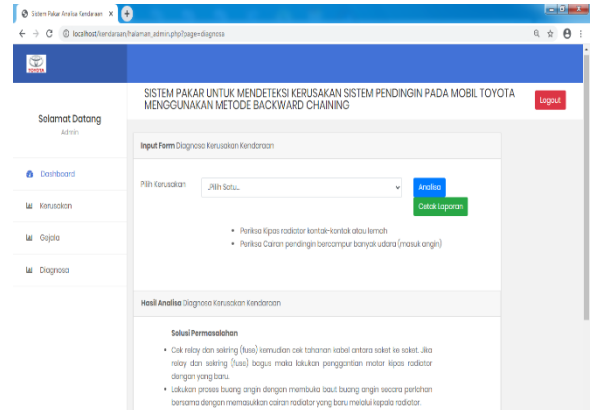
Gambar 7. Form Kerusakan 02
Tampilan Form Kerusakan 03
 Form Kerusakan 03 dapat dijalankan dengan pilih Data Kerusakan 03, maka form Kerusakan 03 akan tampil. Tampilan form Kerusakan 03 dapat dilihat pada gambar 8. dan hasil solusi Permasalahan. Tampilan form Kerusakan 03 merupakan tampilan setelah user masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh user.



Gambar 8. Form Kerusakan 03
Tampilan Form Kerusakan 04
 Form Kerusakan 04 dapat dijalankan dengan pilih Data Kerusakan 04, maka form Kerusakan 04 akan tampil. Tampilan form Kerusakan 04 dapat dilihat pada gambar 9. dan hasil solusi Permasalahan. Tampilan form Kerusakan 04 merupakan tampilan setelah user masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh user.

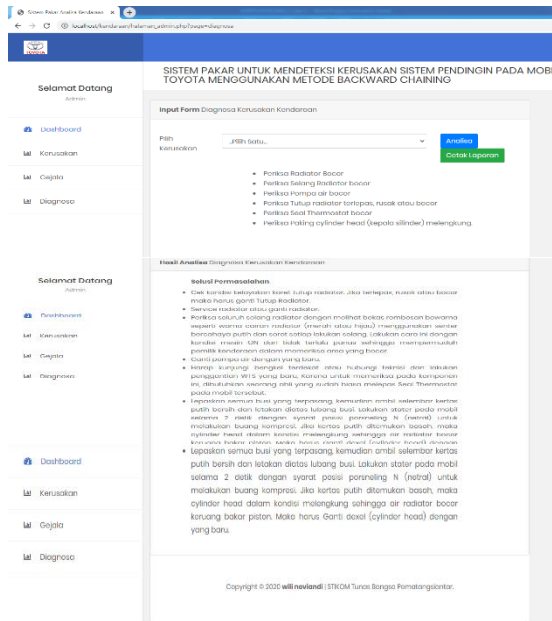


Gambar 9. Form Kerusakan 04
Tampilan Form Kerusakan 05
 Form Kerusakan 05 dapat dijalankan dengan pilih Data Kerusakan 05, maka form Kerusakan 05 akan tampil. Tampilan form Kerusakan 05 dapat dilihat pada gambar 10. dan hasil solusi Permasalahan. Tampilan form Kerusakan 05 merupakan tampilan setelah user masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh user.



Gambar 10. Form Kerusakan 05
Tampilan Form Kerusakan 06
 Form Kerusakan 06 dapat dijalankan dengan pilih Data Kerusakan 06, maka form Kerusakan 06 akan tampil. Tampilan form Kerusakan 06 dapat dilihat4 pada gambar 11. dan hasil solusi Permasalahan. Tampilan form Kerusakan 06 merupakan tampilan

setelah *user* masuk kesistem, kemudian ada beberapa pilihan yang dapat dipilih oleh *user*.



Gambar 11. Form Kerusakan 06

SIMPULAN DAN SARAN

Disini penulis dapat menyimpulkan tentang sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan sistem pendingin pada mobil Toyota dengan menggunakan metode *Backward Chaining* yaitu Sistem pakar untuk mendiagnosis kerusakan sistem pendingin pada mobil Toyota ini telah mampu memberikan informasi kepada pengguna mengenai jenis kerusakan yang terindikasi berdasarkan gejala-gejala yang diberikan dan sistem pakar ini dapat menampilkan hasil diagnosa yang disertai dengan solusi dari kerusakan serta penelusuran dari gejala-gejala kerusakan yang terjadi dan Saran yang dapat diberikan penulis yaitu untuk pengembangan lebih lanjut terhadap aplikasi sistem pakar yang telah dibangun. Adanya pengembangan dalam sistem untuk mendiagnosis kerusakan yang disebabkan oleh faktor selain sistem pendingin pada mobil Toyota. Perlunya penambahan data untuk jenis kerusakan beserta gejala dan solusinya sehingga informasi yang dimiliki akan semakin luas. Sistem ini

diharapkan dapat diaplikasikan ke dalam sistem *online* agar dikenal luas oleh pengguna melalui jaringan internet. Menambahkan pengetahuan yang lebih lengkap dari pakar yang berbeda. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dengan melakukan percobaan-percobaan menggunakan banyak kombinasi data kerusakan sehingga dapat menjadi perbandingan dalam penentuan jenis kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Medi Triawan (2018). Penerapan Metode *Forward Chaining* Dalam Sistem Pakar Diagnosa Komputer" *Jurnal Informatika*, [VOL 7 NO 1 \(2018\): JULI](#)

[2] Anggia Dasa Putri (2019). Sistem Pakar Mendeteksi Tindak Pidana *Cybercrime* Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis Web Di Kota Batam. *Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains dan Pendidikan Informatika* V3.i2(197-210).

[3] Siswanto (2010). *Kecerdasan Tiruan*, Edisi Kedua. Yogyakarta : Graha Ilmu.

[4] Aghy Gilar Pratama, dkk. (2020). Implementasi Metode *Backward Chaining* untuk Diagnosa Kerusakan Motor Matic Injection, *Explore : Jurnal Sistem Informasi dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia dan Informatika)* Vol.11 no.2|Desember 2020.

[5] Syahputra S, dkk. 2018. Sistem Pakar Deteksi dan Penanganan Kerusakan Pada Mesin Mobil dengan Metode *Backward Chaining*, Medan: Khusnul Hair.

[6] Musa, dkk (2019). Analisa Gangguan Sistem Pendingin Pada Mesin Avanza 1300 CC, *SURYA TEKNIKA*, 2019 Vol. 4 No. 1.

- [7] Dadang (2012). *Energi Pembakaran Untuk Pendingin*. Bandung : ITB
- [8] N. L. H. Saragih, H. Maksun (2017). Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Efektifitas Radiator Pada Engine Diesel. *Automotive Enginnering Education Journal*, Vol.2, No.2.
- [9] D. R. Ariga, M. Martias, and T. Sugiarto (2015). Perbandingan Penggunaan Adiftif pada Sistem Pendinginan Air Terhadap Tingkat Panas Mesin Mobil Toyota Avanza 1,3 GM/T. *Automotive Enginnering Education Journal*, Vol.1, No.2.
- [10]. D. A. D. Hersandi and I. Arsana (2018). Pengaruh Jenis Fluida Pendingin terhadap Kapasitas Radiator pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300 cc. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, Vol. 06, No. 03, pp, 41-52.
- [11] W. Lestari (2017). Analisa Pengaruh Sistem Pendingin terhadap Mesin Bensin Xenia Type XI 1300 cc 4 Silinder 16 Valve 9K3-De DOHC). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, Vol. 2, no. 1, pp 52-60.