

Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Sepeda Motor dengan Metode *Forward Chaining*

Douglas Alfredo^{#1}, Tjatur Kandaga Gautama^{#2}

[#]Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri no 65 Bandung

¹dkophat@gmail.com

²tjatur.kandaga@it.maranatha.edu

Abstract — Automatic motorcycle has gain a lot of popularity in recent years. Motorcycle users usually didn't understand technical issues about their vehicle. The purpose of this research is to build a website that could help motorcycle users to detect damage on their motorcycle. The website employs expert system with forward chaining method. Current knowledge base focused on automatic motorcycle machine failure, but can be expanded or changed to another more broad domain context. Users can get insight of what caused the damage and how to fix it.

Keywords— damage detection, motorcycle, forward chaining.

I. PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang banyak diminati karena memiliki berbagai keunggulan. Bentuknya yang cukup kecil memudahkan ketika digunakan di daerah perkotaan yang umumnya memiliki tingkat kemacetan yang tinggi. Harganya cukup terjangkau, dan dapat dimiliki dengan cara kredit dengan uang muka yang cukup terjangkau.

Sebagian besar pengguna sepeda motor tidak mengetahui detail cara kerja dan hal-hal teknis pada sepeda motor, mereka hanya mengetahui cara mengoperasikannya saja, sehingga semua urusan perbaikan diserahkan kepada bengkel. Keahlian dan pengalaman teknisi di bengkel sepeda motor juga umumnya bervariasi, dan teknisi yang benar-benar sudah ahli biasanya hanya sedikit.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah *website* yang dapat membantu mendeteksi penyebab gangguan pada sepeda motor *automatic* dan memberitahukan cara menanganinya. *Website* akan mengimplementasikan sistem pakar (*expert system*) dengan metoda *forward chaining* dan *backward chaining*.

Website yang dibangun akan dapat digunakan oleh pengguna sepeda motor dan oleh teknisi junior. Manfaat yang akan dapat diperoleh antara lain:

- Untuk kerusakan yang sifatnya ringan, maka pengguna akan dapat memperbaiki sendiri

kendaraannya.

- Pengguna akan mendapat gambaran seberapa parah tingkat kerusakan sepeda motornya.
- Pengguna akan mendapat gambaran tingkat urgensi untuk perbaikan kendaraannya, apakah harus segera diperbaiki atau masih cukup aman untuk diperbaiki di lain waktu.
- Teknisi junior dapat mempergunakan website untuk menambah pengetahuannya dan memandu langkah pemeriksaan yang harus dilakukan seperti yang dilakukan oleh seorang pakar.
- Pengguna tidak akan mudah dibohongi oleh teknisi atau bengkel yang nakal yang melebih-lebihkan kerusakan pada sepeda motornya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komponen Sepeda Motor

Sepeda motor terdiri dari beberapa kelompok komponen dasar, yaitu:

1. Sistem permesinan
2. Sistem kelistrikan
3. Sistem rangka (*chassis*)

Sistem permesinan terdiri dari sistem tenaga mesin dan sistem transmisi penggerak. Sistem tenaga mesin merupakan sumber tenaga penggerak untuk kendaraan, yang terdiri dari bagian mesin, sistem bahan bakar, sistem pelumasan, sistem pembuangan (sisa pembakaran), dan sistem pendinginan. Sistem transmisi penggerak merupakan rangkaian penyalur tenaga mesin ke roda belakang yang terdiri dari mekanisme kopling, mekanisme roda gigi (*gear*), dan rantai atau belt penghubung.

Sistem kelistrikan berfungsi untuk mensuplai semua kebutuhan tenaga listrik pada sepeda motor yang terdiri dari kelompok pengapian, kelompok pengisian baterai, dan kelompok beban (pengguna listrik) seperti lampu dll.

Sistem rangka berfungsi sebagai penunjang dimana semua komponen lain ditautkan dan menentukan bentuk dasar sepeda motor. Sistem rangka terdiri dari kelompok

komponen rangka, sistem kemudi, sistem suspensi, sistem rem, kelompok roda, tanki bahan bakar, tempat duduk dan *fender*. [1]

Rangka harus mampu menempatkan dan menopang mesin, transmisi, suspensi, kelistrikan dan komponen-komponen lain. Tipe-tipe rangka antara lain: [2]

- Rangka bak (*cradle frame*)
- Rangka tipe trellis (terali)
- Rangka tipe balok penyeimbang (*beam*)
- Rangka tipe spine

Secara umum tipe sistem pengapian pada sepeda motor dibagi menjadi: [3]

- Sistem pengapian konvensional (menggunakan *contact breaker* / platina)
 - Sistem pengapian dengan magnet (*flywheel generator* / *magneto ignition system*)
 - Sistem pengapian dengan baterai (*battery and coil ignition system*)
- Sistem pengapian electronic (electronic ignition system)
 - Sistem pengapian *Semi-Transistor* (dengan platina)
 - Sistem pengapian *Full Transistor* (tanpa platina)
 - Sistem pengapian CDI (*capacitor discharge ignition*)

Setiap motor bakar memerlukan pendinginan supaya mesin dapat tetap bekerja pada suhu optimal. Secara umum sistem pendinginan berfungsi sebagai berikut: [2]

- Mencegah terbakarnya lapisan pelumas pada dinding silinder.
- Meningkatkan efisiensi / daya guna mesin.
- Mengurangi panas pada bagian-bagian: silinder, torak, cincin torak dan katup-katup.

B. Sepeda Motor Automatic

Transmisi otomatis atau dikenal dengan sebutan *Continuous Variable Transmission* (CVT) telah lama digunakan di dunia otomotif termasuk sepeda motor. Penggunaan komponen CVT asalnya dari paten DAF Belanda yang saat ini dasar teknologinya telah melewati masa perlindungan paten. Di tanah air, penggunaan transmisi otomatis pada sepeda motor telah dimulai pada tahun 1980-an. Pada tahun 1984, pabrikan asal Taiwan memasukan skutik Adly. Skutik asal Taiwan tersebut merupakan sepeda motor pertama bertransmisi CVT dengan mesin 2-tak berkapasitas 50 cc. Namun, masyarakat saat itu belum mengerti teknologi CVT. Produk ini dianggap terlalu maju di Era itu, terlebih lagi jaringan penjualan dan kesediaan suku cadangnya tidak merata. Terbukti sambutan masyarakat terhadap kehadiran sepeda motor Adly tidak begitu sukses. Tahun 1992 Piaggio coba menawarkan kembali skuter bertransmisi CVT dengan merek Corsa. Penjualan Corsa ternyata tidak menggembirakan hingga akhirnya dihentikan produksinya pada tahun 1998. Selain modelnya yang dianggap ketinggalan dibandingkan dengan

sepeda motor Jepang, sepeda motor ini tidak diminati karena masyarakat belum siap menerima produk sepeda motor bertransmisi CVT. Kultur masyarakat Indonesia yang cenderung konservatif dalam menerapkan teknologi baru menjadikan penggemar skuter matic lebih sedikit dibandingkan dengan sepeda motor tipe bebek. Selain itu, desain dan model yang kurang mencerminkan kebutuhan masyarakat dan kurangnya promosi menjadi penyebab kurang lakunya sepeda motor tipe matic dipasaran.

Setelah Piaggio, produsen Kymco mencoba membuka pasar skuter dengan produk bernama Trend pada tahun 2000. Mesin 4-tak berkapasitas 125 cc dan tampilan futuristik dijadikan andalan sebagai pemikat. Dari sinilah konsumen mulai melirik sepeda motor bertransmisi CVT dan meledak ketika Yamaha Mio muncul pada tahun 2004. Anggapan dahulu bahwa sepeda motor matic sulit perawatan dan suku cadang tak lagi ditakuti, terkalahkan oleh segi kepraktisan yang ditawarkan. Apalagi jalan-jalan di kota besar sekarang semakin padat dan cukup merepotkan jika menggunakan motor bertransmisi manual. Perkembangan teknologi yang cukup pesat, model yang mengikuti selera pasar, dan adanya perubahan dalam gaya berkendara menjadi pemicu untuk menggunakan sepeda motor matic. [4]

C. Kerusakan pada Motor Automatic

Berikut adalah daftar masalah yang kerap terjadi pada motor matik dan bagaimana cara mengatasinya: [5]

1. Tarikan gas motor yang berat
Hampir 80 persen performa motor matik bergantung pada tarikan gas. Tarikan motor yang berat karena filter udara yang menjadi penyaring udara masuk ke dalam ruang bakar kotor. Filter yang kotor bisa disebabkan oleh partikel kotoran dan debu. Motor matik menggunakan filter udara jenis basah sehingga filter udara itu tidak bisa dibersihkan tetapi dan harus langsung diganti.
2. Mati mendadak
Salah satu penyebab motor matik mendadak mati karena setelan klep yang terlalu rapat. Bila celah terlalu rapat, mesin akan cepat panas dan akselerasi yang kurang membuat motor matik mati mendadak. Bawalah motor ke bengkel untuk di-setting klepnya sesuai standar setting untuk motor tersebut.
3. Mesin terlalu panas
Mesin yang terlalu panas juga bisa menyebabkan motor matik rusak dan mogok. Hal itu disebabkan oleh sirkulasi oli di dalam mesin yang tersumbat dan membuat ring piston menjadi kering sehingga motor akan mendadak mati. Suhu panas itu muncul dari sistem pembakaran atau dari gesekan-gesekan yang terjadi antara piston dan liner boring. Kemudian pelumas tidak mampu meredam suhu panas sehingga piston memuai dan macet pada liner boring. Karena itu, pelumas mesin harus segera diganti dengan yang baru sehingga dapat melumasi piston yang tersumbat.

4. Gas tidak berfungsi
Terkadang, motor matik tidak menyala walaupun sudah ditarik tuas gasnya. Hal itu disebabkan oleh lubang kecil pada tutup tangki yang berfungsi sebagai ventilator tersumbat. Sumbatan itu membuat sirkulasi udara jadi hilang dan bahan bakar tidak turun atau tidak mengalir. Untuk mengatasi masalah tersebut, pastikan lubang ventilator tutup tangki bersih dan tidak tersumbat.
5. Rem kurang mencengkram
Tuas rem terasa keras dan pengereman kurang mencengkram ketika tuas rem ditekan dengan keras. Solusinya kanvas rem harus segera diganti dengan yang baru sehingga lebih mencengkram.

D. Sistem Pakar

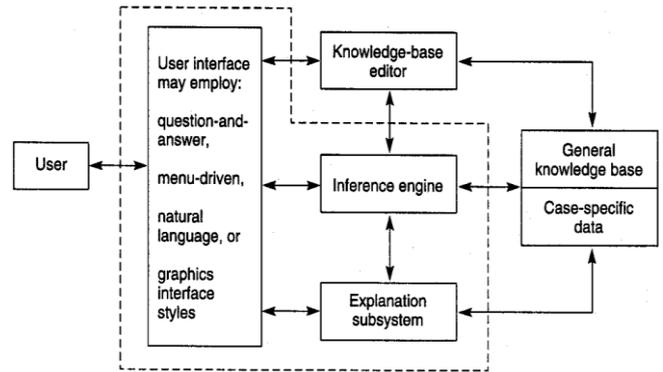
Sebuah sistem pakar menggunakan pengetahuan spesifik pada domain tertentu untuk menyediakan kemampuan penyelesaian masalah dengan level kualitas seorang pakar.

Solusi dari sebuah sistem pakar harus terbuka untuk diperiksa. Setiap keputusan yang diambil dalam proses pencarian solusi harus dapat dievaluasi, supaya kebenarannya dapat diperiksa dan kebutuhan untuk penambahan informasi atau aturan baru untuk meningkatkan kemampuannya dapat diidentifikasi.

Kategori permasalahan yang secara umum dapat diselesaikan dengan menggunakan sistem pakar:

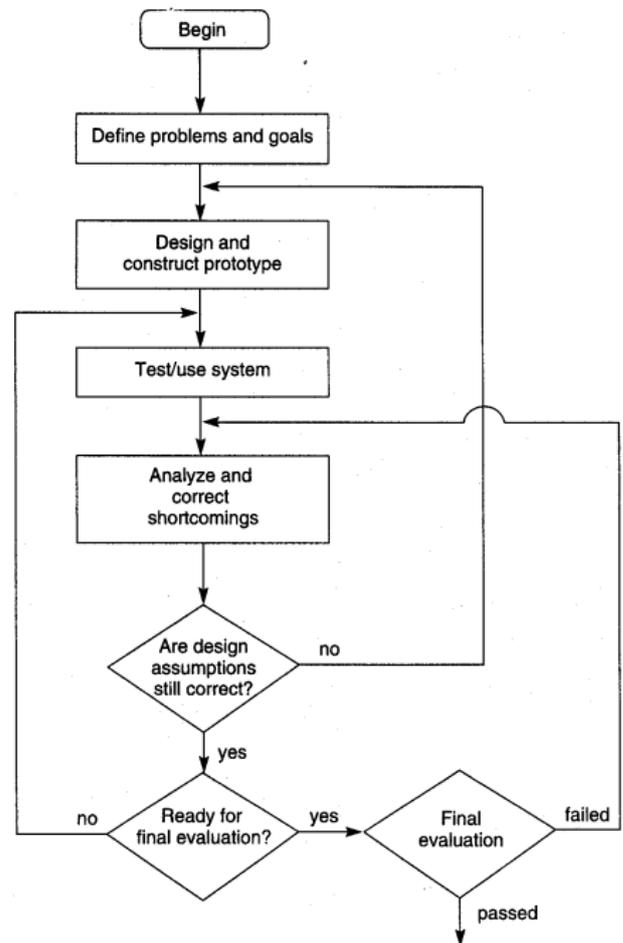
1. Interpretasi: penarikan kesimpulan atau penjelasan dari sekumpulan data mentah.
2. Prediksi: memproyeksikan kemungkinan konsekuensi dari sebuah situasi tertentu.
3. Diagnosis: menentukan penyebab kesalahan dari sebuah situasi yang kompleks berdasarkan gejala-gejala yang dapat dilihat / dirasakan.
4. Desain: mencari konfigurasi yang tepat dari komponen-komponen sistem yang memenuhi tujuan unjuk kerja dengan tetap mematuhi batasan-batasan desain.
5. Perencanaan: menentukan urutan aksi yang akan dapat mencapai sekumpulan tujuan dengan kondisi awal tertentu dan batasan-batasan eksekusinya.
6. Pemantauan: membandingkan perilaku sistem terhadap perilaku yang diharapkan.
7. Instruksi: mendeteksi dan memperbaiki kekurangan dalam pengertian pelajar pada subjek domain tertentu.
8. Kontrol: pengaturan perilaku pada sebuah lingkungan yang kompleks.

Bagian-bagian penting dari sebuah sistem pakar berbasis aturan dapat dilihat pada gambar 1.



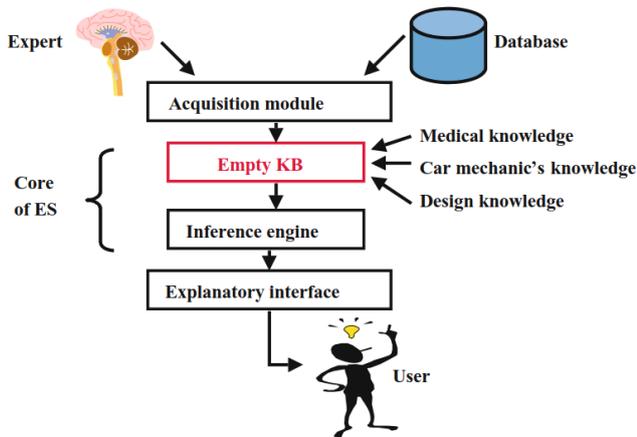
Gambar 1. Arsitektur umum dari sebuah sistem pakar [6]

Siklus tahapan pengembangan sistem pakar dapat dilihat pada gambar 2. [6]



Gambar 2. Tahapan pengembangan sistem pakar [6]

Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam membangun sebuah sistem pakar dapat dilihat pada gambar 3.

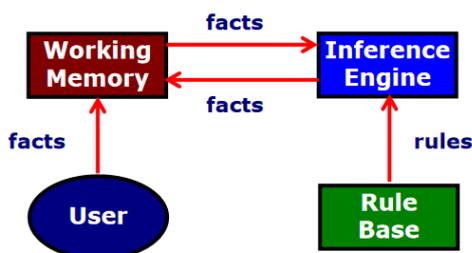


Gambar 3. Komponen-komponen untuk pembangunan sistem pakar [7]

Sebagian besar sistem pakar memperoleh data jawaban dari pengguna manusia sesuai konteksnya, dimana pertanyaan berikutnya yang akan ditanyakan bergantung kepada jawaban dari pertanyaan sebelumnya. Model sistem pakar lain, seperti pada *monitoring* dapat juga memperoleh data secara otomatis, dimana program terhubung secara *real-time* kepada sumber datanya. [8]

E. Metode Inferensi Forward Chaining

Pada inferensi dengan metode *forward chaining* penelusuran akan dimulai dari anteseden yaitu permasalahan yang dihadapi. Pemrosesan akan merupakan serangkaian konsekuensi berupa irisan permasalahan dengan penyebab dan perbaikannya [9]. Metode inferensi *forward chaining* disebut juga *data driven*, dimulai dengan fakta-fakta dan menelusuri aturan-aturan yang sesuai sampai diperoleh kesimpulan. Model dari sistem *forward chaining* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Model sistem *forward chaining* [10]

Fakta-fakta disimpan dalam memori kerja. Aturan-aturan berupa pasangan kondisi-aksi menunjukkan aksi yang akan dilakukan ketika fakta tertentu muncul dalam

memori kerja. Aksi biasanya termasuk penambahan dan penghapusan fakta dari memori kerja [10].

Algoritma umum dari metode *forward chaining* adalah sebagai berikut [10]:

Ulangi

- * Kumpulkan aturan yang kondisinya sesuai dengan fakta yang ada didalam memori kerja
- * Lakukan aksi sesuai aturan tersebut (menambahkan / menghapus fakta di memori kerja)

Sampai masalah terselesaikan atau tidak ada lagi kondisi yang sesuai

III. ANALISIS DAN DESAIN

Pengembangan sebuah sistem pakar dikenal dengan siklus yang bernama *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) [11]. Adapun tahapan yang ada akan dibahas dalam tahap-tahap berikut ini.

A. Identifikasi dan Analisa Masalah

Pada dasarnya semua kendaraan, terutama sepeda motor mempunyai komponen-komponen yang masing-masing komponen tersebut memiliki masa operasional tersendiri. Jika masa operasional dari suatu komponen tersebut berakhir, maka komponen tersebut harus segera diganti agar tidak mengganggu kinerja sepeda motor tersebut. Masa operasional komponen yang ada sebenarnya memiliki estimasi yang sudah di tetapkan perusahaan pembuatnya, namun dalam kenyataannya hal tersebut tidaklah pasti, karena faktor yang berbeda-beda. Misalnya jika sepeda motor setiap hari digunakan dengan jarak tempuh yang panjang, maka umur komponen yang ada akan cepat menurun. Selain dari penggunaan, perawatan dan penggunaan kualitas bahan bakar pun dapat mempengaruhi masa dari kompoenen tersebut. Oleh karena itu, masa komponen sepeda motor yang ada dapat dikatakan memiliki masa yang relatif.

Dalam proses pendiagnosaan kerusakan sepeda motor, setiap bengkel pada dasarnya memiliki langkah pendiagnosaan yang umum. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat dalam skema diagram Gambar 5.

B. Akuisisi dan Representasi Pengetahuan

Dalam perancangan sistem pakar, terlebih dahulu dilakukan akuisisi pengetahuan pada seorang pakar. Pakar tersebut ialah mekanik sepeda motor. Akuisisi pengetahuan ini dilakukan dengan wawancara langsung pada pakar tersebut, wawancara ini mengenai kerusakan umum yang rentan terjadi. Data hasil dari wawancara yang telah didapat, dikemas dalam bentuk tabel. Tabel ini pun dikodekan agar sistem dapat membaca data dengan mudah. Tabel data disini dibagi dalam 4 tabel yang berbeda yaitu tabel gangguan (Tabel I), tabel gejala umum pada sepeda motor (Tabel II), tabel penyebab kerusakan pada sepeda motor (Tabel III) dan tabel solusi dari gejala yang ada (Tabel IV).

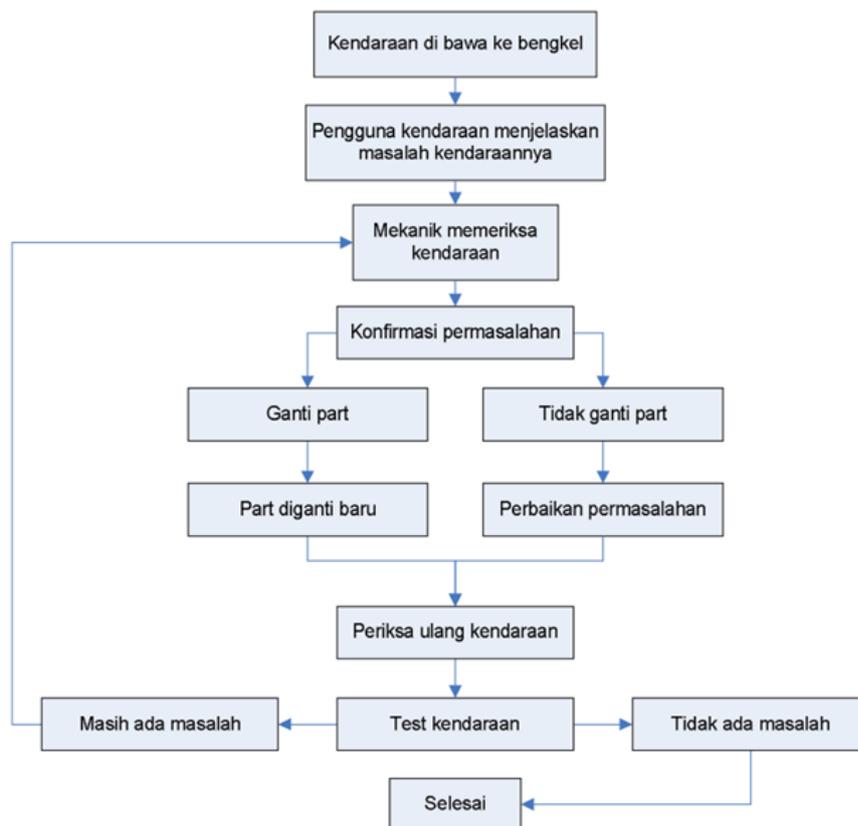
TABEL I
GANGGUAN

Kode	Gangguan
G001	Sistem CVT
G002	Sistem Starter
G003	Gigi Reduksi
G004	Sistem Karburator

TABEL II
GEJALA UMUM PADA SEPEDA MOTOR

Kode	Gejala
K001	Tarikan motor terasa berat pada awal jalan
K002	Motor tersendat-sendat pada awal jalan
K003	Ada Oli pada lubang drainase
K004	Bunyi klek-klek pada saat stationer
K005	Bunyi berdecit pada saat akselerasi
K006	Bunyi krak-krak pada saat akselerasi / stationer
K007	Bunyi klak-klak / cit-cit pada saat stationer

Kode	Gejala
K008	Bunyi krak pada waktu motor dinyalakan menggunakan stater / timbul pada saat dimatikan
K009	Bunyi krek-krek bersamaan dengan putaran mesin dan posisi stater manual tidak kembali
K010	Bunyi berdesis mirip suara hujan pada bagian belakang motor pada saat akselerasi
K011	Bunyi humming / bersiul pada saat akselerasi
K012	Bunyi klak pada saat akselerasi
K013	Motor susah dihidupkan
K014	Motor harus di choke
K015	Motor digas suaranya pincang
K016	Tenaga bawah lemah
K017	Motor tidak dapat tensioner (lambat)
K018	Motor selalu mati pada saat gas rendah
K019	Mesin overheating
K020	Asap knalpot berasap hitam tipis
K021	Motor mendengung / gas terlalu tinggi



Gambar 5. Skema prosedur pemeriksaan dibengkel

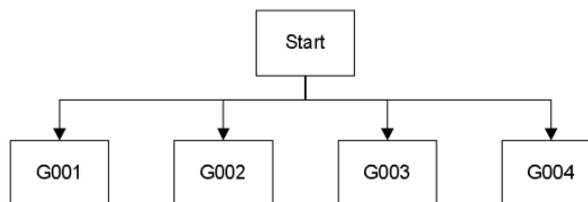
TABEL III
PENYEBAB KERUSAKAN SEPEDA MOTOR

Kode	Penyebab
P001	V-belt aus
P002	V-belt kotor
P003	Roller weight aus
P004	Pulley primer aus
P005	Pulley primer kotor
P006	Spring torsion lemah
P007	Pulley sekunder aus
P008	Permukaan torsi cam tidak rata
P009	Permukaan kampas kopling kotor
P010	Spring clutch carrier lemah
P011	Rumah kopling aus
P012	Rumah kopling kotor
P013	Oli seal crankhaft aus
P014	Gasket transmisi aus
P015	Oli seal drive axle bocor
P016	Pelumas pada pulley primer dan pulley sekunder tidak tepat
P017	Stopper / dumper clutch carrier aus
P018	Permukaan rumah kopling oval
P019	Plat luar pendingin rumah kopling terlepas
P020	Spring clutch stater macet
P021	Collar cluth stater aus
P022	Gigi motor stater aus
P023	Per oneway cluth aus
P024	Kancingan as kick stater aus / oblok
P025	Bearing primary drive gear aus / putaran tidak lancar
P026	Gigi reduksi aus
P027	Conical spring washer aus
P028	Pin pengunci / cir clip terlepas
P029	Bensin dalam mangkok karburator kurang banyak atau terlalu banyak
P030	Pilot jet atau main jet kotor/aus
P031	Klip jarum skep terlalu atas/bawah
P032	Baut stelan angin terlalu membuka/menutup
P033	Paking atau seal karburator bocor
P034	Baut karburator dol atau kurang kencang
P035	Vakum bocor/ aus/kotor
P036	Kabel gas aus/kotor
P037	Seal2 pada manifol aus
P038	Baut2 manifol aus/kotor
P039	Slongsong gas aus/kotor

TABEL IV
SOLUSI DARI GEJALA YANG ADA

Kode	Solusi
S001	Ganti Baru
S002	Bersihkan dengan v-belt cleaner
S003	Bersihkan dengan alkohol
S004	Amplas permukaan torsi cam hingga rata
S005	Bersihkan dengan bensin
S006	Kencangkan sesuai torsi pengencangan
S007	Keringkan dan beri oli sedikit
S008	Kencangkan
S009	Stel baut angin (1,5 putaran dari posisi kencang)
S010	Stel klip jarum skep atau ganjal dudukan jarum skep
S011	Stel pelampung
S012	Tambahkan oli
S013	Tidak ada kerusakan

Berdasarkan data dari tabel yang telah dibuat, maka dapat dibuat alur inferensi. Alur ini dibuat untuk mempermudah dalam pembuatan representasi pengetahuan. Alur ini dapat dilihat dari gambar 6. Gambar 7 menunjukkan alur inferensi penelusuran basis pengetahuan yang lengkap.

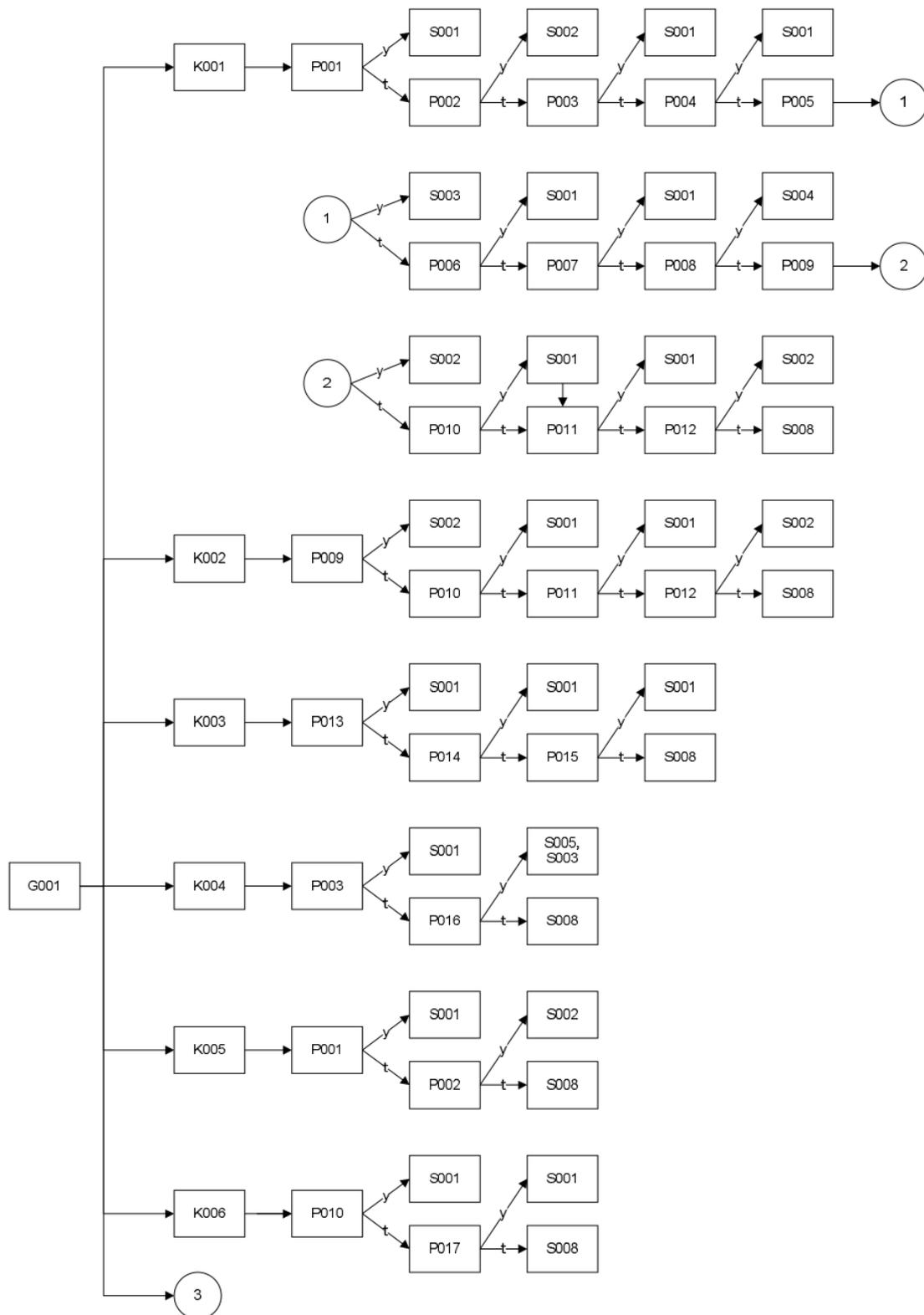


Gambar 6. Alur inferensi awal

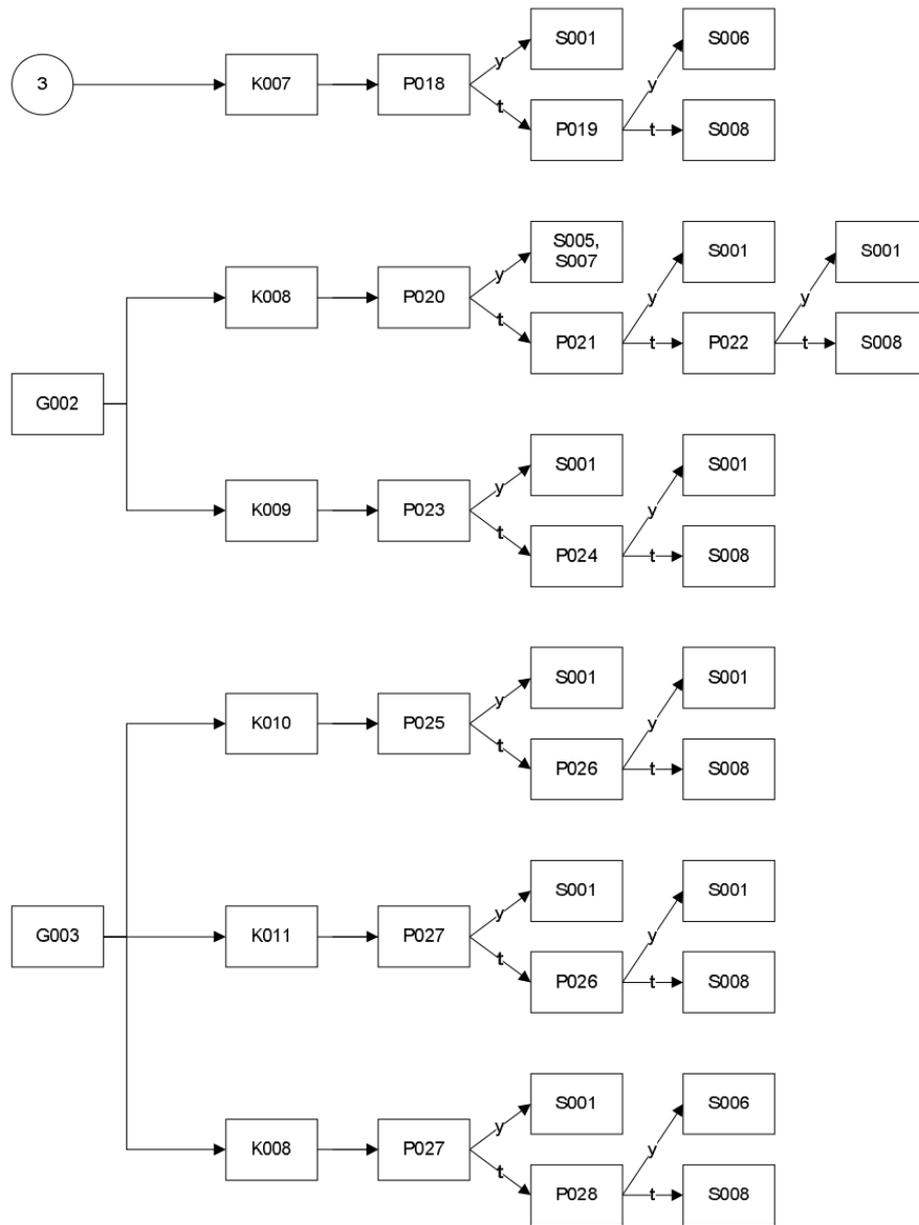
Sistem pakar dirancang berdasarkan pengetahuan yang berasal dari seorang pakar atau beberapa orang pakar serta ditambah referensi lain. Pengetahuan pakar yang satu dengan yang lain mungkin mempunyai perbedaan, walaupun perbedaan tersebut tidak terlalu besar, jika para pakar tersebut berasal dari bidang yang sama. Setiap pakar mempunyai cara atau metode tersendiri dalam menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi. Hal ini disebabkan karena pengalaman yang dimiliki setiap pakar berbeda.

Dari data akuisisi pengetahuan yang telah dibuat, maka implementasi representasi pengetahuan dapat disajikan berdasarkan kelompok gangguan yang terjadi seperti berikut:

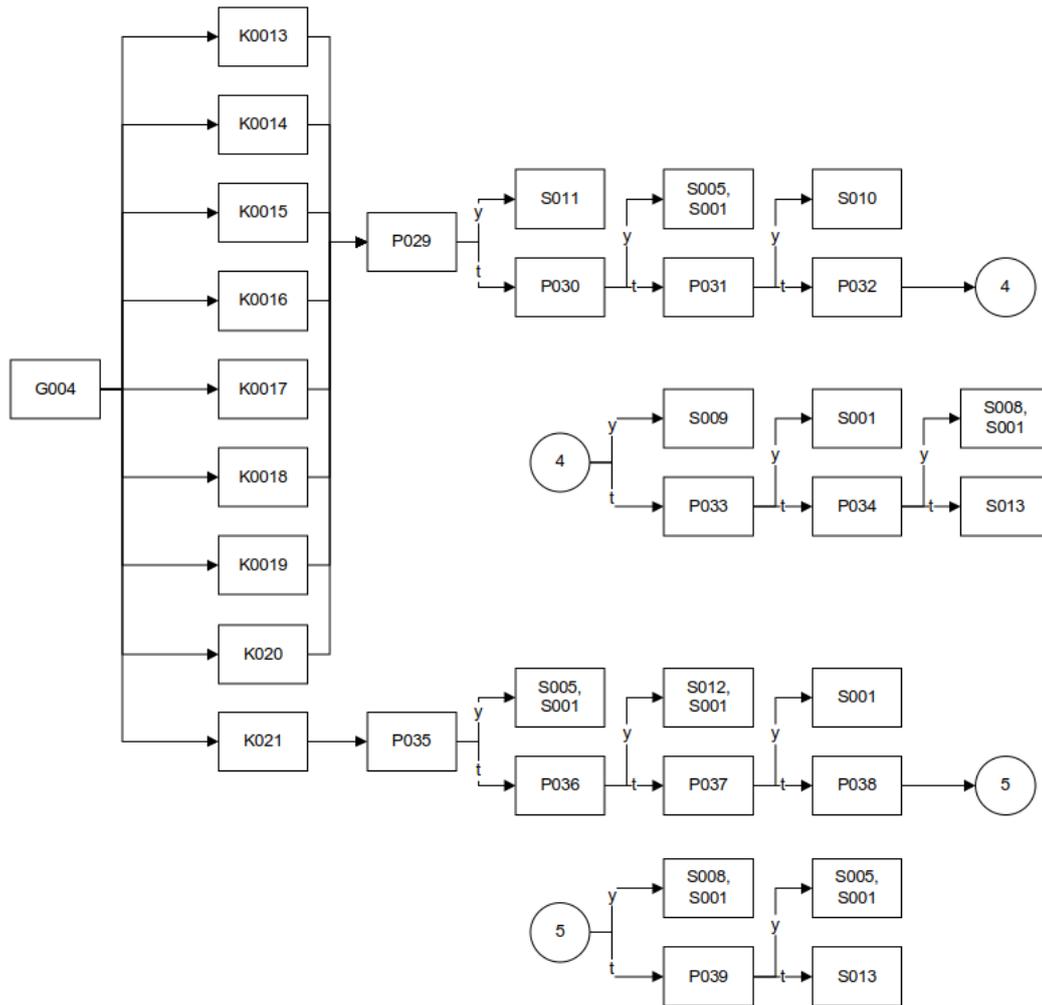
- Kelompok Rule 1. Gangguan Sistem CVT
- Kelompok Rule 2. Gangguan Sistem Starter
- Kelompok Rule 3. Gangguan Gigi Reduksi
- Kelompok Rule 4. Gangguan Sistem Karburator



Gambar 7. Alur inferensi lengkap (1)



Gambar 7. Alur inferensi lengkap (2)



Gambar 7. Alur inferensi lengkap (3)

Rule 1
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = tarikan motor terasa berat pada awal jalan
AND v-belt aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 2
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = tarikan motor terasa berat pada awal jalan
AND v-belt aus = tidak
THEN kondisi = 1

Rule 3
IF kondisi = 1
AND v-belt kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan v-belt cleaner

Rule 4
IF kondisi = 1
AND v-belt kotor = tidak
AND roller weight aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 5
IF kondisi = 1
AND v-belt kotor = tidak

AND roller weight aus = tidak
THEN kondisi = 2

Rule 6
IF kondisi = 2
AND pulley primer aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 7
IF kondisi = 2
AND pulley primer aus = tidak
AND pulley primer kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan alkohol

Rule 8
IF kondisi = 2
AND pulley primer aus = tidak
AND pulley primer kotor = tidak
THEN kondisi = 3

Rule 9
IF kondisi = 3
AND spring torsion lemah = ya
THEN solusi = ganti baru

Kelompok Rule 1. Gangguan Sistem CVT (1)

Rule 10
IF kondisi = 3
AND spring torsion lemah = tidak
AND pulley sekunder aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 11
IF kondisi = 3
AND spring torsion lemah = tidak
AND pulley sekunder aus = tidak
THEN kondisi = 4

Rule 12
IF kondisi = 4
AND permukaan torsi cam tidak rata = ya
THEN solusi = amplas permukaan torsi cam hingga rata

Rule 13
IF kondisi = 4
AND permukaan torsi cam tidak rata = tidak
AND permukaan kampas kopling kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan alkohol

Rule 14
IF kondisi = 4
AND permukaan torsi cam tidak rata = tidak
AND permukaan kampas kopling kotor = tidak
THEN kondisi = 5

Rule 15
IF kondisi = 5
AND spring clutch carrier lemah = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 16
IF kondisi = 5
AND spring clutch carrier lemah = tidak
AND rumah kopling aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 17
IF kondisi = 5
AND spring clutch carrier lemah = tidak
AND rumah kopling aus = tidak
THEN kondisi = 6

Rule 18
IF kondisi = 6
AND rumah kopling kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan alkohol

Rule 19
IF kondisi = 6
AND rumah kopling kotor = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 20
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = motor tersendat pada saat awal jalan
AND permukaan kampas kopling kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan alkohol

Rule 21
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = motor tersendat pada saat awal jalan
AND permukaan kampas kopling kotor = tidak
THEN kondisi = 7

Rule 22
IF kondisi = 7
AND spring clutch carrier lemah = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 23
IF kondisi = 7

AND spring clutch carrier lemah = tidak
AND rumah kopling aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 24
IF kondisi = 7
AND spring clutch carrier lemah = tidak
AND rumah kopling aus = tidak
THEN kondisi = 8

Rule 25
IF kondisi = 8
AND rumah kopling kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan alkohol

Rule 26
IF kondisi = 8
AND rumah kopling kotor = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 27
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = ada oli pada lubang drainase
AND oli seal crankhalf aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 28
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = ada oli pada lubang drainase
AND oli seal crankhalf aus = tidak
THEN kondisi = 9

Rule 29
IF kondisi = 9
AND gasket transmisi aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 30
IF kondisi = 9
AND gasket transmisi aus = tidak
AND oli seal drive axle bocor = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 31
IF kondisi = 9
AND gasket transmisi aus = tidak
AND oli seal drive axle bocor = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 32
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = buny klek-klek pada saat stationer
AND roller weight aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 33
IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = buny klek-klek pada saat stationer
AND roller weight aus = tidak
THEN kondisi = 10

Rule 34
IF kondisi = 10
AND pelumasan pada pulley primer dan pulley sekunder
tidak tepat = ya
THEN solusi = bersihkan dengan bensin, setelah itu bersihkan dengan alkohol

Rule 35
IF kondisi = 10
AND pelumasan pada pulley primer dan pulley sekunder tidak tepat =
tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 36

IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = bunyi berdecit pada saat akselerasi
AND v-blet aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 37

IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = bunyi berdecit pada saat akselerasi
AND v-blet aus = tidak
THEN kondisi = 11

Rule 38

IF kondisi = 11
AND v-belt ada oli / kotor / air = ya
THEN solusi = bersihkan dengan v-belt cleaner

Rule 39

IF kondisi = 11
AND v-belt ada oli / kotor / air = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 40

IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = bunyi krak-krak pada saat akselerasi / stationer
AND spring clutch carrier lemah = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 41

IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = bunyi krak-krak pada saat akselerasi / stationer
AND spring clutch carrier lemah = tidak
THEN solusi = kondisi 12

Rule 42

IF kondisi = 12
AND stopper / dumper clutch carrier aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 43

IF kondisi = 12
AND stopper / dumper clutch carrier aus = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 44

IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = bunyi klak-klak / cit-cit pada saat stationer
AND permukaan rumah kopling oval = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 45

IF gangguan = sistem cvt
AND gejala = bunyi klak-klak / cit-cit pada saat stationer
AND permukaan rumah kopling oval = tidak
THEN kondisi = 13

Rule 46

IF kondisi = 13
AND plat luar pendingin rumah kopling terlepas = ya
THEN solusi = kencangkan sesuai torsi pengencangan

Rule 47

IF kondisi = 13
AND plat luar pendingin rumah kopling terlepas = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Kelompok Rule 1. Gangguan Sistem CVT (2)

Rule 48

IF gangguan = sistem starter
AND gejala = bunyi krak pada waktu motor dinyalakan menggunakan stater / timbul pada saat dimatikan
AND spring clutch stater macet = ya
THEN solusi = bersihkan dengan bensin, kemudian keringkan dan beri oli sedikit

Rule 49

IF gangguan = sistem starter
AND gejala = bunyi krak pada waktu morot dinyalakan menggunakan stater / timbul pada saat dimatikan
AND spring clutch stater macet = tidak
THEN kondisi = 14

Rule 50

IF kondisi = 14
AND collar clutch stater aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 51

IF kondisi = 14
AND collar clutch stater aus = tidak
AND gigi motor stater aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 52

IF kondisi = 14
AND collar clutch stater aus = tidak
AND gigi motor stater aus = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 53

IF gangguan = sistem starter
AND gejala = bunyi krek-krek bersamaan dengan putaran mesin dan posisi stater manual tidak kembali
AND per one way clutch aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 54

IF gangguan = sistem starter
AND gejala = bunyi krek-krek bersamaan dengan putaran mesin dan posisi stater manual tidak kembali
AND per one way clutch aus = tidak
THEN kondisi = 15

Rule 55

IF kondisi = 15
AND kancingan as kick stater aus / oblok = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 56

IF kondisi = 15
AND kancingan as kick stater aus / oblok = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Kelompok Rule 2. Gangguan Sistem Starter

Rule 57

IF gangguan = sistem reduksi
AND gejala = Bunyi berdesis mirip suara hujan pada bagian belakang motor pada saat akselerasi
AND bearing primary drive gear aus / putaran tidak lancar = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 58

IF gangguan = sistem reduksi
AND gejala = Bunyi berdesis mirip suara hujan pada bagian belakang motor pada saat akselerasi
AND bearing primary drive gear aus / putaran tidak lancar = tidak
THEN kondisi = 16

Rule 59

IF kondisi = 16
AND gigi reduksi aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 60

IF kondisi = 16
AND gigi reduksi aus = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 61

IF gangguan = sistem reduksi
AND gejala = Bunyi humming / bersiul pada saat akselerasi

AND conical spring washer aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 62

IF gangguan = sistem reduksi
AND gejala = bunyi humming / bersiul pada saat akselerasi
AND conical spring washer aus = tidak
THEN kondisi = 17

Rule 63

IF kondisi = 17
AND gigi reduksi aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 64

IF kondisi = 17
AND gigi reduksi aus = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 65

IF gangguan = gigi reduksi
AND gejala = bunyi klak pada saat akselerasi
AND conical spring washer aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 66

IF gangguan = gigi reduksi
AND gejala = bunyi klak pada saat akselerasi
AND conical spring washer aus = tidak
THEN kondisi = 18

Rule 67

IF kondisi = 18
AND pin pengunci / cir clip terlepas = ya
THEN solusi = kencangkan sesuai torsi pengencangan

Rule 68

IF kondisi = 18
AND pin pengunci / cir clip terlepas = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Kelompok Rule 3. Gangguan Gigi Reduksi

Rule 69

IF gangguan = sistem karburator
AND gejala = motor sudah dihidupkan, motor harus di choke
motor digas suaranya pincang, tenaga bawah lemah,
motor tidak dapat tensioner (langsam),
motor selalu mati pada saat gas rendah, mesin overheating,
asap knalpot berasap hitam tipis
AND bensin dalam mangkok karburator kurang banyak
atau terlalu banyak = ya
THEN solusi = jika kurang banyak stel pelampung (pelampung terlalu
tinggi), jika terlalu banyak stel pelampung (pelampung terlalu rendah)

Rule 70

IF gangguan = sistem karburator
AND gejala = motor sudah dihidupkan
AND bensin dalam mangkok karburator kurang banyak atau
terlalu banyak = tidak
THEN kondisi = 19

Rule 71

IF kondisi = 19
AND pilot jet atau main jet kotor/aus = ya
THEN solusi = bersihkan dengan bensin, bila perlu ganti baru

Rule 72

IF kondisi = 19
AND pilot jet atau main jet kotor/aus = tidak
AND klip jarum skep terlalu atas/bawah = ya
THEN solusi = stel klip jarum skep atau ganjal dudukan jarum skep

Rule 73

IF kondisi = 19
AND pilot jet atau main jet kotor/aus = tidak

AND klip jarum skep terlalu atas/bawah = tidak
THEN kondisi = 2

Rule 74

IF kondisi = 20
AND baut stelan angin terlalu membuka/menutup = ya
THEN solusi = stel baut angin (1,5 putaran dari posisi kencang)

Rule 75

IF kondisi = 20
AND baut stelan angin terlalu membuka/menutup = tidak
AND paking atau seal karburator bocor = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 76

IF kondisi = 20
AND baut stelan angin terlalu membuka/menutup = tidak
AND paking atau seal karburator bocor = tidak
THEN kondisi = 21

Rule 77

IF kondisi = 21
AND baut karburator dol atau kurang kencang = ya
THEN solusi = kencangkan atau ganti baru

Rule 78

IF kondisi = 21
AND baut karburator dol atau kurang kencang = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Rule 79

IF gangguan = sistem karburator
AND gejala = motor mendengung/gas terlalu tinggi
AND vakum bocor/aus/kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan bensin, ganti baru

Rule 80

IF gangguan = sistem karburator
AND gejala = motor sudah dihidupkan
AND vakum bocor/aus/kotor = tidak
THEN kondisi = 22

Rule 81

IF kondisi = 22
AND kabel gas aus/kotor = ya
THEN solusi = tambahkan oli, ganti baru

Rule 82

IF kondisi = 22
AND kabel gas aus/kotor = tidak
AND seal2 pada manifold aus = ya
THEN solusi = ganti baru

Rule 83

IF kondisi = 22
AND kabel gas aus/kotor = tidak
AND seal2 pada manifold aus = tidak
THEN kondisi = 23

Rule 84

IF kondisi = 23
AND baut2 manifold aus/kotor = ya
THEN solusi = kencangkan, ganti baru

Rule 85

IF kondisi = 23
AND baut2 manifold aus/kotor = tidak
AND slongsong gas aus/kotor = ya
THEN solusi = bersihkan dengan bensin, ganti baru

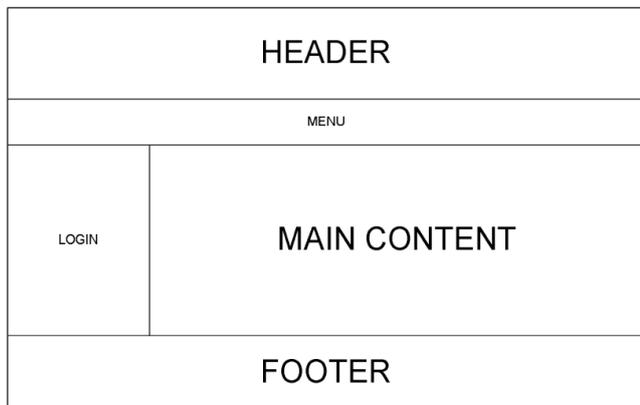
Rule 86

IF kondisi = 23
AND slongsong gas aus/kotor = tidak
THEN solusi = tidak ada kerusakan

Kelompok Rule 4. Gangguan Sistem Karburator

C. Pembangunan Prototype

Dari data akuisisi pengetahuan dan representasi pengetahuan yang telah didapat, tahap selanjutnya adalah membangun prototype. Prototype dari website sistem pakar, dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Prototype dari website sistem pakar

Pada sistem ini terdapat 5 bagian utama, yaitu:

- *Header*: terdapat gambar dan judul dari aplikasi
- *Menu*: *Home, About, Expert System, Galery, Help, Contact*
- *Login*: *input username dan password*
- *Main Content*: isi dari setiap menu yang ada
- *Footer*: terdapat tahun dan pembuat aplikasi

D. Verifikasi, Validasi, dan Testing

Verifikasi, validasi dan testing adalah proses dimana pengetahuan yang sudah di representasikan dan dibuat prototipenya di konfirmasi kembali kepada pakar.

Untuk konfirmasi, dilakukan wawancara ulang kepada pakar untuk memastikan kebenaran sistem dan realita yang ada dilapangan. Dari hasil wawancara ulang kepada dua orang pakar teknisi sepeda motor dihasilkan bahwa rancangan sistem yang dibuat telah sama dengan realita yang ada dilapangan.

E. Implementasi dan Integrasi

Rancangan sistem pakar yang sudah dibuat kemudian diimplementasikan kedalam 3 komponen utama yaitu *knowledge base, inference engine, dan working memory*.

Knowledge base yang sudah dirancang diimplementasikan menjadi beberapa buah tabel dalam basis data.

Inference engine berperan sebagai algoritma utama dalam proses eksekusi sistem pakar ketika digunakan. Garis besar dari algoritma *inference engine* adalah sebagai berikut:

```
Begin
  Ketemu = false
```

```
Aktifkan tabel gejala
Tampilkan Pertanyaan Pertama Dalam Field "Gejala"
Repeat
  If Input = "Ya" Then
    If Isi Field "Ya" = 0 Then
      Tampung = isi field "Solusi Ya"
      Aktifkan Tabel Kerusakan
      Repeat
        If Tampung = isi field "Kode kerusakan" Then
          Ketemu = true
          Tampilkan isi field "Kemungkinan Penyebab"
        Else
          Maju ke record berikutnya
        End if
      Until ketemu
    Else
      Maju kelamat record yang ditunjukan field "Ya"
      Tampilkan pertanyaan dalam field "gejala"
    End if
  Else if input = tidak then
    if isi field "Tidak" = 0 then
      Tampung = isi field "Solusi Tidak"
      Aktifkan Tabel Kerusakan
      Repeat
        If Tampung = isi field "Kode kerusakan" then
          Ketemu = true
          Tampilkan isi field "Kemungkinan Penyebab"
        Else
          Maju ke record berikutnya
        End if
      Until ketemu
    Else
      Maju ke alamat record ang ditunjukan field "Tidak"
      Tampilkan pertanyaan dalam field "Gejala"
    End if
  End if
Until ketemu
End
```

Working memory digunakan ketika pemrosesan dilakukan, dimana *inference engine* memproses respon dari pengguna dan mengolah rule dan fakta-fakta yang sesuai.

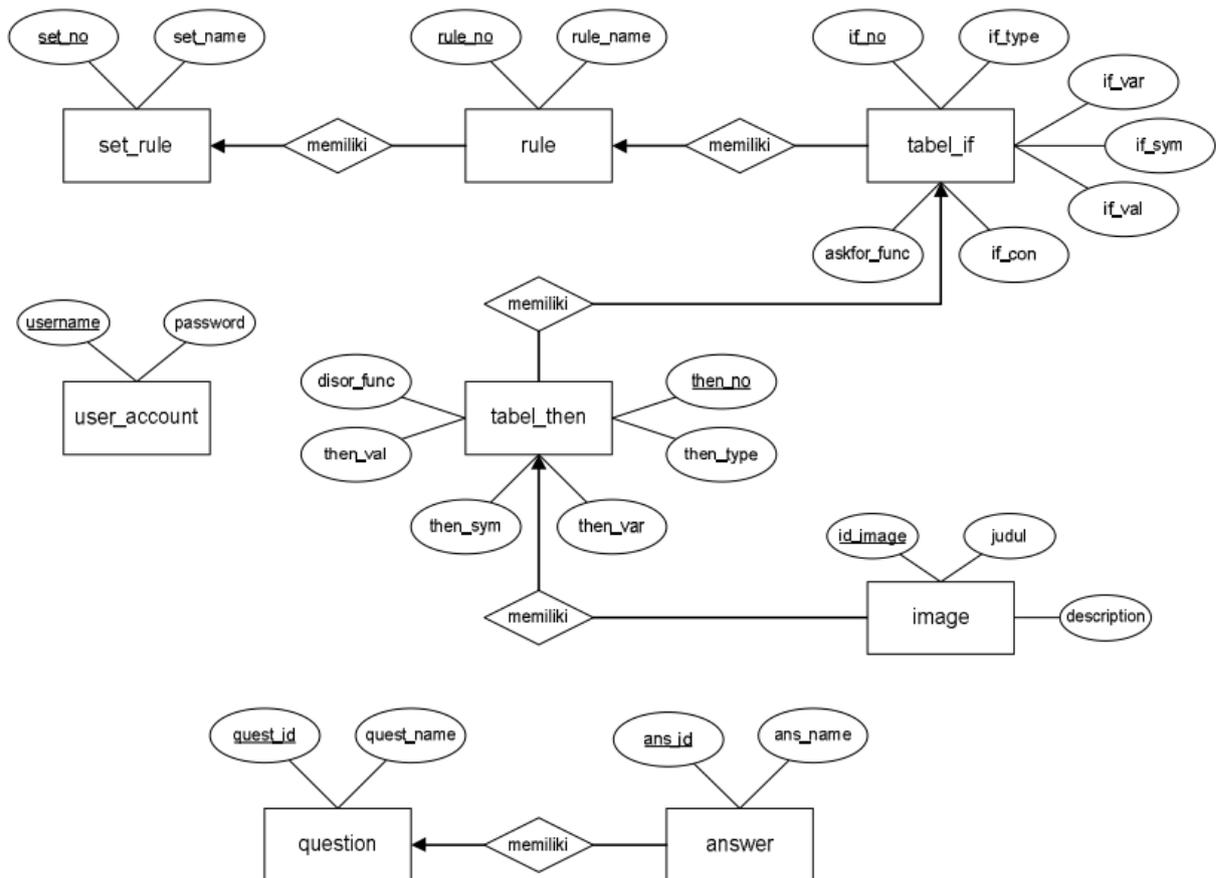
Entity Relationship Diagram yang menunjukkan gambaran keterhubungan data didalam website sistem pakar dapat dilihat pada gambar 9.

F. Maintenance

Pemeliharaan sistem dapat dilakukan oleh seorang pakar dengan mengupdate basis pengetahuan supaya dapat memproses lebih banyak lagi kasus permasalahan yang dialami pengguna.

IV. IMPLEMENTASI WEBSITE

Bagian ini berisi tampilan hasil implementasi website sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan sepeda motor automatic. Halaman beranda merupakan halaman utama dari sistem. Pada halaman ini terdapat penjelasan singkat mengenai aplikasi yang dibuat. Selain itu terdapat Login untuk administrator fitur Login di setiap halaman. Halaman Beranda dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 9. Entity Relationship Diagram website Sistem Pakar

Halaman sistem pakar merupakan halaman inti dari aplikasi. Terdapat dua tombol yang dapat di tekan tombol "Analisis" dan tombol "Diagnosis" (lihat gambar 11). Jika tombol "Analisis" ditekan, maka akan masuk kedalam halaman analisis yang bisa dilihat pada gambar 12. Fitur analisis menerapkan metode *forward chaining* dan fitur diagnosis dapat menerapkan metode *backward chaining*, atau dengan pencatatan jawaban selama proses analisis.



Gambar 10. Halaman beranda



Gambar 11. Halaman sistem pakar



Gambar 12. Halaman analisis



Gambar 13. Memilih gangguan

Pilihan gangguan pada gambar 13 merupakan titik awal (*root*) pada basis pengetahuan sehingga harus dipilih salah satu, kemudian tekan tombol analisis. Dilanjutkan dengan memilih gejala yang dirasakan (gambar 14) dan serangkaian tanya jawab (gambar 15), jawaban “yes” atau “no” akan membawa pengguna ke pertanyaan berikutnya yang berbeda sesuai dengan struktur basis pengetahuan.

Setelah serangkaian proses tanya jawab maka akan diperoleh kesimpulan yang menunjukkan bagian komponen

mana yang harus diperbaiki beserta gambarnya supaya memudahkan pengguna. Untuk kebutuhan verifikasi logis dari kesimpulan (fitur penjelasan) maka histori dari proses tanya jawab juga akan ditampilkan (gambar 16).

Jika tombol “Diagnosis” ditekan maka akan ditampilkan pilihan berbagai kerusakan komponen (gambar 17). Setelah dipilih akan menampilkan berbagai gejala yang bisa diakibatkan oleh kerusakan komponen tersebut (gambar 18).



Gambar 14. Memilih gejala



Gambar 15. Halaman tanya jawab



Gambar 16. Halaman kesimpulan

Untuk membantu pengguna mengenali berbagai komponen sepeda motor disediakan juga halaman galeri (gambar 19).

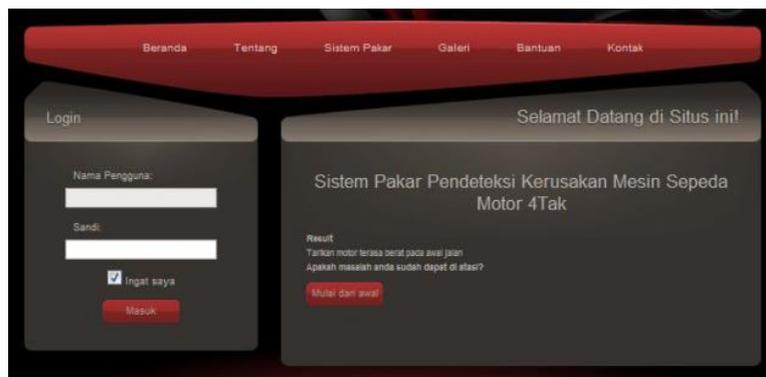
Administrator dan pakar dapat masuk ke halaman admin dengan melakukan login terlebih dahulu. Setelah login terdapat menu Aturan, Pertanyaan, Gambar dan

Administrator. Pada semua halaman admin dapat dilakukan pencarian.

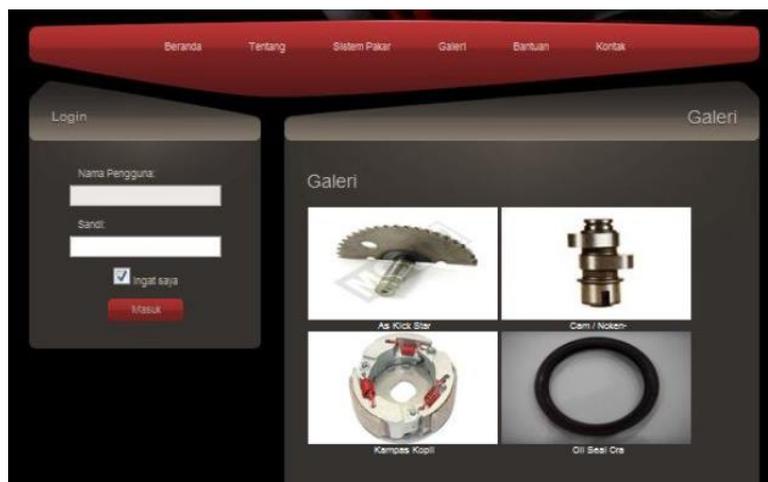
Pengelolaan aturan, pertanyaan, gambar dan administrasi user yang dapat dilakukan yaitu tambah, ubah, hapus, pilih semua, hilangkan semua pilihan (*deselect all*) dan *refresh* (gambar 20, 21 dan 22).



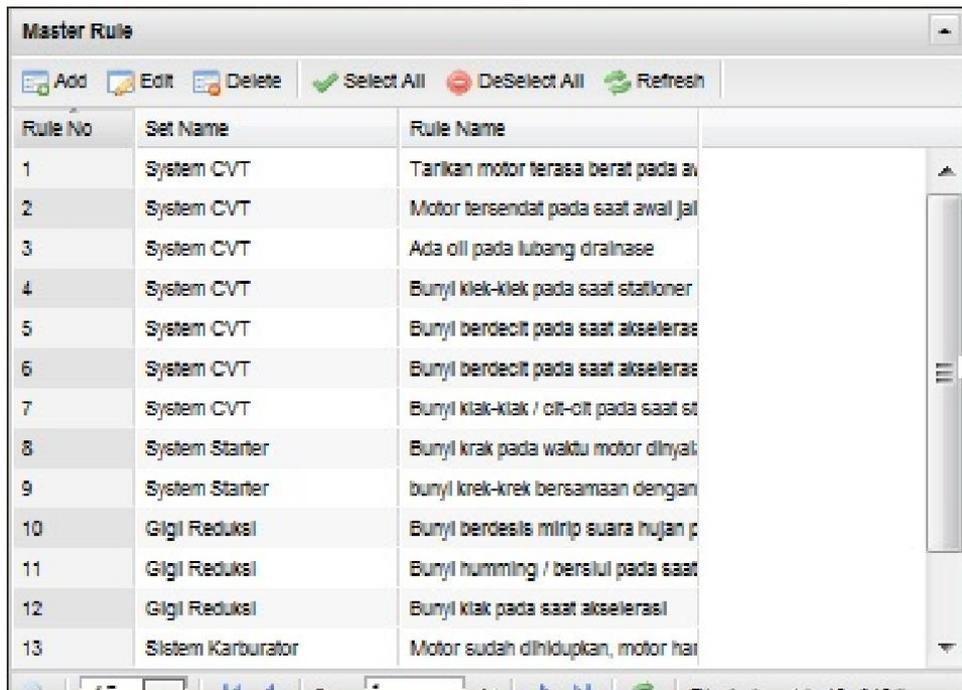
Gambar 17. Halaman diagnosis



Gambar 18. Gejala diagnosis



Gambar 19. Halaman galeri



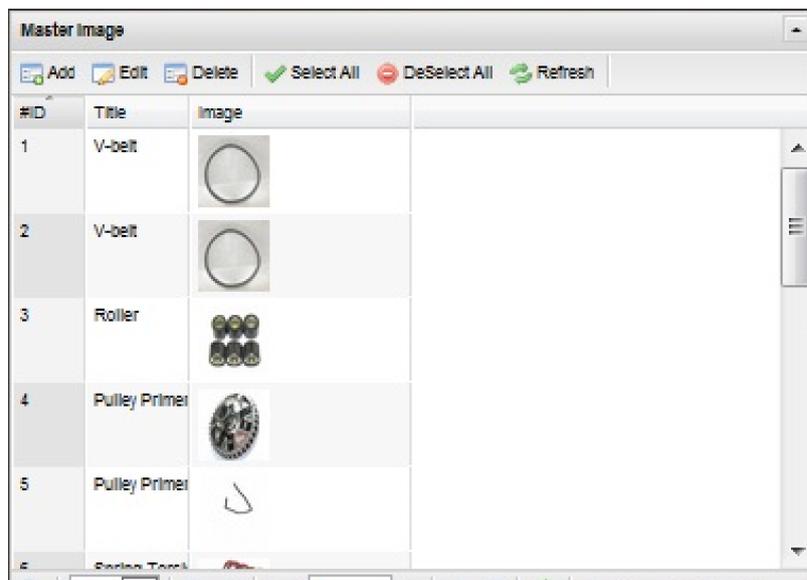
Rule No	Set Name	Rule Name
1	System CVT	Tarikan motor terasa berat pada av
2	System CVT	Motor tersendat pada saat awal jal
3	System CVT	Ada oli pada lubang drainase
4	System CVT	Bunyi klek-klek pada saat stationer
5	System CVT	Bunyi berdecit pada saat akseleras
6	System CVT	Bunyi berdecit pada saat akseleras
7	System CVT	Bunyi klak-klak / oit-oit pada saat st
8	System Starter	Bunyi krak pada waktu motor dinyak
9	System Starter	bunyi krek-krek bersamaan dengan
10	Gigi Reduksi	Bunyi berdesis mirip suara hujan p
11	Gigi Reduksi	Bunyi humming / bersiul pada saat
12	Gigi Reduksi	Bunyi klak pada saat akselerasi
13	Sistem Karburator	Motor sudah dihidupkan, motor har

Gambar 20. Halaman admin aturan



ID	Question
1	Apakah Sistem Pakar itu?
2	Bagaimana cara analisis kerusakan?

Gambar 21. Halaman admin pertanyaan



#ID	Title	Image
1	V-belt	
2	V-belt	
3	Roller	
4	Pulley Primer	
5	Pulley Primer	

Gambar 22. Halaman admin gambar

V. KESIMPULAN

Sistem pakar yang diterapkan menjadi sebuah website pendeteksian kerusakan sepeda motor *automatic* dapat menolong pengguna untuk mengetahui kerusakan kendaraannya dan mendapat petunjuk singkat bagaimana memperbaikinya. Kualitas sebuah sistem pakar sangat bergantung kepada kualitas dari pengetahuan pakar yang dapat direpresentasikan kedalam basis pengetahuannya. Penelitian ini mengambil contoh kasus kerusakan pada sepeda motor *automatic*, tetapi kerangka aplikasi dan pemrosesannya cukup umum sehingga dapat digunakan atau diperluas untuk kasus lain misalnya kerusakan pada mobil, pada mesin industri dll. Penggunaan untuk kasus lain dimungkinkan dengan cara mengganti basis pengetahuan pakar yang digunakan dengan basis pengetahuan pakar di bidang lain yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jalius Jama & Wagino. *Teknik Sepeda Motor. Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [2] Jalius Jama & Wagino. *Teknik Sepeda Motor. Jilid 3*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [3] Jalius Jama & Wagino. *Teknik Sepeda Motor. Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [4] Subandrio. *Merawat & Memperbaiki Sepeda Motor Matic*. Jakarta: Penerbit Kawan Pustaka, 2009.
- [5] Adam Rizal. (2017) *5 Penyakit Motor Matic Ini Jadi Langganan Bengkel Motor Matic*. [Online]. Tersedia: <http://www.pricebook.co.id/article/news/2017/05/29/6726/kerusakan-motor-matic>.
- [6] George F. Luger. *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving 6th edition*. Pearson Education, 2009.
- [7] Simon L. Kendal & Malcolm Creen. *An Introduction to Knowledge Engineering*. Springer-Verlag London Limited, 2007.
- [8] William Siler & James J. Buckley. *Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning*. John Wiley and Sons, 2005.
- [9] S.N. Mohammad & A. Y. Bani Hashim. "Forward-chaining Approach to Expert System for Machine Maintenance", *Proceedings of Mechanical Engineering Day*, 2015.
- [10] RC Chakraborty (2015). *Knowledge Representation: AI Course Lecture*. [Online] Tersedia: http://www.myreaders.info/03_Knowledge_Representations.pdf
- [11] Furmankiewicz, M., Furmankiewicz, J., Ziuziański, P. "Evaluation of the expert system as a stage of the life cycle model ESDLC on the example of WIKex", *Computer Science and Mathematical Modelling*, no. 2, pp. 23-32, 2015.