

Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Komponen Kelistrikan Sepeda Motor Matic Injeksi Menggunakan *Fuzzy Sugeno*

R. Mega Yulianto^a, Darmansyah^{b*}, Rahmat Gunawan^c, Trisnanda^d

^{a,b,c,d}STMIK Rosma, Jl. Kertabumi No. 62, Karawang 41311, Indonesia

^bdarmansyah@rosma.ac.id

Abstract

Automatic injection motorcycles as a new breakthrough for two-wheeled vehicles with automatic transmissions have implications for the maintenance system. The easy access to get a motorbike at this time makes almost all people already have a motorbike. But of course there are many obstacles in the maintenance of the motor itself. The lack of knowledge of engine damage has resulted in many owners choosing a repair shop to be the destination for detecting damage to motorcycles. The development of a system to detect damage to motorcycles really needs to be considered, making it easier for motorcycle owners to find out the damage that occurs to the motorcycle early. This expert system detects damage to the electrical components of the injection matic motorcycle. This is a system to make it easier for motorcycle owners to detect damage to the motorcycle, so that owners can find out early damage to the motorcycle and can take initial action before being followed up by a mechanic or can handle minor damage. on a motorcycle. In this study, in addition to describing the theoretical study used as the basis for preparation, it will also discuss the creation of an expert system and system implementation, how to deal with uncertainty in the field of expert systems, fuzzy logic can be used, which is also one of the fields of artificial intelligence. Fuzzy logic has tolerance for imprecise data and is based on natural language. By using fuzzy inference engine, fuzzy if-then rules can be made to derive linguistic statements.

Keywords : Fuzzy Logic, Injection Automatic Motorcycle, Expert System

Abstrak

Sepeda motor matic injeksi sebagai terobosan baru kendaraan roda dua dengan transmisi otomatis memberikan implikasi kepada sistem perawatannya. Mudah akses untuk mendapatkan sepeda motor saat ini membuat hampir seluruh kalangan masyarakat sudah memiliki sepeda motor. Namun tentunya banyak kendala dalam perawatan motor itu sendiri. Minimnya pengetahuan akan kerusakan mesin mengakibatkan banyaknya pemilik memilih bengkel menjadi tujuan untuk mendeteksi kerusakan pada sepeda motor. Pengembangan sistem untuk mendeteksi kerusakan pada sepeda motor memang perlu difikirkan, sehingga mempermudah pemilik motor mengetahui kerusakan yang terjadi pada motor lebih dini. Sistem pakar mendeteksi kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi ini merupakan suatu sistem untuk mempermudah pemilik motor mendeteksi kerusakan pada motor, sehingga pemilik dapat mengetahui lebih dini kerusakan pada sepeda motor dan dapat melakukan tindakan awal sebelum ditindak lanjuti oleh mekanik ataupun dapat menangani kerusakan-kerusakan ringan pada sepeda motor. Dalam penelitian ini selain memaparkan kajian teori yang digunakan sebagai dasar penyusunan, juga akan dibahas mengenai pembuatan sistem pakar dan implementasi sistem, cara untuk menangani ketidakpastian pada bidang sistem pakar dapat digunakan logika fuzzy, yang juga merupakan salah satu bidang kecerdasan buatan. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat dan didasarkan pada bahasa alami. Dengan menggunakan mesin inferensi fuzzy, dapat dibuat aturan-aturan if-then fuzzy untuk menurunkan pernyataan yang bersifat linguistik.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, Sepeda Motor Matic Injeksi, Sistem Pakar

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dunia otomotif mendorong pabrikan kendaraan bermotor menciptakan kendaraan yang mudah dikendarai serta hemat bahan bakar, salah satu jenis kendaraan yang sangat diminati oleh masyarakat saat ini ialah motor jenis Matic yang mengusung teknologi *Fuel Injection* (Hartoyo & Midyanti, 2018). Sepeda motor bukanlah suatu hal yang mewah dikalangan masyarakat. Hampir seluruh masyarakat mempunyai kendaraan beroda dua ini dari kalangan pelajar, mahasiswa, karyawan, wirausahawan maupun ibu rumah tangga. Berdasarkan data dari Komisi Pengawasan Persaingan Usaha (KPPU) tahun 2016, sepeda motor matic injeksi sebagian besar peminatnya adalah masyarakat menengah ke bawah baik untuk keperluan transportasi maupun bekerja, sementara biaya untuk servis cukup tinggi karena sepeda motor matic injeksi memiliki tingkat presisi tinggi dalam hal teknologinya. Sepeda motor menjadi salah satu transportasi utama yang sangat diminati karena sangat efisien dan bisa menghemat waktu pada saat lalu lintas sedang dalam keadaan padat kendaraan (KPPU 2016). Kenyataannya sebagian besar jasa perawatan tidak memiliki mekanik yang handal sehingga tidak dapat mendeteksi kerusakan secara cepat dan tepat, masih banyak mekanik yang hanya mengandalkan kepada intuisinya saja sehingga hasil perawatan menjadi tidak maksimal dan menimbulkan kekecewaan bagi konsumen. Sistem Pakar merupakan suatu sistem untuk mempermudah pemilik motor mendeteksi kerusakan pada motor. Sehingga pemilik dapat mengetahui lebih dini kerusakan pada sepeda motor dan dapat melakukan tindakan awal sebelum ditindak lanjuti oleh mekanik ataupun dapat menangani kerusakan-kerusakan ringan (Dwi Sena & Nata, 2018).

Pada umumnya pengguna sepeda motor kurang mengerti tentang kerusakan yang terjadi pada sepeda motornya dan cenderung menyerahkan kepada mekanik tanpa mengetahui apakah kerusakan sederhana atau rumit untuk diperbaiki (Setiaji, Susyanto, & Remawati, 2018). Pengetahuan masyarakat tentang sepeda motor sangat penting tidak hanya untuk mekanik saja (Moch. Solikin & Sutiman, 2017). Menurut pemilik bengkel Bapak Sarjiono selaku pakar di bengkel Aji Motor, sistem kelistrikan pada sepeda motor matic injeksi terdiri dari kelistrikan mesin dan kelistrikan *body*. Pada sistem kelistrikan mesin, kerusakan yang sering terjadi yaitu pada komponen starter, komponen pengapian, komponen suplai bahan bakar dan komponen injeksi. Komponen pengapian sebagai penghasil percikan api untuk pembakaran dalam mesin, komponen suplai bahan bakar dan komponen injeksi sebagai penyalur udara dan bahan bakar ke dalam mesin. Kerusakan pada keempat komponen ini mengakibatkan mesin tidak bisa dihidupkan. Pada sistem kelistrikan *body*, kerusakan yang sering terjadi yaitu pada komponen lampu utama dan lampu indikator. Faktor internal penyebab kerusakan diantaranya cacat bawaan dari pabrik dan usia pemakaian kendaraan. Faktor eksternalnya seperti kualitas bahan bakar yang tidak sesuai spesifikasi mesin, perilaku pengguna dalam berkendara, kurang disiplin dalam hal perawatan kendaraan secara berkala dan modifikasi kendaraan yang kurang tepat. Banyak diantara pemilik sepeda motor matic injeksi yang belum memahami masalah sistem kelistrikan dan bagaimana cara perawatannya. Pada penelitian sebelumnya telah diteliti 21 kerusakan motor matic fuel injection dengan menggunakan metode certainty factor, penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem pakar analisa permasalahan mesin sepeda motor matic fuel injection berbasis web (Hartoyo & Midyanti, 2018). Penelitian dengan mesin inferensi *fuzzy* memiliki empat proses utama yaitu fuzzifikasi, inferensi *fuzzy* (logika pengambilan keputusan), komposisi dan defuzzifikasi (Kaswidjanti, 2011). Metode logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 (Yunita, 2016). *Fuzzy* merupakan sebuah metode untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang output yang berguna untuk mendukung suatu pengambilan keputusan. Metode *fuzzy* kemudian dikembangkan oleh beberapa ahli, sampai saat ini ada tiga metode *fuzzy* yang digunakan dalam sistem pakar yaitu *Fuzzy Mamdani*, *Fuzzy Sugeno* dan *Fuzzy Tsukamoto*. Metode *fuzzy* sugeno diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985 (Kusumadewi, 2003).

Adanya kendala yang terjadi pada bengkel Aji Motor di Sukatani – Cikarang mendasari penulis untuk membuat sebuah Sistem Pakar yang dapat mendeteksi jenis kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi menggunakan metode *fuzzy* sugeno dapat digunakan oleh mekanik ataupun pemilik motor. Bertitik tolak pada uraian diatas dan untuk menyebarluaskan pengetahuan kepada masyarakat dalam mendeteksi kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi dengan 7 jenis kerusakan dan 9 jenis gejala yang timbul berikut dengan rincian informasi durasi waktu servis yang dibutuhkan, dengan menggabungkan keahlian dan pengetahuan seorang pakar

tentang kelistrikan motor matic injeksi, maka penulis melakukan penelitian pada Bengkel Aji Motor di Sukatani – Cikarang.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sepeda Motor

Sebuah sepeda motor adalah kendaraan beroda dua yang ditenagai oleh sebuah mesin. Sepeda motor terdiri dari beberapa bagian, yaitu mesin sebagai sumber tenaga, transmisi untuk memindahkan dan mengatur torsi ke roda, suspensi untuk meningkatkan kenyamanan, kemudi untuk mengendalikan arah sepeda motor, rem untuk mengurangi dan menghentikan laju kendaraan, serta rangka untuk menopang dan menempatkan semua kelengkapan (Kristyanto, 2016).

2.2. Mesin Sepeda Motor

Mesin sepeda motor berfungsi untuk menghasilkan tenaga dan memindah tenaga tersebut untuk menggerakkan roda. Pada mesin sepeda motor unit penghasil tenaga yaitu motor, sedangkan pemindah tenaga yaitu kopling dan transmisi (Moch. Solikin & Sutiman, 2017).

2.3. Injeksi

Istilah sistem injeksi bahan bakar dapat digambarkan sebagai suatu sistem untuk menyalurkan bahan bakar dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk mencampurnya dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) diciptakan dengan tujuan utamanya adalah menghasilkan pembakaran yang tuntas/efisien, yang mana bahan bakar yang dikeluarkan sebanding dengan udara yang dihisap silinder (Marsudi, 2016).

2.4. Transmisi Otomatis (Matic)

Transmisi otomatis (matic) adalah transmisi sepeda motor dimana perpindahan gigi transmisi dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan gaya sentrifugal (gaya dorong mengarah keluar pusat yang disebabkan oleh putaran). Transmisi yang digunakan yaitu transmisi otomatis “V” belt atau yang dikenal dengan CVT (*Continuous Variable Transmission*) (NURCAHYA, 2021).

2.5. Sistem Pakar

Sistem pakar (*Expert System*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh para ahli (pakar). Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu masalah tertentu dengan meniru cara kerja dari para ahli (pakar) (Hartoyo & Midyanti, 2018).

2.6. Fuzzy

Metode *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965, merupakan sebuah metode untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam ruang *output* yang berguna untuk mendukung suatu pengambilan keputusan. Metode ini terdiri dari tiga proses utama yaitu *fuzzifikasi*, inferensi *fuzzy* (logika pengambilan keputusan) dan *defuzzifikasi*. Metode *fuzzy* kemudian dikembangkan oleh beberapa ahli, sampai saat ini ada tiga metode *fuzzy* biasa digunakan dalam sistem pakar yaitu *Fuzzy Mamdani*, *Fuzzy Sugeno* dan *Fuzzy Tsukamoto*. Metode *Fuzzy Sugeno* diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Metode *fuzzy Sugeno* memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian **THEN**. Pada perubahan ini, sistem *fuzzy* memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan *fuzzy IF-THEN* (Kusumadewi, 2003).

3. Metode

3.1. Design Penelitian

Design yang dilakukan penelitian ini adalah kualitatif. Menurut Burhanuddin 2013, Pendekatan Kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu

fenomena-fenomena sosial dan masalah pada manusia. Dalam pembangunan Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Komponen Kelistrikan Mesin Sepeda Motor Matic Injeksi ini terdapat beberapa tahapan dalam pengumpulan data. Tahapan yang dilakukan dalam pengumpulan data ini terdapat beberapa sumber antara lain melalui literatur seperti jurnal, buku, karya ilmiah, atau dari media digital seperti internet. Selain itu informasi juga di dapat dari wawancara dengan seorang pakar yaitu Bapak Sarjiono selaku pemilik Bengkel Aji Motor yang berlokasi di Sukatani Kabupaten Bekasi yang ahli di bidang kelistrikan motor matic injeksi.

3.2. Analisis Teori

Metode sistem pakar terdiri dari beberapa tahapan yang diantaranya tahap identifikasi masalah, mencari sumber pengetahuan, akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, pengembangan mesin inferensi menggunakan *Fuzzy Sugeno*, implementasi dan pengujian.

a. Identifikasi masalah

Mengidentifikasi penerapan metode *Fuzzy Sugeno* dalam mendeteksi kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi.

b. Mencari sumber pengetahuan

Pencarian sumber pengetahuan dilakukan dengan cara wawancara langsung dengan Bpk Sarjiono. Melakukan observasi secara langsung ke lapangan, serta melakukan studi literatur melalui buku-buku dan jurnal terkait.

c. Akuisisi pengetahuan

Akuisisi pengetahuan melibatkan masalah definisi, implementasi dan pemulusan seperti konsep program komputer, hubungan, prosedur dan strategi pemecahan masalah dari bidang pekerjaan khusus (Marimin, 2005).

d. Representasi pengetahuan

Pengetahuan yang diperoleh dari proses akuisisi kemudian direpresentasikan untuk membentuk basis pengetahuan. Basis pengetahuan terdiri atas pengetahuan yang dimaksud dan spesifikasi dari pokok persoalan yang akan diselesaikan (Marimin, 2005). Untuk merepresentasikan pengetahuan tersebut peneliti menggunakan teknik Studi kasus (Case Study) dan Pohon Keputusan. Studi kasus digunakan untuk memberikan pemahaman akan sesuatu yang menarik perhatian, proses sosial yang terjadi, peristiwa konkret, atau pengalaman orang yang menjadi latar dari sebuah kasus (Prihatsanti, Suryanto, & Hendriani, 2018). Sedangkan Pohon keputusan atau decision tree adalah pohon dimana setiap cabangnya menunjukkan pilihan diantara sejumlah alternatif pilihan yang ada, dan setiap daunnya menunjukkan keputusan yang dipilih. Decision tree biasa digunakan untuk mendapatkan informasi untuk tujuan pengambilan sebuah keputusan. Salah satu kelebihan Decision Tree yaitu daerah pengambilan keputusan yang sebelumnya kompleks dan sangat global, dapat diubah menjadi lebih simpel dan spesifik. Decision tree dapat menghindari munculnya permasalahan ini dengan menggunakan kriteria yang jumlahnya lebih sedikit pada setiap node internal tanpa banyak mengurangi kualitas keputusan yang dihasilkan (Setiawati, Taufik, Jumadi, & Zulfikar, 2016).

e. Pengembangan mesin inferensi

Mesin inferensi yang digunakan adalah *fuzzy sugeno*.

f. Implementasi

Merupakan tahap untuk menterjemahkan hasil perumusan dalam bentuk algoritme ke dalam komputer sesuai dengan pengembangan yang digunakan.

g. Pengujian

Pengujian dilakukan agar sistem pakar yang diperoleh dapat mewakili kepakaran.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Analisis Teori Kerusakan Komponen Kelistrikan

Tahap analisis teori kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi menjelaskan nama-nama kerusakan serta gejala-gejala yang menjadi pemicu kerusakan pada motor matic injeksi.

a. Menentukan kerusakan komponen kelistrikan

Kerusakan yang sering terjadi pada komponen kelijstrikan sepeda motor matic injeksi terdiri dari 7 jenis kerusakan.

- b. Gejala kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi
 Dibawah ini merupakan 9 gejala yang terdapat pada kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi yang ditunjukkan pada Tabel 1 :

Tabel 1. Gejala-gejala Kerusakan

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Mesin susah hidup dengan starter
G02	Kunci kontak ON. Panel speedometer, klakson dan lampu sein mati
G03	Mesin bisa hidup diselalah
G04	Tidak ada bunga api dari busi
G05	Bunga api dari busi merah dan pendek
G06	Koil pengapian panas
G07	Mesin tiba-tiba mati
G08	Lampu indikator mesin menyala terus
G09	Pompa bahan bakar tidak berbunyi

- c. Kerusakan pada komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi
 Dibawah ini merupakan jenis kerusakan yang terdapat pada komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi beserta solusinya yang ditunjukkan pada tabel 2 :

Tabel 2. Kerusakan dan solusi pada Komponen Kelistrikan

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Solusi
K01	Aki lemah/rusak	<ul style="list-style-type: none"> - Periksa tegangan baterai - Periksa Kekencangan sambungan terminal baterai yang terhubung ke motor stater - Periksa ujung terminal positif negatif, jika kotor bersihkan
K02	Kerusakan pompa bahan bakar	<ul style="list-style-type: none"> - Periksa apakah tabung bahan bakar sudah bersih - Periksa apakah saluran bahan bakar tersumbat
K03	Kerusakan injector dan sensor injeksi	<ul style="list-style-type: none"> - Bersihkan injektor dengan ultrasonic - Periksa kondisi fuel pump dan komponen yang terkait
K04	Kerusakan kunci kontak	<ul style="list-style-type: none"> - Periksa apakah lampu-lampu peringatan pada instrument panel menyala saat kunci kontak diputar ke posisi ON
K05	Kerusakan Engine Control Module (ECM)	<ul style="list-style-type: none"> - Periksa apakah ada kebocoran arus listrik? - Periksa pompa dan busi apakah suda tidak berfungsi lagi? - Periksa apakah lampu indikator berkedip?
K06	Kerusakan koil pengapian dan busi	<ul style="list-style-type: none"> - Periksa restriktor pada injektor sera tegangan injektor

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Solusi
K07	Kerusakan spul pengapian	<ul style="list-style-type: none"> - Periksa komponen jika ada kelainan dan rangkaian sistem pengapian. - Rutin membersihkan busi. - Pembersihan kabel tegangan tinggi

4.2. Hasil Analisis Teori Tahap Pembentukan Sistem Pakar

a. Identifikasi Masalah

Menghasilkan sebuah aplikasi sistem pakar mendeteksi kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi menggunakan metode *fuzzy sugeno*.

b. Pencarian Sumber Pengetahuan

Mendapatkan pengetahuan dari pakar Bpk. Sarjiono, buku tentang mesin sepeda motor serta *e-book* dan jurnal-jurnal tentang komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi. Dibawah ini hasil wawancara dengan pakar yang ditunjukkan pada tabel 3 :

Tabel 3. Hasil Mencari Sumber Pengetahuan

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Jenis motor apa saja yang dapat diperbaiki di bengkel ini?	Jenis motor apa saja kami bisa, namun tergantung dilihat dari segi kerusakannya
2	Ada berapa banyak kerusakan yang paling sering terjadi pada komponen kelistrikan mesin sepeda motor matic?	Ada sangat banyak, tapi untuk yang paling sering terjadi biasanya ada 7 kerusakan
3	Ada berapa gejala yang muncul pada kerusakan komponen kelistrikan mesin sepeda motor matic?	Ada 9 gejala kerusakan pada kelistrikan mesin sepeda motor matic injeksi
4	Apa saja upaya yang harus dilakukan agar komponen kelistrikan terhindar dari kerusakan?	Melakukan perawatan dan servis secara rutin setiap bulan, seperti mengecek secara berkala untuk memastikan komponen kelistrikan tidak terjadi konsleting arus listrik.

c. Akuisisi Pengetahuan

Memperoleh pengetahuan dari pakar tentang kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi, buku dan jurnal penelitian yang terkait. Kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi terdiri dari 7 jenis kerusakan yang memiliki 9 gejala..

d. Representasi Pengetahuan

Setelah pengetahuan berhasil divalidasi oleh pakar, selanjutnya adalah mempresentasikan basis pengetahuan yang diperoleh kedalam suatu skema atau diagram meliputi:

1) Case Study

Berikut adalah gejala kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi:

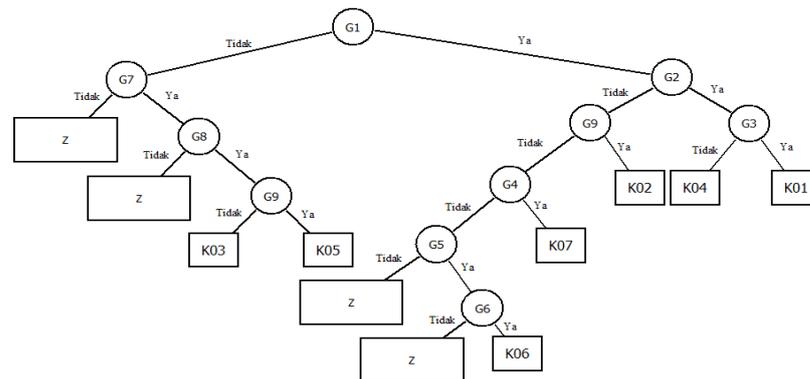
Tabel 4. Case Study

Kerusakan	Gejala								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
K01	v	v	v						
K02	v								v
K03							v	v	
K04	v	v							
K05							v	v	v

K06	v				v	v			
K07	v			v					

2) Pohon Keputusan (*Decition Tree*)

Dibawah ini merupakan *decision tree* kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi ditunjukan pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. *Decision Tree* kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi

e. Pengembangan Mesin Inferensi

Dalam pengembangan Mesin Inferensi penulis menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno* dalam mendeteksi kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi. Berdasarkan hasil observasi, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 5. Kategori Kerusakan

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Bobot Kerusakan	Kategori
K01	Aki lemah/rusak	40	Ringan
K02	Kerusakan pompa bahan bakar	50	Berat
K03	Kerusakan injektor dan sensor injeksi	44	Sedang
K04	Kerusakan kunci kontak	46	Sedang
K05	Kerusakan <i>Engine Control Module</i> (ECM)	54	Berat
K06	Kerusakan koil pengapian dan busi	48	Sedang
K07	Kerusakan spul pengapian	52	Berat

Tabel 6. Kategori Perbaikan Kerusakan

Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Bobot Perbaikan	Kategori
K01	Aki lemah/rusak	32	Mudah
K02	Kerusakan pompa bahan bakar	42	Sedang
K03	Kerusakan injector dan sensor injeksi	38	Sedang
K04	Kerusakan kunci kontak	44	Sedang
K05	Kerusakan <i>Engine Control Module</i> (ECM)	44	Sedang
K06	Kerusakan koil pengapian dan busi	46	Sulit
K07	Kerusakan spul pengapian	48	Sulit

Langkah-langkah :

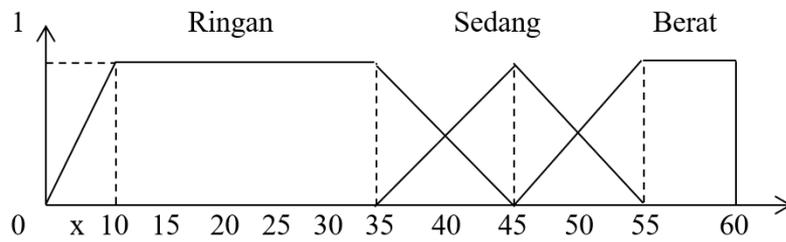
1) Variabel Linguistik

Dari hasil studi kasus di atas maka diperoleh tiga variabel linguistik, yaitu:

- Derajat kerusakan nilainya ringan, sedang dan berat.
- Tingkat kesulitan perbaikan nilainya mudah, sedang dan sulit.
- Waktu perbaikan nilainya singkat dan lama.

2) Fungsi Keanggotaan

Solusi : 1. Derajat Kerusakan (Ringan, Sedang, Berat)



Gambar 2. Derajat Kerusakan

Fungsi Keanggotaan Derajat Kerusakan

a) Ringan

$$\mu[\text{Ringan}] = \begin{cases} \frac{x - 0}{10 - 0}; & 0 \leq x \leq 10 \\ 1; & 10 \leq x \leq 35 \\ \frac{45 - x}{45 - 35}; & 35 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

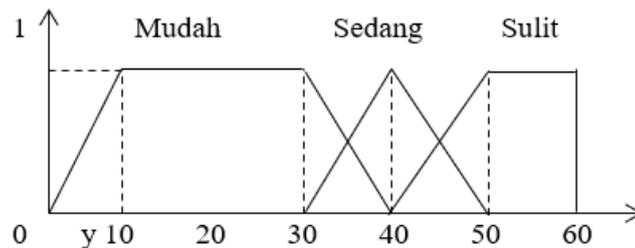
b) Sedang

$$\mu[\text{Sedang}] = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 55 \\ \frac{x - 35}{45 - 35}; & 35 \leq x \leq 45 \\ \frac{55 - x}{55 - 45}; & 45 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

c) Berat

$$\mu[\text{Berat}] = \begin{cases} \frac{x - 45}{55 - 45}; & 45 \leq x \leq 55 \\ 1; & 55 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Solusi : 2. Tingkat Kesulitan Perbaikan (Mudah, Sedang, Sulit)



Gambar 3. Tingkat Kesulitan Perbaikan

Fungsi Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan

a) Mudah

$$\mu[\text{Mudah}] = \begin{cases} \frac{x - 0}{10 - 0}; & 0 \leq x \leq 10 \\ 1; & 10 \leq x \leq 30 \\ \frac{40 - x}{40 - 30}; & 30 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

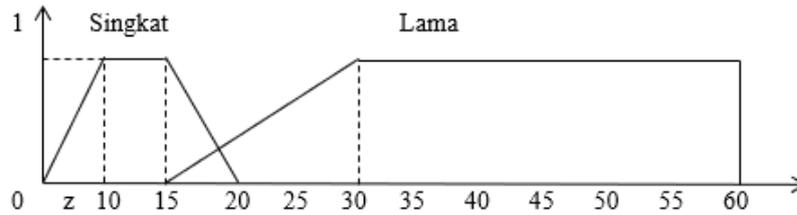
b) Sedang

$$\mu[\text{Sedang}] = \begin{cases} 0; & 0 \leq 30 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x - 30}{40 - 30}; & 30 \leq x \leq 40 \\ \frac{50 - x}{50 - 40}; & 40 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

c) Sulit

$$\mu[Sulit] = \begin{cases} \frac{x - 40}{50 - 40}; & 40 \leq x \leq 50 \\ 1; & 50 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Solusi : 3. Waktu Perbaikan (Singkat, Lama)



Gambar 4. Waktu Lama Perbaikan

Fungsi Keanggotaan Waktu Perbaikan

a) Singkat

$$\mu[Singkat] = \begin{cases} \frac{x - 0}{10 - 0}; & 0 \leq x \leq 10 \\ 1; & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20 - x}{20 - 15}; & 15 \leq x \leq 20 \end{cases}$$

b) Lama

$$\mu[Lama] = \begin{cases} \frac{x - 15}{30 - 15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ 1; & 30 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

3) Aturan IF-THEN *Fuzzy*

Hasil studi kasus dalam project ini adalah sebagai berikut :

- R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.
- R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.
- R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.
- R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

4) Operasi dasar dalam himpunan *fuzzy*

Kerusakan 1 : **Aki Lemah/Rusak**

a) Nilai Keanggotaan Derajat Kerusakan

$$\mu_{Ringan} |40| = (45 - 40) / 10 = 0,5$$

$$\mu_{Sedang} |40| = (40 - 35) / 10 = 0,5$$

$$\mu_{Berat} |40| = 0$$

b) Nilai Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan

$$\mu_{Mudah} |32| = (40 - 32) / 10 = 0,8$$

$$\mu_{Sedang} |32| = (32 - 30) / 10 = 0,2$$

$$\mu_{Sulit} |32| = 0$$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat1} &= \mu_{ringan} \cap \mu_{mudah} \\ &= \min(\mu_{ringan}[40], \mu_{mudah}[32]) \\ &= \mu \min(0,5; 0,8) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$z1 = 40$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat2}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[40], \mu_{\text{sedang}}[32]) \\ &= \mu \min(0,5; 0,2) \\ &= 0,2\end{aligned}$$

$$z_2 = 32$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[40], \mu_{\text{sulit}}[32]) \\ &= \mu \min(0,5; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$z_3 = 0$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat4}} &= \mu_{\text{berat}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\ &= \min(\mu_{\text{berat}}[40], \mu_{\text{sulit}}[32]) \\ &= \mu \min(0; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$z_4 = 0$$

$$z = \frac{\alpha_{\text{predikat1}} * z_1 + \alpha_{\text{predikat2}} * z_2 + \alpha_{\text{predikat3}} * z_3 + \alpha_{\text{predikat4}} * z_4}{\alpha_{\text{predikat1}} + \alpha_{\text{predikat2}} + \alpha_{\text{predikat3}} + \alpha_{\text{predikat4}}}$$

$$z = \frac{0,5 * 40 + 0,2 * 32 + 0 * 0 + 0 * 0}{0,5 + 0,2 + 0 + 0} = \frac{26,4}{0,7} = 37,71$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan Aki lemah/rusak dengan bobot kerusakan 40 dan bobot perbaikan 32 adalah 37,71 menit.

Kerusakan 2 : **Kerusakan Pompa Bahan Bakar**

a) Nilai Kenaggotaan Derajat Kerusakan

$$\mu_{\text{Ringan}} |50| = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}} |50| = (55 - 50) / 10 = 0,5$$

$$\mu_{\text{Berat}} |50| = (50 - 45) / 10 = 0,5$$

b) Nilai Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan

$$\mu_{\text{Mudah}} |42| = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}} |42| = (50 - 42) / 10 = 0,8$$

$$\mu_{\text{Sulit}} |42| = (42 - 40) / 10 = 0,2$$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat1}} &= \mu_{\text{ringan}} \cap \mu_{\text{mudah}} \\ &= \min(\mu_{\text{ringan}}[50], \mu_{\text{mudah}}[42]) \\ &= \mu \min(0; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$z_1 = 0$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat2}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[50], \mu_{\text{sedang}}[42]) \\ &= \mu \min(0,5; 0,8) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

$$z_2 = 50$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[50], \mu_{\text{sulit}}[42])\end{aligned}$$

$$= \mu \min (0,5 ; 0,2)$$

$$= 0,2$$

$$z3 = 42$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\alpha \text{predikat4} = \mu_{\text{berat}} \cap \mu_{\text{sulit}}$$

$$= \min (\mu_{\text{berat}}[50], \mu_{\text{sulit}}[42])$$

$$= \mu \min (0,5 ; 0,2)$$

$$= 0,2$$

$$z4 = 42$$

$$z = \frac{\alpha \text{pred1} * z1 + \alpha \text{pred2} * z2 + \alpha \text{pred3} * z3 + \alpha \text{pred4} * z4}{\alpha \text{pred1} + \alpha \text{pred2} + \alpha \text{pred3} + \alpha \text{pred4}}$$

$$z = \frac{0 * 0 + 0,5 * 50 + 0,2 * 42 + 0,2 * 42}{0 + 0,5 + 0,2 + 0,2} = \frac{41,8}{0,9} = 46,44$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan Pompa Bahan Bakar dengan bobot kerusakan 50 dan bobot perbaikan 42 adalah 46,44 menit.

Kerusakan 3 : Kerusakan Injektor dan Sensor Injeksi

a) Nilai Keanggotan Derajat Kerusakan

$$\mu_{\text{Ringan}} |44| = (45 - 44) / 10 = 0,1$$

$$\mu_{\text{Sedang}} |44| = (44 - 35) / 10 = 0,9$$

$$\mu_{\text{Berat}} |44| = 0$$

b) Nilai Keanggotan Tingkat Kesulitan Perbaikan

$$\mu_{\text{Mudah}} |38| = (40 - 38) / 10 = 0,2$$

$$\mu_{\text{Sedang}} |38| = (38 - 30) / 10 = 0,8$$

$$\mu_{\text{Sulit}} |38| = 0$$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\alpha \text{predikat1} = \mu_{\text{ringan}} \cap \mu_{\text{mudah}}$$

$$= \min (\mu_{\text{ringan}}[44], \mu_{\text{mudah}}[38])$$

$$= \mu \min (0,1 ; 0,2)$$

$$= 0,1$$

$$z1 = 44$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\alpha \text{predikat2} = \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedang}}$$

$$= \min (\mu_{\text{sedang}}[44], \mu_{\text{sedang}}[38])$$

$$= \mu \min (0,9 ; 0,8)$$

$$= 0,8$$

$$z2 = 38$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\alpha \text{predikat3} = \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sulit}}$$

$$= \min (\mu_{\text{sedang}}[44], \mu_{\text{sulit}}[38])$$

$$= \mu \min (0,9 ; 0)$$

$$= 0$$

$$z3 = 0$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\alpha \text{predikat4} = \mu_{\text{berat}} \cap \mu_{\text{sulit}}$$

$$= \min (\mu_{\text{berat}}[44], \mu_{\text{sulit}}[38])$$

$$= \mu \min (0 ; 0)$$

$$= 0$$

$$z4 = 0$$

$$z = \frac{\alpha_{pred1} * z1 + \alpha_{pred2} * z2 + \alpha_{pred3} * z3 + \alpha_{pred4} * z4}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \alpha_{pred3} + \alpha_{pred4}}$$

$$z = \frac{0,1 * 44 + 0,8 * 38 + 0 * 0 + 0 * 0}{0,1 + 0,8 + 0 + 0} = \frac{34,8}{0,9} = 38,67$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan Injektor dan Sensor Injeksi dengan bobot kerusakan 44 dan bobot perbaikan 38 adalah 38,67 menit.

Kerusakan 4 : Kerusakan Kunci Kontak

a) Nilai Keanggotaan Derajat Kerusakan

$$\mu_{Ringan} |46| = 0$$

$$\mu_{Sedang} |46| = (45 - 46) / 10 = 0,9$$

$$\mu_{Berat} |46| = (46 - 45) / 10 = 0,1$$

b) Nilai Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan

$$\mu_{Mudah} |44| = 0$$

$$\mu_{Sedang} |44| = (50 - 44) / 10 = 0,6$$

$$\mu_{Sulit} |44| = (44 - 40) / 10 = 0,4$$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat1} &= \mu_{ringan} \cap \mu_{mudah} \\ &= \min(\mu_{ringan}[46], \mu_{mudah}[44]) \\ &= \mu_{min}(0; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$z1 = 0$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat2} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sedang} \\ &= \min(\mu_{sedang}[46], \mu_{sedang}[44]) \\ &= \mu_{min}(0,9; 0,6) \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

$$z2 = 44$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat3} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sulit} \\ &= \min(\mu_{sedang}[46], \mu_{sulit}[44]) \\ &= \mu_{min}(0,9; 0,4) \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

$$z3 = 44$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat4} &= \mu_{berat} \cap \mu_{sulit} \\ &= \min(\mu_{berat}[46], \mu_{sulit}[44]) \\ &= \mu_{min}(0,1; 0,4) \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

$$z4 = 46$$

$$z = \frac{\alpha_{pred1} * z1 + \alpha_{pred2} * z2 + \alpha_{pred3} * z3 + \alpha_{pred4} * z4}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \alpha_{pred3} + \alpha_{pred4}}$$

$$z = \frac{0 * 0 + 0,6 * 44 + 0,4 * 44 + 0,1 * 46}{0 + 0,6 + 0,4 + 0,1} = \frac{48,6}{1,1} = 44,18$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan Kunci Kontak dengan bobot kerusakan 46 dan bobot perbaikan 44 adalah 44,18 menit.

Kerusakan 5 : Kerusakan ECM

- a) Nilai Keanggotaan Derajat Kerusakan
 $\mu_{\text{Ringan}} |54| = 0$
 $\mu_{\text{Sedang}} |54| = (55 - 54) / 10 = 0,1$
 $\mu_{\text{Berat}} |54| = (54 - 45) / 10 = 0,9$
- b) Nilai Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan
 $\mu_{\text{Mudah}} |44| = 0$
 $\mu_{\text{Sedang}} |44| = (50 - 44) / 10 = 0,6$
 $\mu_{\text{Sulit}} |44| = (44 - 40) / 10 = 0,4$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat1}} &= \mu_{\text{ringan}} \cap \mu_{\text{mudah}} \\ &= \min (\mu_{\text{ringan}}[54], \mu_{\text{mudah}}[44]) \\ &= \mu \min (0 ; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$z1 = 0$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat2}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedang}} \\ &= \min (\mu_{\text{sedang}}[54], \mu_{\text{sedang}}[44]) \\ &= \mu \min (0,1 ; 0,6) \\ &= 0,1\end{aligned}$$

$$z2 = 54$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\ &= \min (\mu_{\text{sedang}}[54], \mu_{\text{sulit}}[44]) \\ &= \mu \min (0,1 ; 0,4) \\ &= 0,1\end{aligned}$$

$$z3 = 54$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{predikat4}} &= \mu_{\text{berat}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\ &= \min (\mu_{\text{berat}}[54], \mu_{\text{sulit}}[44]) \\ &= \mu \min (0,9 ; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

$$z4 = 44$$

$$\begin{aligned}z &= \frac{\alpha_{\text{pred1}} * z1 + \alpha_{\text{pred2}} * z2 + \alpha_{\text{pred3}} * z3 + \alpha_{\text{pred4}} * z4}{\alpha_{\text{pred1}} + \alpha_{\text{pred2}} + \alpha_{\text{pred3}} + \alpha_{\text{pred4}}} \\ z &= \frac{0 * 0 + 0,1 * 54 + 0,1 * 54 + 0,4 * 44}{0 + 0,1 + 0,1 + 0,4} = \frac{28,4}{0,6} = 47,33\end{aligned}$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan ECM dengan bobot kerusakan 54 dan bobot perbaikan 44 adalah 47,33 menit.

Kerusakan 6 : Kerusakan Koil Pengapian dan Busi

- a) Nilai Keanggotaan Derajat Kerusakan
 $\mu_{\text{Ringan}} |48| = 0$
 $\mu_{\text{Sedang}} |48| = (55 - 48) / 10 = 0,7$
 $\mu_{\text{Berat}} |48| = (48 - 45) / 10 = 0,3$
- b) Nilai Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan
 $\mu_{\text{Mudah}} |46| = 0$
 $\mu_{\text{Sedang}} |46| = (50 - 46) / 10 = 0,4$
 $\mu_{\text{Sulit}} |46| = (46 - 40) / 10 = 0,6$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat1} &= \mu_{ringan} \cap \mu_{mudah} \\ &= \min(\mu_{ringan}[48], \mu_{mudah}[46]) \\ &= \mu_{min}(0; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$z1 = 0$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat2} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sedang} \\ &= \min(\mu_{sedang}[48], \mu_{sedang}[46]) \\ &= \mu_{min}(0,7; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

$$z2 = 46$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat3} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sulit} \\ &= \min(\mu_{sedang}[48], \mu_{sulit}[46]) \\ &= \mu_{min}(0,7; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

$$z3 = 46$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat4} &= \mu_{berat} \cap \mu_{sulit} \\ &= \min(\mu_{berat}[48], \mu_{sulit}[46]) \\ &= \mu_{min}(0,3; 0,6) \\ &= 0,3\end{aligned}$$

$$z4 = 48$$

$$z = \frac{\alpha_{pred1} * z1 + \alpha_{pred2} * z2 + \alpha_{pred3} * z3 + \alpha_{pred4} * z4}{\alpha_{pred1} + \alpha_{pred2} + \alpha_{pred3} + \alpha_{pred4}}$$

$$z = \frac{0 * 0 + 0,4 * 46 + 0,6 * 46 + 0,3 * 48}{0 + 0,4 + 0,6 + 0,3} = \frac{60,4}{1,3} = 46,46$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan Koil Pengapian dan Busi dengan bobot kerusakan 48 dan bobot perbaikan 46 adalah 46,46 menit.

Kerusakan 7 : Kerusakan Spul Pengapian

a) Nilai Keanggotaan Derajat Kerusakan

$$\mu_{Ringan} |52| = 0$$

$$\mu_{Sedang} |52| = (55 - 52) / 10 = 0,3$$

$$\mu_{Berat} |52| = (52 - 45) / 10 = 0,7$$

b) Nilai Keanggotaan Tingkat Kesulitan Perbaikan

$$\mu_{Mudah} |48| = 0$$

$$\mu_{Sedang} |48| = (50 - 48) / 10 = 0,2$$

$$\mu_{Sulit} |48| = (48 - 40) / 10 = 0,8$$

R1. **IF** derajat kerusakan ringan **AND** tingkat kesulitan perbaikan mudah **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah singkat.

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat1} &= \mu_{ringan} \cap \mu_{mudah} \\ &= \min(\mu_{ringan}[52], \mu_{mudah}[48]) \\ &= \mu_{min}(0; 0) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$z1 = 0$$

R2. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sedang **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\alpha_{predikat2} = \mu_{sedang} \cap \mu_{sedang}$$

$$\begin{aligned}
&= \min (\mu_{\text{sedang}}[52], \mu_{\text{sedang}}[48]) \\
&= \mu_{\min} (0,3 ; 0,2) \\
&= 0,2
\end{aligned}$$

$$z_2 = 48$$

R3. **IF** derajat kerusakan sedang **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}
\alpha_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\
&= \min (\mu_{\text{sedang}}[52], \mu_{\text{sulit}}[48]) \\
&= \mu_{\min} (0,3 ; 0,8) \\
&= 0,3
\end{aligned}$$

$$z_3 = 52$$

R4. **IF** derajat kerusakan berat **AND** tingkat kesulitan perbaikan sulit **THEN** waktu yang diperlukan untuk perbaikan adalah lama.

$$\begin{aligned}
\alpha_{\text{predikat4}} &= \mu_{\text{berat}} \cap \mu_{\text{sulit}} \\
&= \min (\mu_{\text{berat}}[52], \mu_{\text{sulit}}[48]) \\
&= \mu_{\min} (0,7 ; 0,8) \\
&= 0,7
\end{aligned}$$

$$z_4 = 52$$

$$\begin{aligned}
z &= \frac{\alpha_{\text{pred1}} * z_1 + \alpha_{\text{pred2}} * z_2 + \alpha_{\text{pred3}} * z_3 + \alpha_{\text{pred4}} * z_4}{\alpha_{\text{pred1}} + \alpha_{\text{pred2}} + \alpha_{\text{pred3}} + \alpha_{\text{pred4}}} \\
z &= \frac{0 * 0 + 0,2 * 48 + 0,3 * 52 + 0,7 * 52}{0 + 0,2 + 0,3 + 0,7} = \frac{61,6}{1,2} = 51,33
\end{aligned}$$

Jadi waktu perbaikan untuk kerusakan Spul Pengapian dengan bobot kerusakan 52 dan bobot perbaikan 48 adalah 51,33 menit.

Sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi dapat mewakili kepakaran. Jika tidak maka harus kembali ke tahap akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, dan proses mesin inferensi. Jika dinyatakan iya maka proses selesai.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem pakar kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kerusakan pada kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor khususnya matic injeksi.
- Melalui sistem pakar ini masyarakat dapat melakukan deteksi secara cepat pada kerusakan komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi.
- Dengan mengimplementasikan mesin inferensi fuzzy sugeno sehingga sistem dapat melakukan deteksi kerusakan pada komponen kelistrikan sepeda motor matic injeksi.

References

- Dwi Sena, M., & Nata, A. (2018). Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Sepeda Motor Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jusikom : Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 5(2), 259–262. <https://doi.org/10.32767/jusikom.v5i2.1039>
- Hartoyo, W. W., & Midyanti, D. M. (2018). Implementasi Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor Matic Fuel Injection dengan Metode Certainty Factor. *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi Untan*, 06(03), 173–181.
- Kaswidjanti, W. (2011). Sistem Pakar Menggunakan Mesin Inferensi Fuzzy. *Jurnal Teknik Elektro UNNES*, 1(2), 119–127.
- Kristyanto, B. (2016). Perancangan Sepeda Motor Roda Tiga Untuk Kaum Difabel Daksa. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Unisbank*.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. GRAHA ILMU.
- Marimin. (2005). *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar Dalam Teknologi Manajemen*. Bogor: IPB Press.
- Marsudi, M. T. (2016). *Buku Pintar Teknisi Otodidak Sepeda Motor Matic - 100% Teori & Praktek*. (Ignas, Ed.). Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Moch. Solikin, M. K., & Sutiman, M. T. (2017). *Mesin Sepeda Motor*. (E. Marantika, Ed.). Yogyakarta: PT Pustaka Insan Madani, anggota IKAPI.

- NURCAHYA, R. (2021). *Pengaruh Konstanta Driven Face Spring Terhadap Peforma Kendaraan Beat 110 Cc*.
- Prihatsanti, U., Suryanto, S., & Hendriani, W. (2018). Menggunakan Studi Kasus sebagai Metode Ilmiah dalam Psikologi. *Buletin Psikologi*, 26(2), 126. <https://doi.org/10.22146/buletinpsikologi.38895>
- Setiaji, B., Susyanto, T., & Remawati, D. (2018). SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN MOTOR 4 TAK HONDA VARIO APLIKASI DIAGNOSA KERUSAKAN MOTOR 4 TAK HONDA VARIO, 6(April). <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v6i1.344>
- Setiawati, D., Taufik, I., Jumadi, J., & Zulfikar, W. B. (2016). Klasifikasi Terjemahan Ayat Al-Quran Tentang Ilmu Sains Menggunakan Algoritma Decision Tree Berbasis Mobile. *Jurnal Online Informatika*, 1(1), 24. <https://doi.org/10.15575/join.v1i1.7>
- Yunita. (2016). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Beasiswa Bsm. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 13(1), 42–49.