

ANALISIS SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK DIAGNOSIS KERUSAKAN SISTEM PENDINGIN MESIN DENGAN METODE FUZZY MAMDANI

¹ Angga Pramana Putra (11 1065 1210),

² Bagus Setya Rintyarna, S.ST, M.Kom, ³ Deni Arifianto, S.Kom

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Jember

Email : anggapramana9@gmail.com

ABSTRAK

Kerusakan mobil merupakan sesuatu yang sangat penting dan akan sering ditemukan karena penggunaannya dapat dikatakan cukup banyak. Tetapi banyak pemilik kendaraan tidak dapat mendeskripsikannya secara jelas yang mengakibatkan montir harus mencari-cari kerusakan mulai dari setiap komponen sistem ke komponen-komponen sistem lain. Untuk melakukan analisis proses pendukung keputusan untuk kerusakan sistem pendingin mesin dengan menggunakan algoritma fuzzy mamdani. Pada proses fuzzifikasi, data masukan berupa volume cairan pendingin, kecepatan putar, dan temperatur mesin yang akan diubah menjadi himpunan fuzzy berdasarkan range untuk setiap variabel masukannya. Nilai masukan dan nilai keluaran serta fungsi keanggotaan yang akan digunakan untuk menentukan nilai hasil keluaran *fuzzy logic*. Dengan menggunakan fuzzy logic toolbox akan diperoleh hasil defuzzifikasi lebih cepat dari pada secara manual. Dari sistem yang dibuat diperoleh tingkat akurasi sistem dengan analisa bengkel sebesar 76% dari 25 sampel data dengan 19 sampel yang sama dan 6 sampel yang berbeda.

Kata kunci : kerusakan, logika fuzzy

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Mobil memiliki banyak sistem pendukung, salah satunya adalah sistem pendingin mesin. Sistem pendingin pada mobil berfungsi untuk menurunkan temperature pada mesin yang terjadi akibat pembakaran dari ruang bakar. Akibat dari proses pembakaran adalah adanya panas yang apabila tidak didinginkan akan merusak komponen dari mesin itu sendiri.

Kerusakan mobil merupakan sesuatu yang sangat penting dan akan sering ditemukan karena penggunaannya dapat dikatakan cukup banyak. Untuk menemukan kerusakan atau gangguan yang terjadi pada mobil, pemilik kendaraan harus mendeskripsikan gangguan yang di alami oleh mobilnya kepada montir, dan terkadang pemilik kendaraan tidak dapat mendeskripsikannya secara jelas yang mengakibatkan montir harus mencari-cari kerusakan mulai dari setiap komponen sistem ke komponen-komponen sistem lain. Dengan sistem yang akan dibuat, permasalahan seperti yang dipaparkan diatas dapat diatasi dan berimbas pada efisiensi waktu.

Terdapat beberapa penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yang membahas mengenai diagnosa kerusakan mobil. Penelitian-penelitian tersebut didominasi dengan menggunakan

sistem pakar sebagai metode atau cara pemecahan masalahnya. Dengan banyak aturan-aturan didalamnya untuk membantu mendiagnosa kerusakan pada mobil sesuai dengan batasan masalahnya. Seperti penelitian yang berjudul *An Expert System for Car Failure Diagnosis*(Al-Taani, 2007) yang membahas mengenai bagaimana mendeteksi kerusakan pada mobil dengan menggunakan sistem pakar yang dimana aturan-aturannya didapatkan seorang pakar mekanik, buku, dan beberapa *website* yang menyediakan informasi mengenai mobil dan aturan-aturan telah dirangkai sedemikian rupa untuk membantu mendiagnosa kerusakan mobil. Terdapat juga penelitian yang berjudul *FuzzyLogic Metode Mamdani* untuk membantu Diagnosa Dini Autism Spectrum Disorder (Matondang, Kusumawati, & Abidin, 2011) yang membahas mengenai bagaimana cara mengetahui apakah seorang anak menderita autisme atau tidak dan cara penanganan yang optimal dengan menggunakan metode *fuzzylogic*. Dari penelitian-penelitian tersebut mendorong penulis untuk mengangkat tema mengenai diagnosa kerusakan sistem pendingin mesin dengan menggunakan logika *fuzzy*.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan logika *fuzzy* dengan metode mamdani. Logika *fuzzy* merupakan suatu metode yang berbasis pada suatu

ketidakpastian, berdasarkan pada pengalaman pakar secara langsung, dan memiliki toleransi terhadap data yang kurang tepat. Metode mamdani pada logika *fuzzy* merupakan metode yang bisa dikatakan cukup sederhana jika digunakan pada objek yang diteliti pada penelitian ini dan paling sesuai dengan naluri manusia, bekerja berdasarkan kaidah *linguistic*. Juga kelebihan metode mamdani yaitu intuitif, sudah digunakan secara luas dalam berbagai bidang keilmuan, sesuai untuk melakukan analisis lingkungan dan output dinamis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membangun sistem fuzzifikasi, Inference, Defuzzifikasi dan tahap pembentukan 3D pada matlab?
2. Bagaimana proses analisis pengambilan keputusan dalam kasus sistem pendingin mesin dengan algoritma fuzzy logic?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis proses pengambilan keputusan untuk kerusakan sistem pendingin mesin dengan algoritma fuzzy mamdani.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Kendaraan yang dimaksud ialah kendaraan roda empat (mobil).
2. Kerusakan yang dapat didiagnosis merupakan kerusakan sistem pendingin mesin.
3. Metode yang digunakan ialah metode logika *fuzzy* dengan menggunakan metode mamdani.
4. Masukan yang digunakan yaitu temperatur mesin, volume cairan pendingin, dan kecepatan extra fan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini apabila fuzzy menunjukkan hasil yang baik diharapkan dapat menjadi solusi bagi montir dalam mendiagnosa kerusakan sistem pendingin mesin pada mobil, dan koefisiensi-an waktu dalam mendiagnosa kerusakan mesin.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah desain penelitian studi kasus. Dimana studi kasus memusatkan perhatian pada suatu kasus tertentu dengan menggunakan individu atau kelompok sebagai bahan studinya. (Hasibuan, 2007)

Objek yang dijadikan bahan studi disini ialah mobil yang datang ke bengkel JOS (*Java Oto Service*) di daerah Patrang - Jember. Dari objek tersebut diperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data temperatur mesin, kecepatan extra fan, dan volume cairan pendingin. Data temperatur mesin didapatkan dengan menggunakan sebuah alat yang disebut Infrared Thermometer. Sedangkan data kecepatan extra fan didapat dengan menggunakan sebuah alat tachometer dan volume cairan pendingin didapatkan dari montir itu sendiri.

2.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data untuk tahap pengujian nantinya yang digunakan adalah data dari mobil yang tahun pembuatannya dari tahun 2000 sampai sekarang yang didapat dari bengkel JOS (*Java Oto Service*) di daerah Patrang - Jember. Untuk mendiagnosa kerusakannya, penelitian ini menggunakan data dari seorang pakar mekanik, buku, dan beberapa website yang menyediakan informasi mengenai mobil. Berikut ini adalah sampel data set dari beberapa mobil yang sudah didapat.

Tabel 3.1 Data Set

No	Jenis Mobil	Tahun Pemb-uatan	Pemilik	Vol. Cairan Pendingin	Kec. Putar Kipas	Suhu Mesin	Diagnosis Kerusakan	Jenis Kerusakan
1.	Toyota Kijang LGX	2003	Suharto	3.9 liter	1200 rpm	110 C	1-3 komponen	Ringan
2.	Ford Escape	2004	Juli	3.7 liter	2000 rpm	120 C	4-5 komponen	Sedang
3.	BMW 318 i	2005	Tarno	3.5 liter	2000 rpm	125 C	6 komponen	Tinggi

Jenis data (data pengujian dan data awal) yang digunakan pada penelitian ini dari cara memperolehnya ialah data primer dimana data berasal dari sumber asli atau pertama. Data tersebut harus dicari melalui narasumber yang dijadikan objek penelitian atau orang yang dijadikan sebagai sarana mendapatkan informasi maupun data. Data dipaparkan dalam bentuk angka-angka yang pasti yang disebut data kuantitatif. Sifat dari data pengujian tersebut ialah diskrit, dimana nilainya merupakan bilangan asli. Sedangkan data awal dipaparkan dalam suatu interval tertentu (kontinyu)

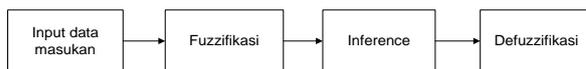
yang nantinya barulah di ambil kesimpulan kembali untuk mengubah data tersebut kedalam bentuk bilangan asli yang dilakukan oleh pakar mekanik tersebut. Menurut waktu pengumpulannya, data tersebut merupakan data *time series*, dari waktu ke waktu atau periode secara historis.

Format dari data yang didapatkan ialah data *numeric*. Jadi data-data yang dimiliki ialah dalam bentuk angka. Jumlah data pengujian yang akan digunakan ialah sejumlah data yang didapatkan selama kurang lebih 2 bulan pada bengkel tersebut dan otomatis jumlah data hasil sama dengan jumlah mobil.

Detail dari data untuk pengujian yang didapatkan dari setiap mobil ialah jenis mobil, tahun pembuatan, nama pemilik, temperatur mesin, volume cairan pendingin dan kecepatan extra fan. Dan untuk data hasil *output* berupa hasil diagnosa kerusakannya.

2.3 Metode Yang Digunakan

Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah Logika *Fuzzy* dengan Metode Mamdani. Algoritmanya sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur kerja sistem

Menunjuk pada apa yang telah dipaparkan pada poin diatas, yaitu mengenai logika *fuzzy* dengan metode mamdani, maka berikut akan dijelaskan lebih spesifik lagi mengenai bagaimana algoritma dari logika *fuzzy* dengan metode mamdani digunakan pada penelitian ini:

Step 1 Fuzzifikasi input. Untuk setiap variabel *input* (temperatur, volume, dan kecepatan) petakan kedalam domainnya dan untuk mendapatkan nilai keanggotaannya gunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, 1; & x \leq a, x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Step 2 Aplikasikan setiap nilai keanggotaan yang didapatkan kedalam aturan-aturan yang ada menggunakan metode *max* dengan cara mengkombinasikan dari seluruh nilai keanggotaan yang didapatkan.

Step 3 Jika terdapat variabel linguistik dari *output* yang sama, gunakan nilai keanggotaan yang terbesar.

Step 4 Aplikasikan hasil pada himpunan *output*, nilai dari variabel numeris yang memiliki derajat keanggotaan yang terbesar merupakan hasil diagnosa kerusakan pada sistem.

2.4 Evaluasi Dan Validasi Hasil

Evaluasi dan validasi hasil dilakukan untuk mengetahui apakah hasil yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Menurut pakar untuk mendiagnosa kerusakan pada sistem pendingin dapat dilihat dari beberapa komponen yaitu:

1. Volume cairan pendingin
2. Kecepatan extra fan
3. Temperatur mesin

Untuk dapat mengatakan suatu sistem (pendingin mesin) itu rusak, dapat dilakukan dengan melihat komponen-komponen tersebut, jika terdapat satu bahkan lebih komponen yang bermasalah maka dapat dikatakan sistem terkait juga mengalami masalah.

Jadi validasi hasil pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari penelitian dengan hasil pengecekan manual yang dilakukan oleh montir. Untuk sistem pendingin, jika terdapat 1-3 komponen yang bermasalah maka dapat dikatakan sistem pendingin mengalami kerusakan rendah, jika terdapat 4-5 komponen yang bermasalah maka dapat dikatakan sistem pendingin mengalami kerusakan sedang, dan jika terdapat 6 komponen atau lebih yang bermasalah maka dapat dikatakan sistem pendingin mengalami kerusakan tinggi.

Dengan dilakukannya perbandingan itu maka akan diketahui seberapa valid hasil dari penelitian ini. Semakin besar jumlah dari hasil yang sama, semakin besar tingkat akurasi dari penelitian ini, begitu pula sebaliknya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas hasil yang diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan. Data-data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan informasi kerusakan sistem pendingin mesin menggunakan logika fuzzy dengan metode mamdani. Dan kemudian dibandingkan antara hasil diagnosa dari bengkel dengan

hasil dari program yang dibuat. Implementasi aplikasi sistem pendingin mesin dengan logika fuzzy ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman matlab.

Proses analisa data tersebut menggunakan software (fuzzy logic toolbox), yang mana memanfaatkan fasilitas yang ada pada fuzzy logic toolbox yaitu :

- FIS Editor : digunakan untuk menangani variabel masukan dan keluaran sistem berupa penentuan jumlah dan nama variabel.
- MF Editor : digunakan untuk mendefinisikan bentuk fungsi keanggotaan tiap variabel termasuk di dalamnya penentuan range variabel masukan dan keluaran, nama serta parameter variabel-variabel linguistik dari masing-masing variabel masukan dan keluaran.
- Rule Editor : digunakan untuk menentukan daftar aturan yang sesuai dengan kinerja system.
- Rule Viewer : digunakan untuk melihat tampilan dari proses inferensi, untuk melihat aturan mana yang sedang aktif, untuk mengetahui pengaruh bentuk fungsi keanggotaan terhadap hasil dengan memasukan nilai-nilai tepat variabel masukan.
- Surface Viewer : berfungsi untuk menampilkan keterkaitan antara masukan dan keluaran dalam bentuk tampilan grafik 3 (tiga) dimensi.

3.1 Pembahasan

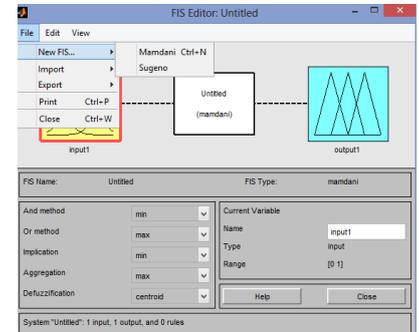
Pembuatan sistem pendukung keputusan untuk diagnosis kerusakan sistem pendingin mesin dengan fuzzy logic toolbox sehingga menghasilkan tampilan seperti pada pembahasan diatas melalui beberapa tahap sebagai berikut :

1. Penentuan Variabel Sistem

Pada Matlab terdapat berbagai cara untuk bekerja dengan toolbox “fuzzy logic”. Berikut ini adalah cara praktis yang digunakan penulis :

1. Ketik kata “fuzzy” pada command windows kemudian enter, maka akan muncul FIS Editor.
2. Kemudian pada FIS Editor inilah variabel sistem akan ditentukan yaitu variabel masukan

(input) dan variabel keluaran (output). Dimana variabel masukannya adalah Vol.Cairan, Kec.Putar, dan Temp.Mesin sedangkan variabel keluaran yaitu Jenis Kerusakan.



Gambar 11 : Tampilan FIS Editor

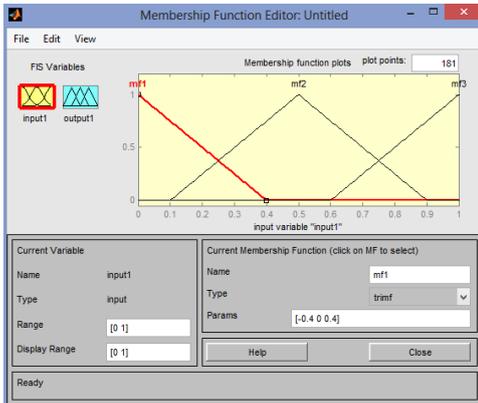
Keterangan :

- a. Menu pilihan yang mengijinkan kita untuk membuka, menyimpan, dan mengedit atau menampilkan fuzzy.
- b. Kita dapat mengedit fungsi tiap-tiap variabel input dengan cara menekan ikon variabel input 2 kali (double-click).
- c. Ikon diagram sistem. Kita dapat mengedit aturan (menuju ke rule editor) dengan cara menekan ikon 2 kali (double-click).
- d. Ikon variabel output. Kita dapat mengedit fungsi keanggotaan tiap-tiap variabel output dengan cara menekan ikon ini 2 kali (double-click).
- e. Nama sistem fuzzy yang akan kita bangun akan ditampilkan disini. Nama ini dapat kita ubah dengan save as...
- f. Pop-up menu yang digunakan untuk mengatur fungsi-fungsi penalaran fuzzy, seperti : AND, OR, fungsi implikasi, fungsi komposisi aturan (agregasi) atau metode defuzzifikasi.
- g. Kolom edit, digunakan untuk mengedit nama input atau output.
- h. Help, digunakan untuk mencari tahu informasi lebih lanjut tentang kerja FIS Editor.

2. Tahap Fuzzifikasi

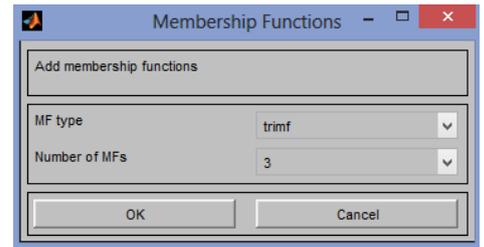
Langkah selanjutnya yaitu tahap fuzzifikasi dimana pada tahap ini meliputi penentuan range setiap variabel sistem dengan meng-klik menu “edit” pada FIS Editor lalu pilih dan klik “Membership Function” maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 12. Edit

fungsi keanggotaan seperti yang terlihat pada gambar 12 berfungsi untuk mengedit fungsi keanggotaan himpunan fuzzy untuk tiap-tiap variabel input dan output. Editor ini dapat dipanggil dengan memilih menu View-Edit membership function atau menekan tombol Ctrl+2 atau dengan menekan 2 kali (double-click) ikon variabel input atau variabel output.



Gambar 12 : Tampilan Membership Function Editor
Keterangan :

- Menu pilihan untuk menyimpan, membuka, mengedit, dan melihat sistem fuzzy.
- Daerah variabel, untuk mengedit fungsi keanggotaan salah satu variabel, tekan satu kali.
- Membership function plots ini akan menampilkan semua fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada suatu variabel.
- Garis merah untuk mengedit atribut suatu fungsi keanggotaan himpunan fuzzy (nama, tipe, parameter) cukup tekan satu kali.
- Name, menunjukkan nama variabel.
- Range, Display Range merupakan daerah untuk mengedit range variabel yang akan ditampilkan.
- Mf1, kolom untuk mengedit nama himpunan fuzzy yang ditunjuk.
- Pop-up menu untuk memilih tipe atau jenis fungsi keanggotaan himpunan fuzzy yang ditunjuk.
- Params, daerah untuk mengedit parameter-parameter himpunan fuzzy yang ditunjuk.

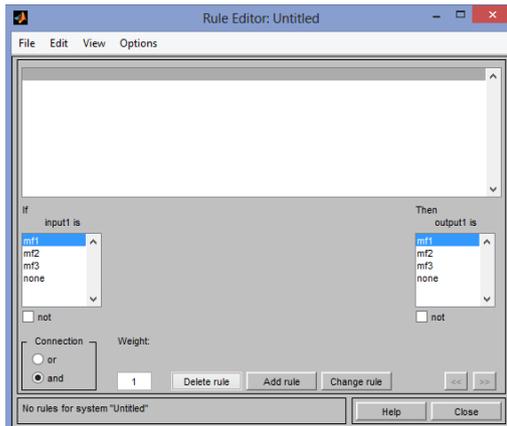


Gambar 13 : Membership Functions

- Pada FIS variabel Input Vol.Cairan pilih “trimf” pada “MF Type”, pada “Number of MFs” beri angka 4 lalu klik ok. Maka akan muncul 4 kurva segi tiga pada Membership Function Plots dengan range 0 sampai 4 sesuai dengan angka yang telah di isi pada box sebelah kiri tepatnya pada kotak putih range lalu klik kotak putih display range.
- Klik satu kali pada salah satu kurva paling kiri, kemudian isi kotak putih name menjadi sangat buruk pilih type trams dan isi kotak putih params dengan [0 0 2 2.5]
- Pilih kurva selanjutnya dan isi name dengan buruk kemudian pilih type trImf dan params diisi dengan [2 2.5 3].
- Lalu pilih kurva selanjutnya dengan memberi name cukup kemudian pilih type trImf dan params diisi dengan [2.5 3 3.5]
- Kemudian pada kurva paling kanan isi name dengan baik dan pilih type trams jangan lupa params-nya diisi dengan [3 3.5 4 4].
- Sedangkan untuk variabel input dan output yang lain prosesnya sama seperti diatas.

3. Tahap Inferensi

Setelah proses penentuan fungsi keanggotaan dari keseluruhan variabel maka selanjutnya dilakukan penentuan aturan yang menunjukkan kinerja dan sistem. Pada tahap ini dilakukan dengan pilih dan klik pada menu “Edit” pada Membership Funchion Editor lalu pilih “Rules”, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 14.



Gambar 14 : Tampilan Rule Editor

Keterangan :

- a. Menu pilihan untuk menyimpan, membuka, mengedit dan melihat sistem fuzzy.
- b. Kolom besar berisi daerah yang berisi aturan-aturan fuzzy.
- c. Listbox yang himpunan-himpunan fuzzy untuk input1.
- d. Listbox yang himpunan-himpunan fuzzy untuk output1.
- e. Connection, pilihan operator yang digunakan.
- f. Delete rule, tombol untuk menghapus aturan yang ditunjuk.
- g. Weight, bobot untuk aturan yang ditunjuk.
- h. Change rule, untuk mengubah aturan yang ditunjuk.

Untuk aturan pertama menyisipkan kaidah IF-THEN pertama dengan memilih inputan pada Vol.Cairan, lalu inputan dari Kec.Putar, dan inputan pada Temp.Mesin kemudian pilih output pada jenis kerusakan, lalu klik button “Add rule” sehingga hasilnya sama seperti pada tampilan di atas, lakukan hal yang sama hingga memperoleh 19 aturan. Apabila terdapat kesalahan pada aturan yang dibuat, dapat diubah dengan memilih aturan yang akan diubah kemudian ganti dengan aturan yang betul dan klik “change rule”. Untuk menghapus aturan dilakukan dengan memilih aturan yang akan dihapus kemudian klik “Delete rule”.

Keputusan yang diberikan oleh fuzzy controller berasal dari rule-rule yang ada pada basis data. Keputusan-keputusan ini disimpan sebagai kumpulan rule. Dasarnya rule-rule tersebut adalah sebuah rule if-then yang intuitif dan mudah dimengerti, karena hanya

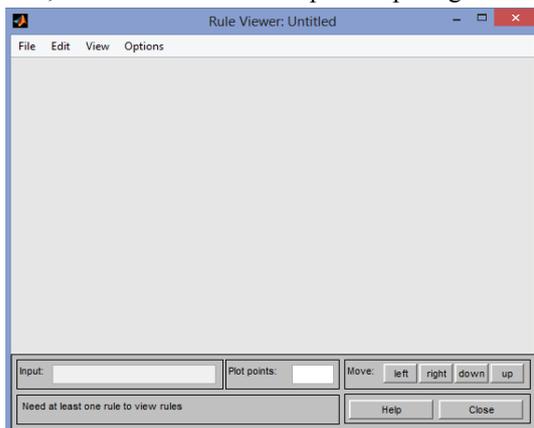
merupakan kata-kata. Terdapat 19 rule yang akan menghasilkan output, yaitu :

1. If (Vol.Cairan is Sangat_Buruk) and (Kec.Putar is rendah) and (Temp.Mesin is normal) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- i. If (Vol.Cairan is Sangat_Buruk) and (Kec.Putar is rendah) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- j. If (Vol.Cairan is Sangat_Buruk) and (Kec.Putar is idle) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- k. If (Vol.Cairan is Sangat_Buruk) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- l. If (Vol.Cairan is Buruk) and (Kec.Putar is rendah) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- m. If (Vol.Cairan is Buruk) and (Kec.Putar is idle) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- n. If (Vol.Cairan is Buruk) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is normal) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- o. If (Vol.Cairan is Buruk) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- p. If (Vol.Cairan is Cukup) and (Kec.Putar is rendah) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- q. If (Vol.Cairan is Cukup) and (Kec.Putar is idle) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- r. If (Vol.Cairan is Cukup) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- s. If (Vol.Cairan is Cukup) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is normal) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- t. If (Vol.Cairan is Cukup) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is cool) then (Jenis_Kerusakan is sedang) (1)
- u. If (Vol.Cairan is Cukup) and (Kec.Putar is idle) and (Temp.Mesin is cool) then (Jenis_Kerusakan is sedang) (1)
- v. If (Vol.Cairan is Baik) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is cool) then (Jenis_Kerusakan is ringan) (1)

- w. If (Vol.Cairan is Baik) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is normal) then (Jenis_Kerusakan is sedang) (1)
- x. If (Vol.Cairan is Baik) and (Kec.Putar is tinggi) and (Temp.Mesin is hot) then (Jenis_Kerusakan is tinggi) (1)
- y. If (Vol.Cairan is Baik) and (Kec.Putar is idle) and (Temp.Mesin is normal) then (Jenis_Kerusakan is sedang) (1)
- z. If (Vol.Cairan is Baik) and (Kec.Putar is idle) and (Temp.Mesin is cool) then (Jenis_Kerusakan is ringan) (1)

4. Tahap Defuzzifikasi

Pada tahap ini dikenal dengan proses defuzzifikasi dimana kita beralih pada tampilan aturan yang telah dibuat. Caranya mudah dengan klik menu “view” pada rule Editor kemudian pilih dan klik “rules”, maka akan muncul tampilan seperti gambar 20.



Gambar 15 : Tampilan Rule Viewer

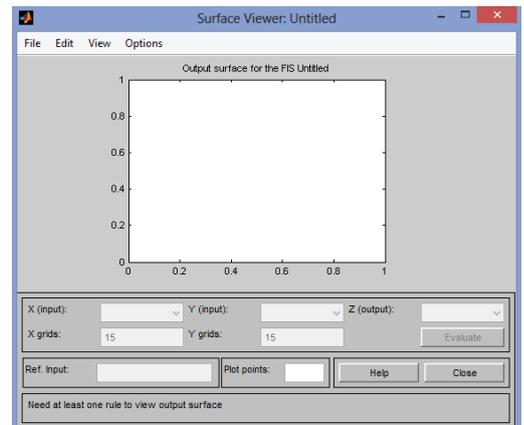
Keterangan :

- Setiap aturan diplot per baris, sementara setiap variable diplot dalam bentuk kolom.
- Tiga kolom pertama adalah bagian aturan dengan menggunakan “IF” (menyatakan kondisi). Sementara dua kolom berikutnya adalah bagian aturan dengan menggunakan “THEN” (merupakan action atau pengambilan keputusan).
- Aturan pada tiga kolom pertama yang diplot dengan warna kuning menyatakan aturan yang memenuhi sedangkan aturan pada dua kolom berikutnya yang diplot warna biru mengatakan hasil atau pengambilan keputusan. Hasil dapat ditunjukkan dalam bentuk nilai tepat yaitu nilai yang ditunjukkan oleh Jenis Kerusakan

- Kita dapat memberi nilai masukan sesuai dengan yang kita mau yang terdapat kotak “input” ataupun dengan men-drag garis merah vertikal.

5. Tahap Pembentukan 3-D

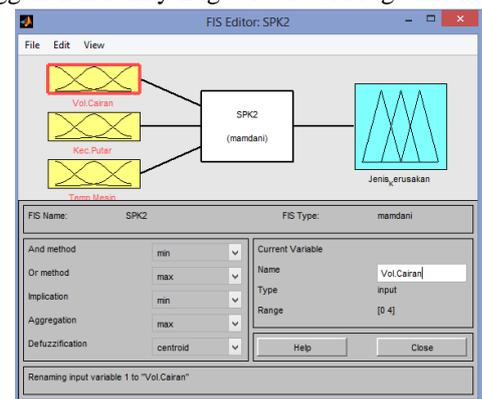
Langkah terakhir dari aplikasi kelima fasilitas pada GUI toolbox “fuzzy logic” yaitu surface viewer yang dibuat dengan meng-klik menu “view” pada Rule Viewer lalu pilih dan klik “View surface”. Tampilan surface viewer dalam bentuk tiga dimensi dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini :



Gambar 16 : Tampilan Surface Viewer

3.2 Hasil

Berikut ini diberikan tampilan-tampilan hasil dari setiap tahap proses kerja sistem dengan menggunakan Fuzzy Logic Toolbox Program Matlab :

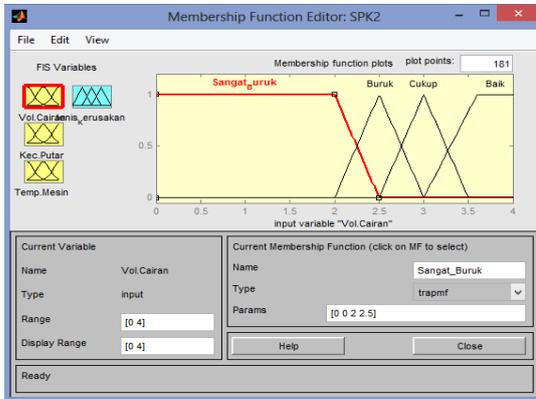


Gambar 17: Hasil FIS Editor Dengan Variabel Masukan Vol.Cairan Aktif

Berikut adalah variable linguistik yang akan digunakan.

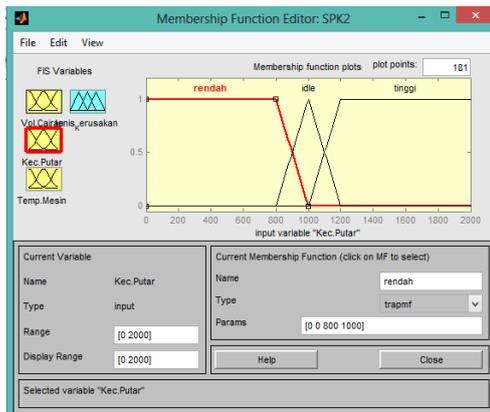
Variable *input* :

- Volume Cairan : sangat buruk, buruk, cukup, dan baik



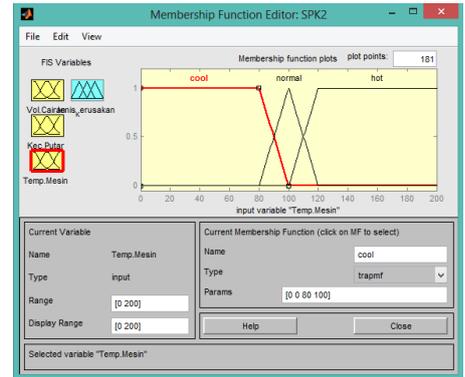
Gambar 18 : Hasil Membership Function Editor Dengan Variabel Masukan Vol.Cairan & Himpunan Sangat buruk Aktif

- Kecepatan Putar : rendah, idle, dan tinggi

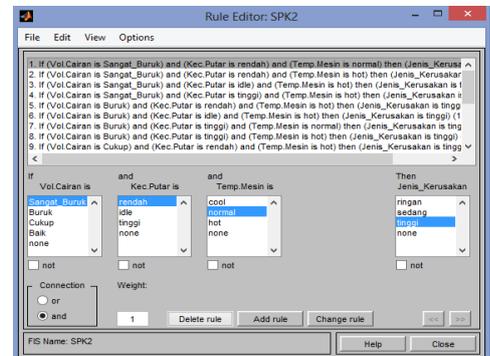


Gambar 19 : Hasil Membership Function Editor Dengan Variabel Masukan Kec.Putar & Himpunan rendah Aktif

- Temperatur Mesin : cool, normal, dan hot



Gambar 20 : Hasil Membership Function Editor Dengan Variabel Masukan Temp.Mesin & Himpunan Cool Aktif

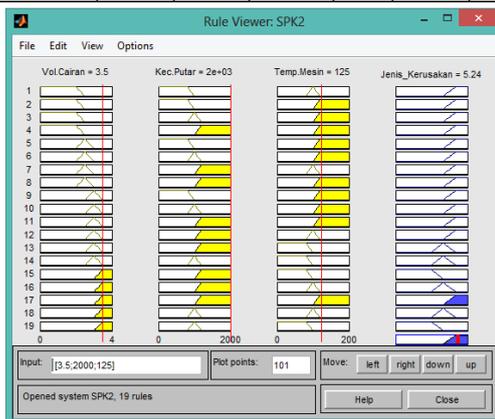


Gambar 21 : Hasil Rule Editor

Untuk menguji sistem inferensi fuzzy dicari beberapa data dari bengkel mengenai kerusakan sistem pendingin mesin. Kemudian diinputkan pada rule viewer matlab seperti di bawah ini.

Tabel 2 Perbandingan Fuzzy Logic Program Matlab dengan Analisa Bengkel

No	Jenis Mobil	Input			Output (Jenis Kerusakan)		
		Vol.Cairan (liter)	Kec.Putar (rpm)	Temperatur (Celsius)	Fuzzy Output	Fuzzy Logic	Analisa Bengkel
1	BMW 318 i	3.5	2000	125	5.24	Tinggi	Tinggi
2	Ford Escape	3.7	2000	100	4	Sedang	Sedang
3	Avanza	3.5	1500	100	4	Sedang	Tinggi
4	Tanuna	3	1700	100	5.24	Tinggi	Tinggi
5	All new corrola	3.5	1700	100	4	Sedang	Tinggi
6	Honda Jazz	3.2	1750	120	5.16	Tinggi	Tinggi
7	Honda CR-V	2.8	1500	110	5.13	Tinggi	Tinggi
8	New Panther	3.3	1600	120	5.16	Tinggi	Tinggi
9	Honda Civic	3.5	1500	100	4	Sedang	Tinggi
10	Kijang LGX	3.4	1650	100	4.28	Sedang	Tinggi
11	Kijang LGX	3.8	950	90	2.36	Ringan	Ringan
12	Toyota Yaris	3.6	1450	100	4	Sedang	Sedang
13	Honda CR-V	3.4	1500	100	4.28	Sedang	Sedang
14	New Panther	3.9	1350	90	2.36	Ringan	Ringan
15	Suzuki Escudo	3.5	1050	110	4.4	Sedang	Ringan
16	Toyota Soluna	3.6	1000	100	4	Sedang	Ringan
17	Honda Jazz	3.1	1300	120	4.85	Sedang	Sedang
18	Honda Civic	3.9	900	90	2.36	Ringan	Ringan
19	Grand Livina	3.6	1800	120	5.24	Tinggi	Tinggi
20	Avanza	3	1200	110	5.13	Tinggi	Tinggi
21	Avanza	2.2	1700	120	5.16	Tinggi	Tinggi
22	Xenia	3.7	1200	90	2.36	Ringan	Ringan
23	Toyota Yaris	2.8	1750	110	5.13	Tinggi	Tinggi
24	Panther	3.7	1750	100	4	Sedang	Sedang
25	Kijang	2.5	1500	100	5.24	Tinggi	Tinggi



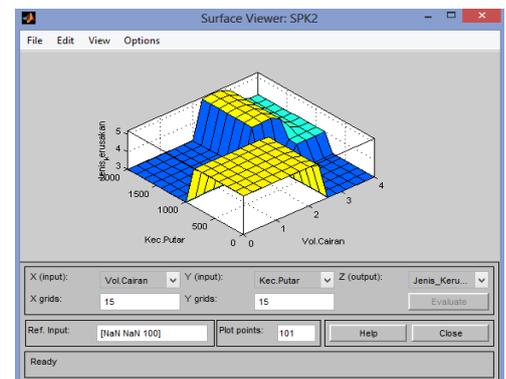
Gambar 22 : Pengujian data dengan rule viewer

Keterangan :

- Kolom kuning menunjukkan variabel input yang digunakan dalam aturan.
- Kolom biru menunjukkan variabel output yang digunakan dalam aturan.
- Tiap-tiap baris menunjukkan satu aturan. Apabila ingin mengetahui aturan tersebut, tekan nomor aturan satu kali, kemudian akan muncul aturan tersebut pada status bar.
- Kombinasi output dari tiap aturan yang terbentuk dari fungsi komposisi (agregasi) yang digunakan, kemudian dilanjutkan dengan proses defuzzifikasi.

Dari data di atas dapat kita lihat bahwa ketiga variabel input sangat mempengaruhi hasil diagnosis kerusakan sistem. Contoh pada data No 1 jenis mobil BMW 318 i dengan Vol.Cairan 3.5 liter, Kec.Putar 2000 rpm, Temp.Mesin 125 C hasil dari bengkel dengan keadaan seperti itu menunjukkan mobil tersebut mengalami kerusakan tinggi dengan tingkat kerusakan 5 – 6 komponen yang bermasalah. Sedangkan hasil diagnosis sistem mobil BMW 318 i terdapat 5.24 komponen yang bermasalah maka dapat dikatakan sistem pendingin juga mengalami kerusakan tinggi. Dari data diatas dapat kita ketahui bahwa terdapat selisih antar hasil perhitungan dengan fuzzy matlab dengan hasil analisis bengkel yang sebenarnya. Misalkan pada data No 3 mobil avanza , hasil perhitungan dengan matlab menunjukkan bahwa mobil tersebut mengalami kerusakan sedang dengan nilai kerusakan 4 komponen. Sedangkan data dari bengkel menunjukkan mobil tersebut mengalami kerusakan tinggi. Namun penentuan keputusan dengan fuzzy ini mencerminkan hasil yang proporsional dimana atribut-atribut yang ada lebih difungsikan. Terbukti dari 25 data yang ada hanya ada 6 data yang hasil diagnosisnya berbeda.

Untuk mengetahui keterkaitan antara variabel-variabel input dengan variabel-variabel output, ditunjukkan dengan surface viewer seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 23 : Hasil Surface Viewer Dengan Variabel Masukan Vol.Cairan dan Kec.Putar serta Variabel Keluaran Jenis Kerusakan

Keterangan :

- Jenis kerusakan, menunjukkan variabel output sedangkan Kec.Putar dan Vol.Cairan menunjukkan variabel input

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data data yang diperoleh dari bengkel dan diolah secara manual oleh mekanik, serta dianalisa dengan metode fuzzy dan diuji menggunakan software MATLAB dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Simulasi pengendali logika fuzzy dengan menggunakan fuzzy logic toolbox akan diperoleh hasil defuzzifikasi lebih cepat dari pada secara manual. Nilai masukan berupa Vol.Cairan, Kec.Putar, dan Temp.Mesin diinput pada Rule Viewer maka hasil defuzzifikasi juga langsung tampak pada Rule Viewer. Perbedaan antara hasil defuzzifikasi manual dan defuzzifikasi menggunakan fuzzy logic toolbox disebabkan oleh metode defuzzifikasi yang digunakan.
2. Dengan hasil analisis matlab kita dapat melihat tampilan 3 dimensi yang menampilkan hasil keterkaitan antara input dan output.
3. Fuzzy Logic terbukti mampu melakukan proses pengambilan keputusan untuk kasus kerusakan sistem pendingin mesin.
4. Dari sistem yang dibuat diperoleh tingkat akurasi sistem dengan analisa bengkel sebesar 76% dari 25 sampel data dengan 19 sampel yang sama dan 6 sampel yang berbeda.

4.2 Saran

Hasil penelitian ini mungkin jauh dari kesempurnaan untuk perbaikan pengembangan yang lebih lanjut, hal- hal yang disaran penulis yaitu penambahan data set dan tambahan rule yang lebih banyak supaya dapat mengetahui tingkat keakuratan sistem lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Taani, A. T. (2007). An Expert System for Car Failure Diagnosis. World Academy of Science, Engineering and Technology , 477-480.
- Hasibuan, P. Z. (2007). Metodologi Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.
- Kusumadewi, S. (2004). Artificial Intelligence. Graha Ilmu.

- Matondang, F., Kusumawati, R., & Abidin, Z. (2011). Fuzzy Logic Metode Mamdani Untuk Membantu Diagnosa Dini Autism Spectrum Disorder. MATICS Vol. 4 No. 3 , 110-116.
- Ramadiani, & Nurbasar. (2011). Sistem Pakar Identifikasi Kerusakan Pada Mobil. Jurnal Informatika Mulawarman , 29-38.
- Satwika, I. B. (2012). Rancang Bangun Sistem Diagnosis Kerusakan Pada Mobil Menggunakan Metode Forward Chaining. Jeliku Vol 1 No. 2 , 66-72.