

DETEKSI TINGKAT KERUSAKAN SISTEM KELISTRIKAN PADA MOBIL MENGGUNAKAN ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM

Rizky Prabowo^{1*}, Zuliana Nurfadlilah², Favorisen Rosyking Lumbanraja³, Didik Kurniawan⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Ilmu Komputer,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Lampung
*e-mail koresponden: rizky.prabowo@fmipa.unila.ac.id

Abstract

The automotive industry in Indonesia has significant increase in the past decade. A famous car company opened a manufacturing branch to increase its production capacity in Indonesia. An increase in sales is directly proportional to an increase in service to customers. Damage on electrical system is the majority of modern car. Unfortunately, car users have minimal knowledge of car electricity. This article describes the technique of detecting the level of damage to a car's electrical system using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Anfis) concept. As a case study in designing the system in question is the electrical system on the Toyota Avanza. Formation of a fuzzy inference system which is used for the system formation process through a GUI-based interface design (Graphic User Interface). The output of the system is a fuzzy analysis based on the membership function of the Gaussian, Triangular and Trapezoid methods to obtain an analysis of the level of damage to the electrical system on a Toyota Avanza. From the results of the system test for starter system, firewire system and lighting system, it is concluded that the analysis of the level of damage to the electrical system on the car using Anfis based on the Gaussian membership function model is more accurate (reach 85%) in predicting the level of damage to the analyzed electrical system.

Keywords: Anfis, Electrical System, Fuzzy Inference System, Toyota Avanza

Abstrak

Industri otomotif di Indonesia mengalami peningkatan signifikan dalam kurun waktu satu dekade belakangan ini. Perusahaan mobil terkenal membuka pabrik manufaktur untuk meningkatkan kapasitas produksinya di Indonesia. Peningkatan penjualan berbanding lurus dengan peningkatan layanan kepada pelanggan. Kerusakan sistem kelistrikan merupakan kerusakan yang mayoritas dialami pengguna kendaraan mobil terbaru masa kini. Sayangnya, pengguna kendaraan mobil memiliki pengetahuan yang kurang tentang kelistrikan. Artikel ini mendeskripsikan tentang teknik mendeteksi tingkat kerusakan sistem kelistrikan mobil dengan menggunakan konsep Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Sebagai studi kasus dalam mendesain sistem yang dimaksud adalah sistem kelistrikan pada Mobil Toyota Avanza. Pembentukan fuzzy inference system yang kemudian digunakan untuk proses pembentukan sistem melalui desain interface

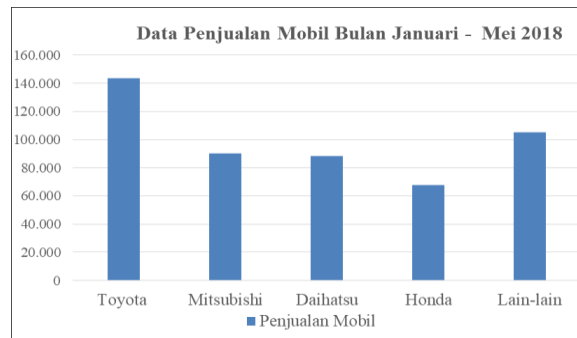
berbasis GUI (Graphic User Interface). Keluaran dari sistem yang dibuat adalah analisa fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan metode Gaussian, Triangular dan Trapezoid untuk mendapatkan analisa tingkat kerusakan sistem kelistrikan pada mobil Toyota Avanza. Dari hasil uji sistem yang dilakukan pada sistem starter, sistem pengapian dan sistem penerangan diperoleh kesimpulan analisis tingkat kerusakan sistem kelistrikan pada mobil dengan menggunakan Anfis berdasarkan model membership function Gaussian adalah lebih akurat (mencapai 85%) dalam menduga tingkat kerusakan sistem kelistrikan yang dianalisa.

Kata kunci: *Anfis; Fuzzy Inference System; Sistem Kelistrikan; Toyota Avanza*

1. PENDAHULUAN

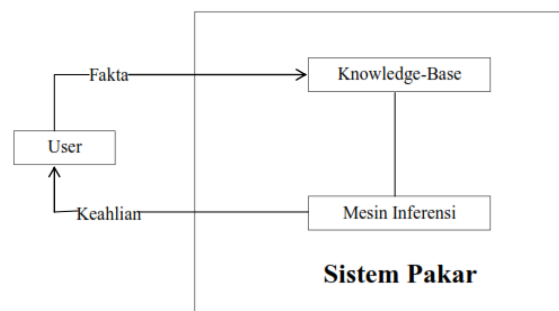
Perkembangan industri otomotif di Indonesia dirasakan telah meningkat sangat pesat. Ini dapat dilihat dari banyaknya perusahaan mobil terkenal membuka pabrik manufaktur atau meningkatkan kapasitas produksinya di Indonesia. Berdasarkan data yang terdapat pada CNN Indonesia [1] dari bulan Januari hingga Mei 2018 penjualan domestik berjumlah 494.778 unit. Informasi yang diberikan dalam Gambar 1, selama lima bulan, Toyota menjual 143.440 unit, diikuti dengan Mitsubishi 90.146 unit, Daihatsu 88.209 unit, Honda 67.598 unit, dan lain-lain. Salah satu jenis mobil dari Toyota yang saat ini tingkat penjualannya tinggi adalah Toyota Avanza. Pengaruh faktor budaya, faktor sosial, faktor karakteristik individu dan faktor psikologis yang mempengaruhi penjualan pada Toyota Avanza ini meningkat di pasaran [2]. Toyota meluncurkan Toyota Avanza pada tahun 2003 karena keprihatinan atas lambatnya pertumbuhan penjualan Toyota Kijang setelah melakukan riset pasar menyeluruh untuk memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan Indonesia. [3]

Permasalahan yang sering ditemukan di masyarakat pengguna mobil adalah kerusakan sistem kelistrikan mobil. Pada prinsipnya ada beberapa jenis kerusakan yang dapat dijumpai pada sebuah mobil. Namun kerusakan sistem kelistrikan ini sering dijumpai pada mobil-mobil masa kini yang sudah menggunakan sistem digitalisasi. Bila sistem kelistrikan dapat diatasi, akan memberikan manfaat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan paparan emisi knalpot pada kendaraan [4]. Selain itu, manfaat yang dirasakan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, dan memungkinkan sumber energi terbarukan untuk transportasi [5]. Dampak negatif dari sistem kelistrikan yang buruk pada sebuah mobil adalah kebocoran kabel busi. Kebocoran kabel busi tersebut dapat menyebabkan konslet pada kendaraan yang kemudian mengeluarkan api diantara kabel busi dan ground sehingga menyebabkan kebakaran.



Gambar 1. Data Penjualan Mobil dari Bulan Januari – Mei 2018 [1].

Beberapa konsep dasar tentang sistem pakar menjadi acuan sistem informasi yang dibangun dalam penelitian yang dilakukan. Sebagaimana diketahui bahwa sistem pakar (*expert system*) merupakan sebuah sistem yang kinerjanya meniru/mengadopsi keahlian yang dimiliki seorang pakar dalam bidang tertentu ke dalam sebuah sistem atau program komputer yang dapat digunakan oleh pengguna yang bukan seorang pakar sehingga diperoleh sebuah keputusan layaknya seorang pakar (Gambar 2) [6] [7] [8].



Gambar 2. Konsep dasar sistem pakar [6].

Penelitian berkenaan dengan sistem informasi kepakaran harus berupa sistem informasi yang dibuat dan dibutuhkan bagi pengguna untuk meningkatkan ketersediaan kepakaran atau keahlian berupa sebuah sistem komputer, mengurangi biaya jasa seorang pakar, lebih permanen dalam hal eksistensi ilmu pengetahuan, dan lebih rinci dalam penjelasan hingga diperoleh kesimpulan yang meyakinkan [7]. Selain itu beberapa komponen program sistem informasi yang disarankan mutlak harus ada komponen basis pengetahuan, basis data, dan mesin inferensi [8]. Selain hal penting dalam membuat sistem kepakaran adalah metode pendekatan dalam membangun sistem informasi. Dalam hal ini pendekatan secara matematis menggunakan konsep logika kabur (*fuzzy logic*) dapat menjadi opsi dalam penelitian yang dilakukan.

Pada prinsipnya *fuzzy logic* merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (*true*) dan kesalahan (*false*). Contoh penerapan *fuzzy logic* pada aplikasi pengontrol suhu ruangan, prediksi cuaca, dan pengelolaan keuangan. Konsep logika *fuzzy*

dapat mudah dipahami karena kesederhanaannya [9]. Terdapat beberapa alasan untuk menggunakan logika fuzzy, yaitu mudah dimengerti dan fleksibel, sederhana, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi non-linear yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, dan berdasarkan bahasa alami [10]. Salah satu penggunaan logika fuzzy yang cukup dikenal adalah Fuzzy Inference System/ FIS. FIS merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN dan penalaran fuzzy. Salah satu teknik inferensi fuzzy yang umum digunakan adalah metode Mamdani [11]. Dalam metode Mamdani terdapat 4 (empat) tahapan dalam melakukan proses terhadap variabel input yaitu Fuzzification, Rule Evaluation, Rule Agregation, dan Defuzzification. Metode Mamdani memiliki 3 (tiga) fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan yang direpresentasikan oleh kurva Gaussian, segitiga, dan trapesium [12].

Beberapa hasil penelitian terkait dengan sistem pakar, misalnya [13] yang telah melakukan penelitian untuk mendiagnosa penyakit hipertiroid melalui metode inferensi fuzzy mamdani. Dalam penelitian tersebut mereka memberikan input berupa skor gejala, dan hasil pemeriksaan darah berupa TSH dan kadar TF4 yang menghasilkan output berupa hasil diagnosa diperoleh akurasi sebesar 95,45%. Selain itu, penggunaan sistem pakar juga dilakukan pada penelitian untuk mengetahui hasil perbandingan jumlah membership dan model Fuzzy terhadap perubahan suhu pada inkubator penetas telur [14]. Dalam penelitian tersebut digunakan 3 jenis membership function, yaitu Gaussian, Trapezoid, dan Triangle. Hasilnya adalah diperoleh rata-rata waktu untuk mencapai kondisi ideal dari suhu awal 35 derajat celsius adalah 36,67 - 41,67 detik.

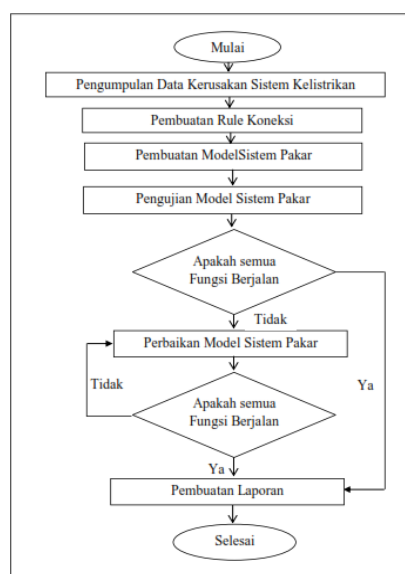
Pada saat ini belum ada sistem pakar yang spesifik ke satu jenis mobil (Avanza tipe S kapasitas 1.500 cc). Pada penelitian ini dibangun sebuah sistem pakar deteksi masalah kelistrikan pada jenis mobil tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Cara menyelesaikan masalah dalam penelitian yang dilakukan meliputi sejumlah langkah-langkah yaitu:

- a. Studi/observasi literatur: Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan dan kajian sejumlah referensi berkenaan dengan kendaraan mobil dan metode penyelesaian masalah berbasis sistem pakar.
- b. Pembatasan masalah: Dalam hal ini jenis kerusakan yang akan di deteksi adalah kerusakan sistem kelistrikan pada Avanza tipe S kapasitas 1.500 cc.
- c. Pengumpulan data (lapangan): Berdasarkan dua langkah sebelumnya dipilih studi kasus terhadap Toyota Avanza. Pengumpulan data kendaraan tersebut dilakukan di dealer resmi Toyota yakni Auto 2000 yang terletak di jalan Raden Intan Bandar Lampung dengan supervisor lapangan (Pakar)

- d. Pembuatan Model Sistem Pakar: Dari data yang diperoleh dilakukan identifikasi kerusakan dan gejala-gejala yang dialami untuk kemudian dibuat rule koneksi dan sistem pakar berbasis teknologi informasi menggunakan perangkat lunak MATLAB R2012b. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan penelitian

- e. Pengujian Model: Pengujian model dimaksudkan adalah melakukan pengujian sistem serta perbaikan sistem yang dilandasi pada informasi yang diberikan Pakar dan output yang diberikan sistem pakar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kerusakan Sistem Kelistrikan pada Mobil Toyota Avanza

Pengumpulan data kerusakan sistem kelistrikan pada penelitian yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data dari *repair manual* Toyota Avanza.

3.2 Klasifikasi Kerusakan Sistem Kelistrikan Pada Mobil Toyota Avanza

Dalam sistem kelistrikan kendaraan mobil terdapat beberapa klasifikasi kerusakan. Dalam sistem pakar yang dibuat ada 10 jenis klasifikasi kerusakan yang dimaksud diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Klasifikasi Kerusakan Sistem Kelistrikan pada Mobil Toyota Avanza

| No. | Jenis Kerusakan | No. | Jenis Kerusakan |
|-----|----------------------------|-----|--------------------------|
| 1. | <i>Meter/ Gauge</i> | 6. | <i>Window</i> |
| 2. | <i>Audio</i> | 7. | <i>Mirror</i> |
| 3. | <i>Door Lock</i> | 8. | <i>Wiper/ Washer</i> |
| 4. | <i>Lighting Interior</i> | 9. | <i>Lighting Exterior</i> |
| 5. | <i>AC/ Air Conditioner</i> | 10. | <i>Horn</i> |

3.3 Nama dan Kode Gejala Kerusakan Sistem Kelistrikan

Terdapat beberapa gejala kerusakan sistem kelistrikan untuk masing-masing klasifikasi kerusakan pada sistem kelistrikan kendaraan mobil yang diberikan dalam Tabel 1. Pada kerusakan *Meter/Gauge* memiliki 16 gejala, kerusakan *Audio* memiliki 13 gejala, kerusakan *Door Lock* memiliki 5 gejala, kerusakan *Lighting Interior* memiliki 4 gejala, kerusakan *AC/ Air Conditioner* memiliki 7 gejala, kerusakan *Window* memiliki 6 gejala, kerusakan *Wiper/ Washer* memiliki 9 gejala, kerusakan *Mirror* memiliki 2 gejala, kerusakan *Lighting Exterior* memiliki 23 gejala, kerusakan *Horn* memiliki 1 gejala.

3.4 Rule Koneksi

Rule koneksi merupakan hal penting dalam desain sistem pakar. *Rule* koneksi dikonstruksi berdasarkan banyaknya gejala pada masing-masing klasifikasi kerusakan sistem kelistrikan. Banyaknya rule koneksi yang terjadi dikalkulasi dengan menggunakan formula 2^n dengan n = banyaknya gejala. Oleh karena itu untuk masing-masing klasifikasi kerusakan yang ada pada sistem dapat dikomputasi sebagai berikut:

- a. *Meter/ Gauge* : $2^{16} = 65.536$ rule koneksi
- b. *Audio* : $2^{13} = 8.192$ rule koneksi,
- c. *DoorLock* : $2^5 = 32$ rule koneksi,
- d. *LightingInterior* : $2^4 = 16$ rule koneksi,
- e. *AC/Air Conditioner* : $2^7 = 128$ rule koneksi,
- f. *Wiper/ Washer*: $2^9 = 512$ rule koneksi,
- g. *Mirror* : $2^2 = 4$ rule koneksi,
- h. *Lighting Exterior* : $2^{23} = 8.388.608$ rule koneksi,
- i. *Horn*: $2^1 = 2$ rule koneksi.

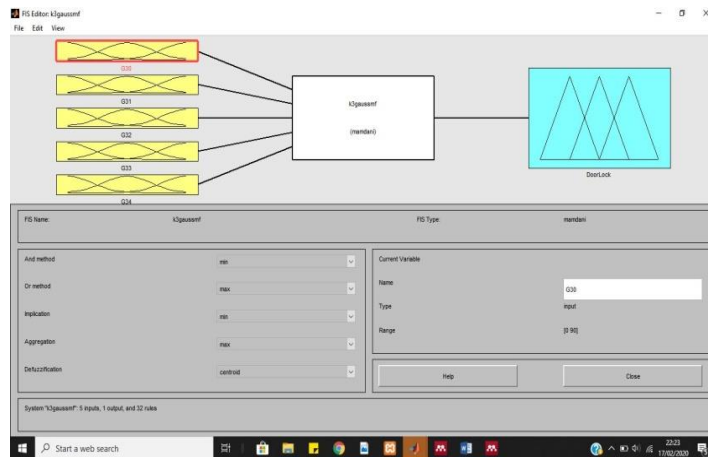
3.5 Model Sistem Pakar

Dalam mendisain sistem pakar untuk mendeteksi tingkat kerusakan sistem kelistrikan pada mobil Toyota Avanza digunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani dengan membandingkan 3 (tiga) model *membership function* yaitu model *Gaussian*, *Triangular* dan *Trapezoid*. Berikut penjelasan rincinya.

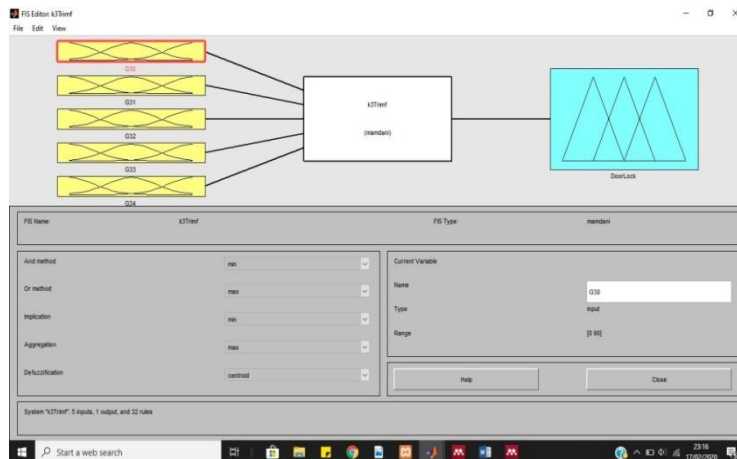
- a. Komponen FIS Mamdani

- 1) *FIS Editor*

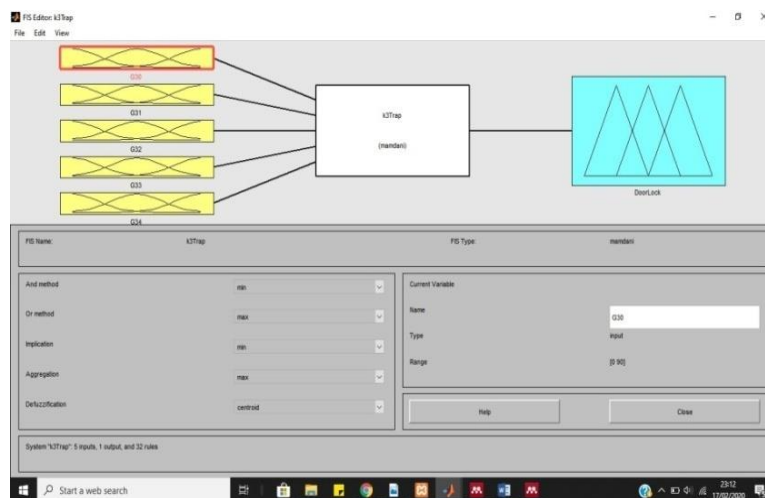
Untuk menampilkan *FIS Editor*, kriteria dan indikator yang sudah dianalisa sebelumnya dijadikan variabel dalam menentukan penilaian terhadap gejala-gejala pada kerusakan sistem kelistrikan. *FIS Editor* untuk model *Gaussian*, *Trapezoid* dan *Triangular* untuk kasus yang dibahas diperlihatkan pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6.



Gambar 4. FIS Editor Mamdani untuk model Gaussian



Gambar 5 FIS Editor Mamdani untuk model Trapezoid



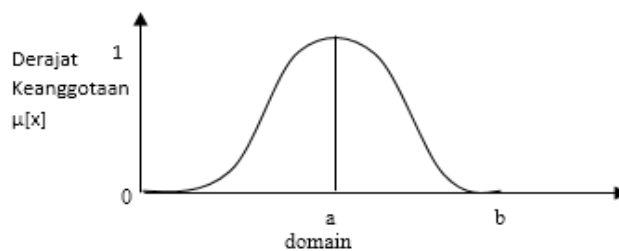
Gambar 6. FIS Editor Mamdani untuk model Triangular

2) Membership Function Editor

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan diantaranya yaitu:

a) Representasi Kurva Gaussian

Representasi kurva *Gaussian* memiliki bentuk yang hampir sama dengan kurva Segitiga dengan permukaan yang tumpul. Biasanya kurva *Gaussian* digunakan untuk mengolah data-data yang acak Representasi kurva *Gaussian* seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Representasi Kurva Gaussian.

Fungsi keanggotaan *fuzzy* dapat dilihat pada Persamaan 1 :

$$\mu[x] = e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

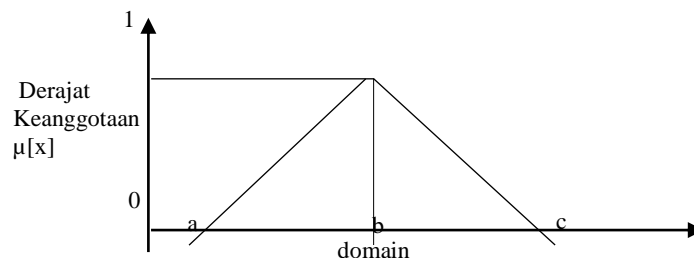
a = nilai domain pada pusat kurva

b = lebar kurva

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

b) Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 8. Representasi Kurva Segitiga, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan dengan bentuk segitiga dimana pada dasarnya bentuk segitiga tersebut gabungan antara 2 garis (linear). Nilai-nilai di sekitar b memiliki derajat keanggotaan turun yang cukup tajam (menjauhi 1).



Gambar 8. Representasi Kurva Segitiga.

Fungsi Keanggotaan *fuzzy* dapat dilihat pada Persamaan 2 :

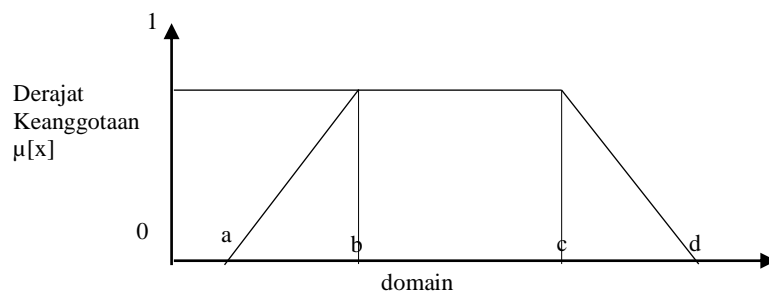
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} ; b \leq x \leq c \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} ; a \leq x \leq b \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan:

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
 b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu
 c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
 x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

c) Representasi Kurva Trapesium

Kurva Trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga karena merupakan gabungan antara dua garis (linier), hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Representasi kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 9. Representasi trapesium ini memiliki 4 parameter {a,b,c,d}.



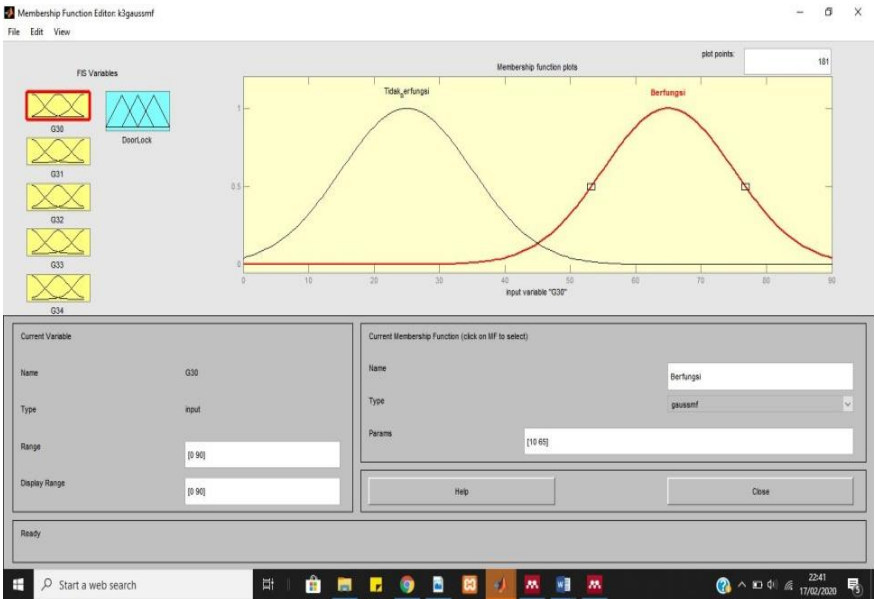
Gambar 9. Representasi Trapesium.

Fungsi Keanggotaan *fuzzy* dapat dilihat pada Persamaan 3 :

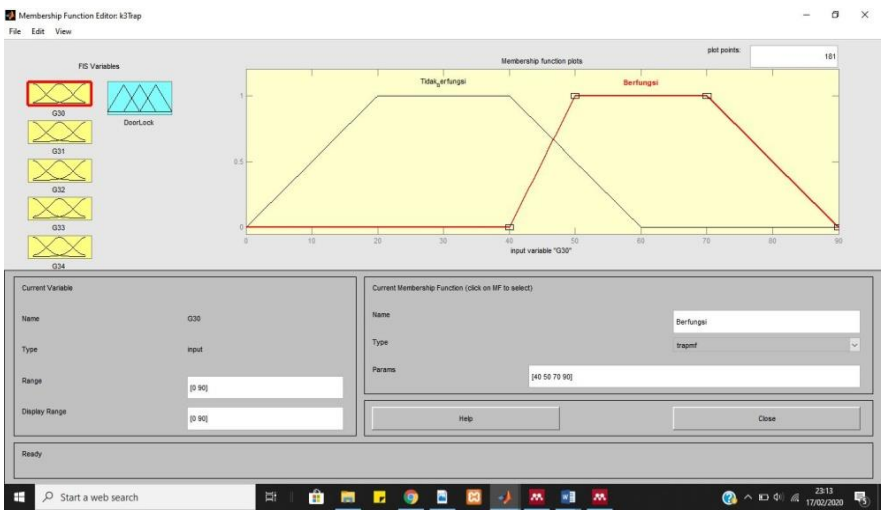
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} ; a \leq x \leq b \\ 1; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} ; x \geq c \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan:

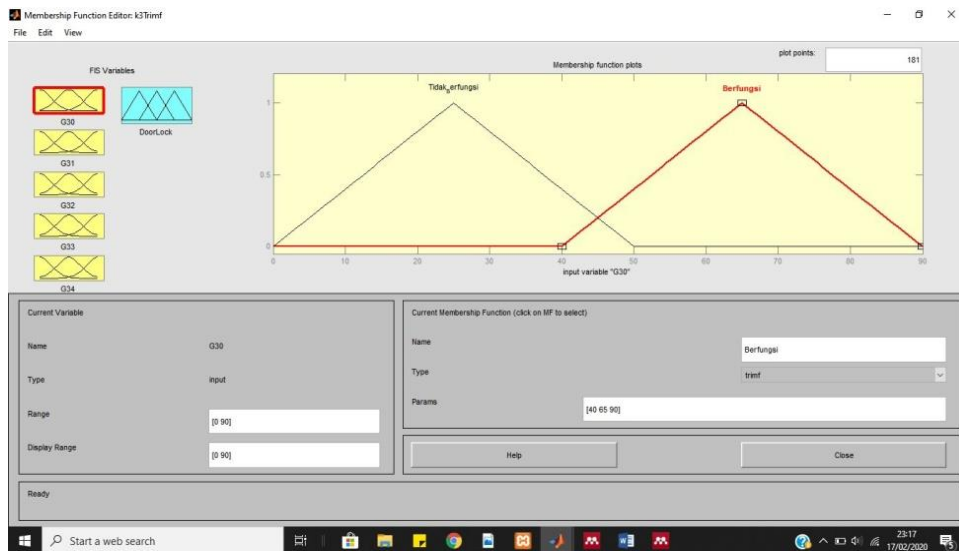
a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
 b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu
 c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu
 d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
 x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*



(a)



(b)

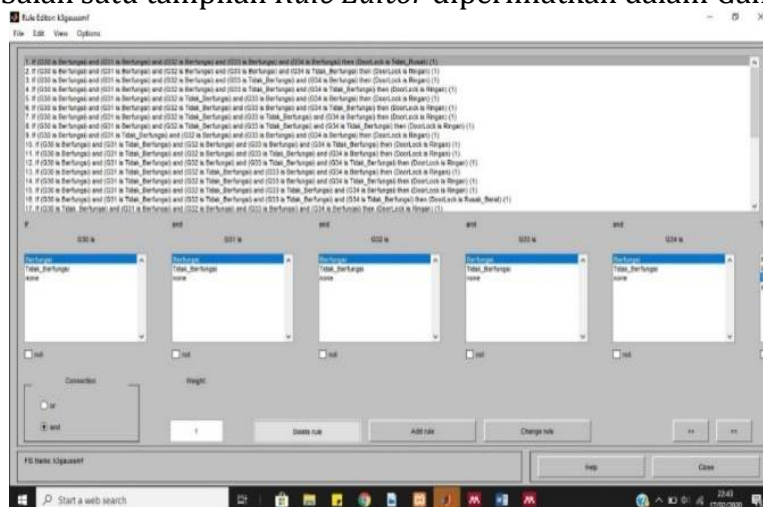


(c)

Gambar 10. *Membership Function* untuk model *Gaussian* (a), *Trapezoid* (b), dan *Triangular* (c).

3) Rule Editor

Tiap aturan merupakan implikasi, setelah himpunan *fuzzy* dibentuk, maka dilakukan pembentukan aturan-aturan *fuzzy*. Pada tahapan ini dibuat daftar *rule* sesuai dengan kebutuhan dan *rule* yang digunakan adalah *rule default* sehingga secara otomatis *rule* dibuat oleh ANFIS. Dapat dicatat bahwa *rule* yang berlaku untuk masing-masing model adalah sama untuk setiap kerusakan. Salah satu tampilan *Rule Editor* diperlihatkan dalam Gambar 11.



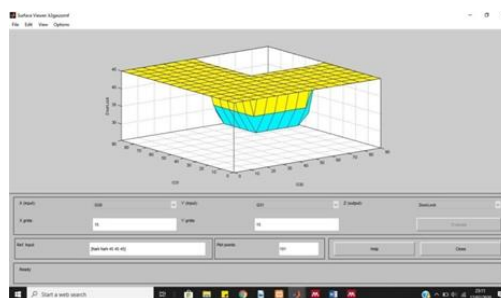
Gambar 11. Tampilan *Rule Editor* Model *Gaussian*

4) *Rule Viewer*

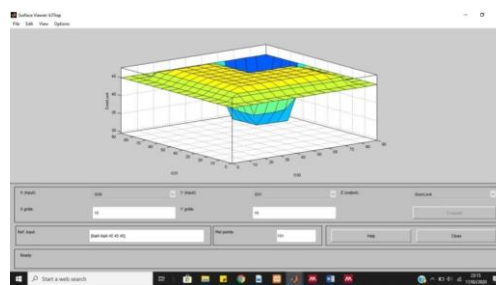
Rule viewer mengimplementasikan fungsi keanggotaan yang telah didefinisikan pada *rules* yang telah dibuat. *Rule Viewer* digunakan untuk melihat alur penalaran *fuzzy* pada sistem yang berisi pemetaan *input* yang diberikan, aplikasi operator dan fungsi implikasi tegas pada *defuzzifikasi*.

5) *Surface Viewer*

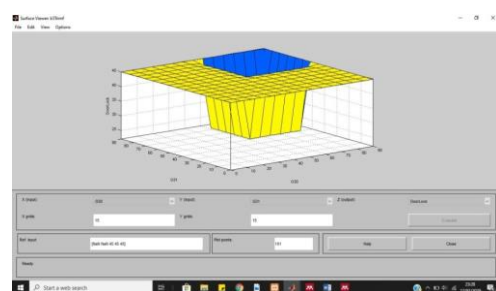
Surface viewer berfungsi untuk melihat grafik tiga dimensi pemetaan antara variabel-variabel *output*. Dalam Gambar 12 diperlihatkan bentuk *Surface Viewer* untuk kasus yang dibahas dengan menggunakan model *Gaussian*, *Trapezoid* dan *Triangular*.



(a)



(b)

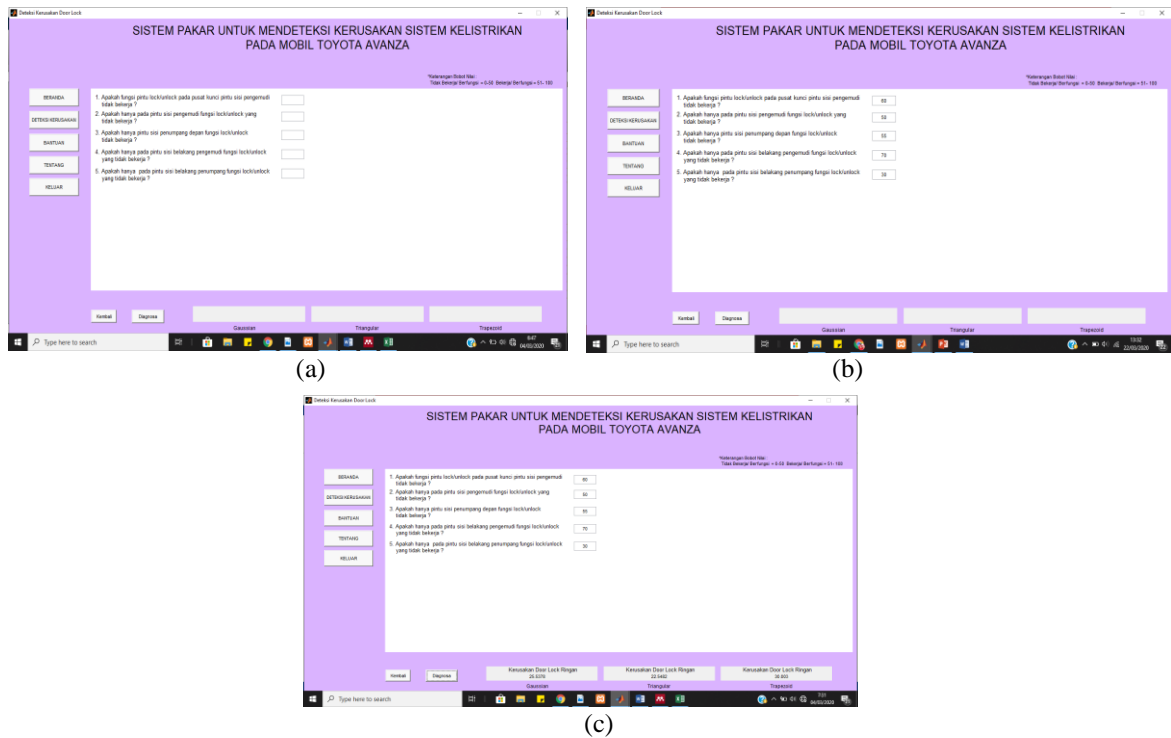


(c)

Gambar 12. *Surface Viewer* untuk model *Gaussian* (a), *Trapezoid* (b), dan *Triangular* (c).

3.6 Implementasi Disain Sistem

Pada setiap halaman terdapat lima menu yang dapat dioperasikan, yaitu Beranda, Deteksi Kerusakan, Bantuan, Tentang, dan Keluar. Untuk *button* keluar tidak ada *interface* karena saat *button* di klik maka sistem langsung keluar. Pada halaman Deteksi Kerusakan, setiap kerusakan yang ingin dideteksi memiliki satu atau lebih pertanyaan berkenaan dengan gejala dari kerusakan yang dialami. Setiap pertanyaan memiliki masukan (*input*) berupa nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Pada Gambar 13 diperlihatkan tampilan sebagian *interface* dari halaman Deteksi Kerusakan.



Gambar 13. *Interface* Halaman Deteksi Kerusakan untuk *input* (a dan b), dan untuk *output* (c).

3.7 Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem ini dilakukan oleh pakar dibidang otomotif untuk menguji dari 3 model *membership function* yaitu, *Gaussian*, *Triangular* dan *Trapezoid* yang *outputnya* sesuai atau mendekati dengan hasil *output* pakar. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Kerusakan Sistem Kelistrikan Pada Mobil Toyota Avanza.

| No. | Nama Kerusakan | Gaussian | Triangular | Trapezoid | Hasil Pakar |
|-----|--------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. | <i>Meter/Gauge</i> | Berat (63.361) | Ringan (45) | Ringan (45) | Berat (80) |
| 2. | <i>Audio</i> | Berat (63.361) | Ringan (45) | Ringan (45) | Ringan (20) |
| 3. | <i>Door Lock</i> | Berat (63.361) | Ringan (45) | Ringan (45) | Berat (80) |

| No. | Nama Kerusakan | Gaussian | Triangular | Trapezoid | Hasil Pakar |
|-----|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-------------|
| 4. | <i>Lighting Interior</i> | Ringan (40.937) | Tidak Terjadi Kerusakan (0) | Ringan (43.915) | Ringan (20) |
| 5. | <i>AC (Air Conditioner)</i> | Ringan (45) | Ringan (44.941) | Ringan (47.760) | Ringan (20) |
| 6. | <i>Window</i> | Ringan (22.364) | Ringan (22.548) | Ringan (44.203) | Ringan (20) |
| 7. | <i>Mirror</i> | Berat (63.361) | Ringan (45) | Ringan (45) | Berat (80) |
| 8. | <i>Wiper/Washer</i> | Ringan (57.104) | Ringan (45) | Ringan (45) | Berat (80) |
| 9. | <i>Lighting Exterior</i> | Berat (63.361) | Ringan (45) | Ringan (45) | Ringan (80) |
| 10. | <i>Horn</i> | Ringan (53.288) | Tidak Terjadi Kerusakan (0) | Berat (61.105) | Ringan (20) |

Hasil yang diperoleh dari pengujian di atas dengan membandingkan 3 model *membership function* dan hasil pakar diperoleh nilai yang berbeda-beda. Bobot nilai yang diberikan oleh model sistem yaitu jika **Tidak Terjadi Kerusakan** nilainya adalah 0, jika **Kerusakan Ringan** nilainya dari 1 – 60 dan **Kerusakan Berat** nilainya dari 61 – 100. Kemudian untuk bobot nilai dari pakar jika **Kerusakan Ringan** nilainya adalah 20, bobot **Kerusakan Berat** nilainya adalah 80 dan **Tidak Terjadi Kerusakan** adalah 0. Perbandingan hasil *output* tersebut yang mendekati nilai bobot pakar terdapat pada model *Gaussian*, karena dari pengujian terdapat 8 dari 10 kerusakan yang nilai *output* model *Gaussian* memperlihatkan hasil nilai hampiran galat yang rendah terhadap nilai bobot pakar, 1 dari 10 kerusakan yang nilai *output* model *Triangular* dan *Trapezoid* yang mendekati nilai bobot pakar, dan 1 dari 10 kerusakan yang nilai *output* model *Triangular* yang mendekati nilai bobot pakar dan akurasi.

4. KESIMPULAN

Dari bagian hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa untuk membangun sistem informasi berbasis ANFIS (*Adaptive Neuro-fuzzy inference system*) khususnya *FISM* dapat dilakukan terhadap pendeteksian kerusakan sistem kelistrikan pada kendaraan mobil khususnya Toyota Avanza. Selain itu, penggunaan sistem pakar untuk kasus yang dibahas menunjukkan bahwa model *membership function Gaussian* lebih akurat (mencapai 85%) dalam perkiraan kerusakan sistem kelistrikan yang dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cnnindonesia.com. Penjualan Kendaraan Meningkat, Toyota Pimpin Pasar Roda Empat. Diakses pada 25 Desember 2018, dari <https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20180628072044-384->

- 309713/penjualan-kendaraan-meningkat-toyota-pimpin-pasar-roda-empat. (2018, 28 Juni)
- [2] Kamase, J. *Influence Factors Cultural Factors Social Factors Characteristic Individual And Psychological Factor On The Decision Purchase Of Car Toyota Avanza In Makassar*. Makassar: IOSR Journal of Business and Management, Vol 19(05), 99–104. 2017
- [3] Harsono, R. *The Impact of Marketing Mix (4P ' S) on Customer Loyalty Towards Toyota Avanza*. Surabaya: iBuss Management, Vol 4(1), 1–7. 2016
- [4] Shen, C., Shan, P., & Gao, T. *A comprehensive overview of hybrid electric vehicles*. International Journal of Vehicular Technology. Volume 2011, Article ID 571683, 7 pages.2011
- [5] KM, X. V, & Raju, I. *Hybrid Electric Vehicles*. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), Vol 50(2). 2017
- [6] Andriani, A. *Pemrograman Sistem Pakar* (MediaKom (ed.); cet. 1). Yogyakarta: PT BUKU SERU. 2017
- [7] Rosnelly, R. *Sistem Pakar Konsep dan Teori* (P. Y. Jati (ed.); 1st ed.). Yogyakarta: ANDI. 2012
- [8] Hayadi, B. H. *Sistem Pakar* (1st ed.). Yogyakarta: Deepublish. 2018
- [9] Irwansyah, E., & Faisal, M. *Advanced Clustering : Teori dan Aplikasi*. Banda Aceh: Deepublish. 2015
- [10] Sujawarta. *Buku Ajar Sistem Fuzzy dan Aplikasinya*. Semarang: Deepublish. 2014
- [11] Kusumadewi, S., & Hartati, S. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2010
- [12] Kusumadewi, S., & Purnomo, H. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2010
- [13] Kamsyakawuni, A., Gernowo, R., & Sarwoko, E. A. *Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Hipertiroid dengan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani*. Jurnal Sistem Informasi Bisnis, 2(2), 58–66. 2012
- [14] Ismawati, D., Syauqy, D., & Prasetio, B. H. *Perbandingan Jumlah Membership Dan Model Fuzzy Terhadap Perubahan Suhu Pada Inkubator Penetas Telur*. Malang: Universitas Brawijaya, Vol 1(6), 476–485. 2017