

IMPLEMENTASI ALGORITMA *FORWARD CHAINING* DAN *CERTAINTY FACTOR* UNTUK MENGETAHUI DIAGNOSA KERUSAKAN MOBIL TOYOTA

Afri Yudha^{1*}, Erry Dwi Prasetyo², Rizki Rizkyatul Basir³

¹Dosen Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

²Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

³Program Studi Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : ibnugazali@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dalam proses diagnosis kerusakan pada kendaraan Toyota. Dengan menggunakan metode ini, akan dilakukan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi kerusakan yang mungkin terjadi berdasarkan gejala atau tanda-tanda yang diamati pada mobil Toyota. Dalam langkah *forward chaining*, akan digunakan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya untuk menghasilkan kesimpulan berdasarkan fakta-fakta yang ada. *Certainty Factor* akan digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan terhadap setiap kesimpulan yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan dukungan bagi teknisi dalam melakukan diagnosis yang efisien dan akurat terhadap kerusakan pada mobil Toyota. Diharapkan penerapan algoritma ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan sistem kecerdasan buatan dan sistem diagnosis otomotif. Hal ini akan membantu mekanik untuk memperoleh informasi mengenai kerusakan secara cepat dan optimal sesuai dengan kondisi saat pengecekan mesin. Dengan menerapkan teknologi aplikasi sistem pakar ini, diharapkan tercipta sebuah revolusi dalam bidang teknologi informasi.

Kata kunci: algoritma *Forward Chaining*, *Certainty Factor*, diagnosa, kerusakan, mobil Toyota, sistem pakar

1. PENDAHULUAN

Diagnostik kerusakan pada kendaraan, termasuk mobil Toyota, merupakan tantangan yang kompleks dalam industri otomotif. Ketepatan dan kecepatan dalam mendiagnosis kerusakan merupakan hal penting untuk meminimalkan waktu perbaikan dan biaya yang dikeluarkan. Namun, seringkali proses diagnosis masih mengandalkan pengetahuan dan pengalaman individu mekanik, yang dapat memunculkan kesalahan dan keterbatasan subjektivitas. Dalam beberapa tahun terakhir, kecerdasan buatan dan sistem pakar telah memperoleh perhatian yang meningkat dalam pengembangan solusi diagnostik otomotif. Algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* merupakan dua metode yang menarik untuk diterapkan dalam mendiagnosis kerusakan mobil Toyota. Metode ini memberikan pendekatan sistematis yang dapat mengidentifikasi kerusakan potensial berdasarkan gejala dan tanda-tanda yang diamati.

Namun, masih ada kebutuhan untuk mengimplementasikan dan menguji efektivitas kedua metode ini dalam konteks spesifik mobil Toyota. Studi sebelumnya yang melibatkan implementasi algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dalam diagnosis kerusakan mobil Toyota masih terbatas dan belum cukup memadai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengimplementasikan kedua algoritma tersebut dalam sistem diagnosis kerusakan mobil Toyota. Dengan menerapkan algoritma *forward chaining* dan *certainty factor*, diharapkan dapat meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kecepatan dalam mendiagnosis kerusakan mobil Toyota. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi teknisi dan mekanik dalam melakukan diagnosis yang lebih efektif dan tepat waktu. Selain itu, penelitian ini juga berpotensi memberikan kontribusi pada perkembangan bidang kecerdasan buatan dan sistem diagnostik otomotif secara lebih luas.

2. TINJAUAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar di ketahui sebagai “sistem berbasis pengetahuan atau *expert system*”, merupakan “sebuah aplikasi komputer yang bertujuan untuk membantu pengambilan keputusan atau memecahkan masalah dalam bidang tertentu” (Ricardo & Fajrin, 2022).

2.2 Bagian-Bagian Mobil

Ida Bagus Dhani Satwika menjelaskan tentang bagian-bagian mobil adalah “bagian-bagian yang saling terkait dan mendukung sistem kerja mesin mobil, dimana mesin mobil beroperasi melalui sistem pembakaran dalam (*internal combustion engine*), yang mengubah energi kimia menjadi energi mekanis melalui pembakaran campuran bensin dan udara, yang menghasilkan ledakan untuk menggerakkan mesin, proses kerja setiap komponen tersebut, yang mencakup sistem pengisian dan pembakaran dalam, sistem transmisi, sistem kemudi, sistem suspensi, sistem rem, sistem kelistrikan, serta sistem pelumasan dan pendinginan, berperan dalam mendukung kinerja keseluruhan mobil” (Adi Iswara et al., 2021).

2.3 Algoritma Sistem

2.3.1 Pendekatan *Foward Chaining*

Metode forward chaining adalah “suatu strategi inferensi dalam sistem ahli yang memulai penalaran dari fakta-fakta menuju kesimpulan”. Forward chaining biasa di definisikan sebagai “pendekatan pengambilan keputusan yang dimulai dari fakta dan bertujuan mencapai kesimpulan akhir”. Pendekatan ini melibatkan pelacakan maju dari masukan, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan aturan-aturan "Jika-Maka" (IF-Then). Jika ada fakta yang cocok dengan bagian "Jika" (IF), maka aturan tersebut dieksekusi (Azmi & Yasin, 2017).

2.3.1 Pendekatan *Certainty Factor*

Definisi *Certainty Factor* menurut David McAllister adalah “metode yang digunakan untuk menentukan apakah suatu fakta bersifat pasti atau tidak pasti dalam konteks sistem pakar”. Logika algoritma Certainty Factor (CF) pertama kali dijelaskan oleh Shortliffe dan Buchanan di tahun 1975 untuk mengatasi kepastian dalam penalaran yang tidak eksak oleh seorang pakar. Dalam analisis informasi, seorang pakar seperti seorang dokter dapat menghadapi ungkapan "mungkin," "kemungkinan besar," atau "hampir seperti" (Azmi & Yasin, 2017)

2.4 OS Android

Android sering disebut “suatu sistem operasi pada perangkat ponsel yang memiliki sifat terbuka dan berbasis Linux”. Android sebagai platform terbuka (*open source*) mempermudah para developer sistem untuk membuat aplikasi kustom (dinamis). Pada awalnya, Android dikembangkan oleh Android, Inc. dengan bantuan dari Google, yang kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2005 (Muslihudin et al., 2018).

2.5 Pemrograman Java

Java adalah salah satu bahasa pemrograman paling populer saat ini. Diperkenalkan oleh James Gosling, seorang insinyur di Sun Microsystems. Salah satu keunggulan Java adalah "*Write Once, Run Anywhere*", yang berarti “kode Java dapat dijalankan di berbagai platform tanpa perlu melakukan penyesuaian ulang”. Sebagai contoh, kode Java bisa beroperasi di sistem Android, Linux, Windows, dan sistem lainnya. (Bachtiar & Fakhrul, 2018).

2.6 XML

XML merupakan sebuah “database yang digunakan untuk memproses dan mengelola data”. Salah satu jenis database yang mampu menangani data dalam format XML adalah XML “Database Xindice”. Database ini dirancang untuk “memudahkan pengolahan dan penyimpanan data XML”. Selain itu ini juga dapat dienkripsi dan didekripsi menggunakan teknik kriptografi (Santoso & Iskandar, 2020).

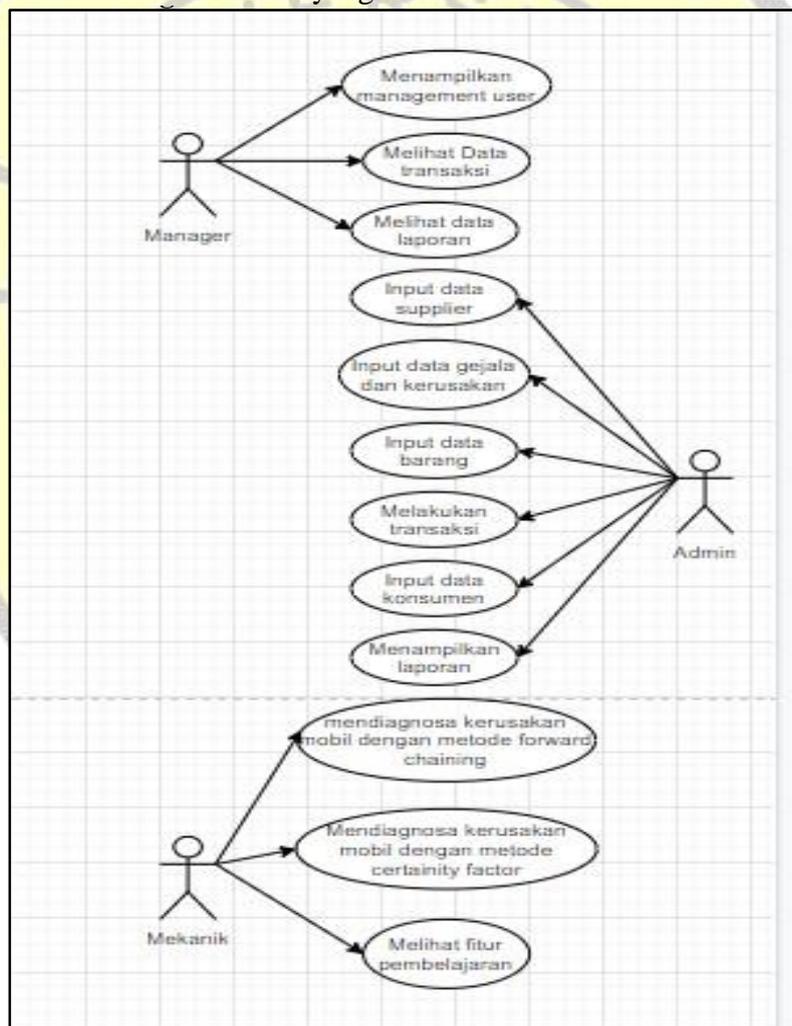
2.7 Diagram UML

Diagram UML “sebuah teknik pengembangan sistem yang menggunakan bahasa grafis sebagai alat untuk mendokumentasikan dan menspesifikasikan sistem”. Diagram Use Case digunakan untuk mengilustrasikan keterkaitan antara sistem dan aktor dalam suatu sistem. Diagram ini memberikan pandangan keseluruhan sehingga penggunaan unsur-unsur dalam diagram ini agak terbatas (Mulyani, 2017).

3. Perancangan Dan Hasil

3.1 Perancangan

Penulis untuk membuat perancangan dalam pembuatan aplikasi kerusakan mobil membuat diagram dalam salah satu UML yang usecase.



Gambar 1. Rancangan Penulis (Use case Diagram)

3.2 Rancangan Sistem Pakar (*Forward Chaining*)

Rancangan Sistem Pakar (*Forward Chaining*): Bagian ini merinci rancangan sistem pakar yang diterapkan oleh penulis, mengikuti langkah-langkah metodologi penelitian yang telah dijelaskan pada dua bagian sebelumnya.

3.2.1 Pengumpulan Data

Melalui melakukan wawancara dengan seorang pakar yang telah saya konsultasikan, yaitu Rendi Renaldi, saya berhasil mengumpulkan contoh data gejala dan kerusakan, diantaranya seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Mengenai Data Gejala Kerusakan Mesin

No	Kode Gejala	Nama Gejala Kerusakan Mesin	Nilai Bobot Pakar
1	G1	Indikator suhu mesin mendekati merah	0,8
2	G2	Mesin mengalami penurunan tenaga	0,6
3	G3	Muncul uap air pada kap mesin	0,8
4	G4	Boros bahan bakar	0,6
5	G5	Akselerasi terhambat	0,8
6	G6	Muncul bau aneh pada sistem pengapian	0,8
7	G7	Tekanan oli menurun	1
8	G8	Ketika distater tidak kuat menyala	0,6
9	G9	Bensin tidak mengalir ke mesin	0,8
10	G10	Kehilangan daya dalam tekanan	0,8

Tabel 2. Kerusakan

No	Kode Kerusakan	Nama Kerusakan	Solusi
1	K1	Air radiator habis	Ganti/isi air radiator yang baru
2	K2	Busi	Ganti busi yang baru
3	K3	Oli	Ganti oli yang baru
4	K4	Aki	Ganti aki yang baru
5	K5	Fuel pump	Ganti fuel pump yang baru
6	K6	Long tie rod	Ganti long tie rod yang baru
7	K7	Kompresor AC	Ganti kompresor AC yang baru

8	K8	Steering rack	Ganti steering rack yang baru
9	K9	Kampas rem	Ganti kampas rem yang baru
10	K10	Tali kopling	Ganti tali kopling yang baru

3.2.2 Pembahasan Pengetahuan

Pada fase ini, para insinyur pengetahuan mengumpulkan pengetahuan dan mengintegrasikannya ke dalam representasi pengetahuan dan basis data. Proses akuisisi pengetahuan dilakukan melalui dua metode yaitu wawancara dengan pakar di lapangan dan observasi. Sebagai bagian dari pengumpulan wawasan tentang gejala dan kerusakan kendaraan, dilakukan wawancara kategoris dengan seorang ahli bernama Rendy Renaldi.

3.2.3 Representasi

Selama fase ini, informasi yang telah dikumpulkan akan diwujudkan dalam format tertentu yang akan disimpan dalam pangkalan data pengetahuan. Dibawah ini adalah tabel ekspresi yang digunakan pada sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan kendaraan yang diperoleh dengan metode ini.

Tabel 3. Solusi Kerusakan

No	Kode Gejala	Kode Kerusakan	Solusi
1	G001	K001	Mula-mula periksa suplay listrik. Barangkali kondisi baterai lemah atau kontak pada terminal.
2	G002	K001	Periksa kabel yang menghubungkan baterai dengan motor starter
3	G003	K001	Perbaiki atau ganti dengan yang baru
4	G003	K002	Perbaiki atau ganti dengan yang baru
5	G004	K002	Periksa pipa penghubung antara pompa injektor dan nosel barangkali ada kebocoran, kencangkan jika ada baut yang longgar
6	G029	K010	Periksa sambungan sistem kemudi, Stel pemasangan roda gigi kemudi, ganti bantalan roda jika sudah aus
7	G030	K010	Periksa baut pusat pegas yang menimbulkan efek pengemudi yang sulit dikontrol sehingga kendaraan tidak stabil
8	G035	K013	Periksa minyak rem dengan melihat permukaan reservoir
9	G036	K013	Periksa pada sistem rem yaitu tutup silinder rem, periksa karet-karet penutup pada sambungan pipa
10	G037	K013	Stel pada bidang gesek/sepatu rem
11	G018	K006	Stel sesuai dengan ketentuan
12	G019	K006	Ganti kampas kopling
13	G020	K006	Periksa jika perlu diganti

3.2.4 Inferensi

Aturan ditulis sebagai IF-THEN (jika-maka) yang menghubungkan premis (jika) dengan konklusi (maka). Aturan ini berperan dalam memutuskan nilai kebenaran konklusi berdasarkan kebenaran premis. Berikut adalah mekanisme untuk menyusun struktur inferensi menggunakan pendekatan *forward chaining* berbasis aturan.

1. Rule 1

IF Daya baterai tidak tersedia atau tidak ada DAN Sambungan listrik dari aki ke starter terputus DAN Mesin sulit distarter THEN Motor starter rusak

2. Rule 2

IF Mesin sulit distarter DAN Pompa injeksi atau nozzle tidak berfungsi dengan baik
THEN Putaran mesin ada kerusakan

3. Rule 3

IF Mesin tidak berjalan dengan mulus THEN Terdapat kerusakan pada busi

3.2.5 Rancangan Sistem Pakar (*Certainty Factor*)

Dalam mengembangkan sistem ahli diagnosa pada kerusakan mesin, penulis menggunakan metode perhitungan *certainty factor* evidence tunggal. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$CF(1,2) = CF1 + [CF2 * (1 - CF1)] \quad (1)$$

Poin dalam *Certainty Factor* (CF) Untuk setiap gejala dalam sistem pakar ini dari sumber yang berkompeten atau pakar yang ahli di bidang ini. Berikut adalah nilai MB (ukuran kepercayaan), MD (ukuran ketidakpercayaan), dan CF pakar untuk gejala-gejala kerusakan mobil.

Tabel 4. Data Gejala Mobil

No	Gejala	MB	MD	CF
1	Suplay listrik dari baterai kurang atau tidak ada	0,6	0	0,6
2	Hubungan listrik dari baterai ke motor stater putus	0,8	0,2	0,6
3	Mesin sulit distarter	0,6	0	0,6
4	Pompa injektor atau nosel tidak bekerja dengan baik	0,6	0,2	0,4
5	Gangguan pada sistem kemudi	1	0	0,4
6	Gangguan sistem suspensi	1	0	0,4
7	Minyak rem kurang	0,6	0	0,6
8	Kebocoran pada bagian sistem rem	0,6	0	0,4
9	Jarak bebas bidang gesek rem terlalu besar	1	0	0,6
10	Langkah bebas kopling terlalu pendek	0,8	0	0,8
11	Permukaan kopling sudah aus	0,8	0	0,6
12	Gangguan pegas penekan	0,6	0	0,4
13	Suhu mesin panas	1	0	0,4
14	Mesin tidak berjalan dengan mulus	0,8	0	0,6

Tabel 5. Kerusakan Mobil

No	Kerusakan Mobil
1	Motor stater rusak
2	Putaran mesin tidak normal
3	Sistem kemudi
4	Rem

5	Kopling
6	Radiator
7	Busi

Dibawah ini, alur perhitungan *certainty factor* pada sesi diagnosa sistem:

Tabel 6. Nilai Bobot User

Kondisi	Ya	Tidak
Bobot	1	0

Tabel 7. Nilai Bobot Pakar

Kondisi	Tidak	Ragu	Sedikit	Cukup	Yakin	Sangat
Bobot	Yakin		Yakin	Yakin	Yakin	Yakin
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Contoh kerusakan pada kopling

Rule 1:

IF Langkah bebas kopling terlalu pendek DAN Permukaan kopling sudah haus DAN Gangguan pegas penekan THEN Terjadi kerusakan pada kopling.

Langkah awal dalam menentukan Certainty Factor (CF) pakar untuk setiap gejala.

Cf pakar (Langkah bebas kopling terlalu pendek) = 0,8

Cf pakar (Permukaan kopling sudah aus) = 0,6

Cf pakar (Gangguan pegas penekan) = 0,4

Contoh rule di atas memiliki 3 premis yang kemudian dipisah menjadi bagian tunggal, menghasilkan rule berikut:

Aturan 1.1

IF Langkah bebas kopling terlalu pendek THEN Terjadi kerusakan pada kopling

Aturan 1.2

IF Permukaan kopling sudah aus THEN Terjadi kerusakan pada kopling

Aturan 1.3

IF Gangguan pegas penekan THEN Terjadi kerusakan pada kopling

Selanjutnya, dilakukan perumusan dengan mengkombinasikan CF1 dan CF2:

$$CF(1,2) = CF1 + [CF2 * (1 - CF1)]$$

$$Cf \text{ kombinasi } (CF1, CF2) = 0,8 + [0,6 * (1 - 0,8)]$$

$$= 0,8 + 0,12$$

$$= 0,92 \text{ (fold)}$$

$$CF(1,2) = CF1 + [CF2 * (1 - CF1)]$$

$$Cf \text{ kombinasi } (CF1, CF2) = 0,8 + [0,6 * (1 - 0,8)]$$

$$= 0,8 + 0,12$$

$$= 0,92 \text{ (fold)}$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan Cf kombinasi (Cfold, CF3) = 0,92 + [0,4 * (1 - 0,92)]

$$= 0,92 + 0,04$$

$$= 0,96 \text{ (fold)}$$

Sehingga, presentasi keyakinan (Cf kombinasi) adalah 0,96 atau 96%.

Dengan demikian, kemungkinan mobil mengalami kerusakan pada kopling adalah 96%.

4. Implementasi Sistem

Development sistem untuk penelitian penulis menggunakan spesifikasi perangkat sebagai berikut:

Perangkat: Acer Aspire One Z1402

Processor: Intel(R) Core(TM) i3-5005U

Memory: 8GB

Hard Disk: SSD SATA 512 GB

OS: Windows 10 Pro 64 Bit

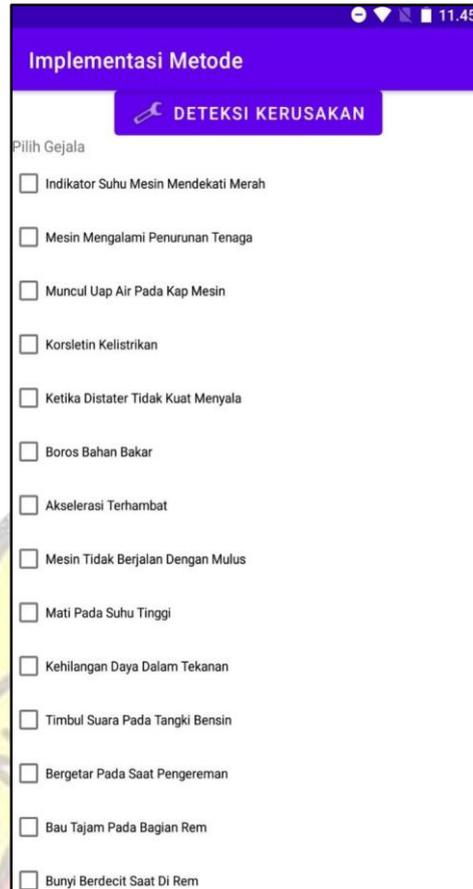
Andoroid Studio Chipmunk

Database: MySQL

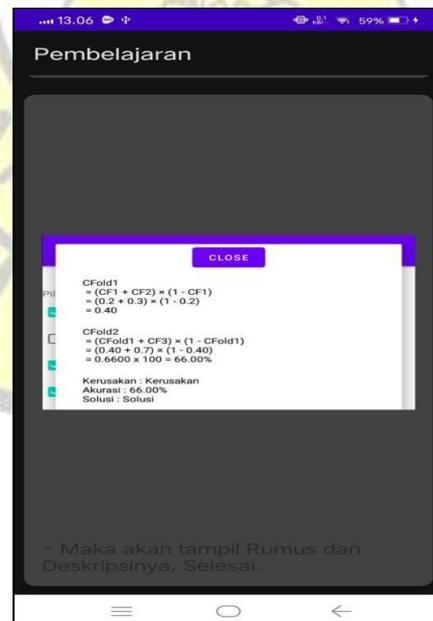
Selain itu, implementasi sistem ini juga akan membahas fungsi dari setiap halaman yang ada dalam aplikasi diagnosa kerusakan pada mobil Toyota.



Gambar 2. Tampilan Android Menu Kerusakan



Gambar 3. Deteksi Kerusakan



Gambar 4. Solusi pada Kerusakan

5. Kesimpulan

Berdasarkan temuan dan analisis yang telah dilakukan, kesimpulan sebagai berikut dapat diambil:

- a. Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah aplikasi sistem ahli yang menjabarkan penggunaan algoritma *forward chaining* dan *certainty factor* untuk melakukan diagnosa kerusakan mobil. Sistem ini bertujuan untuk membantu mempermudah tugas mekanik, terutama bagi mekanik yang masih baru dalam bidangnya.
- b. Sistem pakar pada aplikasi ini dirancang dengan tujuan mempermudah mekanik, terutama mekanik baru, dalam melakukan diagnosa gejala kerusakan pada mobil. dan kapanpun melalui websitesehingga dapat memudahkan mekanik dalam mengaksesnya.

Daftar Oustaka

- [1] Adi Iswara, D., Faisol, A., & Primaswara Prasetya, R. (2021). "Penerapan Metode Certainty Factor Untuk Sistem Pakar Diagnosis Kerusakan Pada Mobil Daihatsu". *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 418–426. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3771>
- [2] Azmi, Z., & Yasin, V. (2017). "*Pengantar Sistem Pakar dan Metode : (Introduction of Expert System and Methods)* (M. Wacana (ed.); 1st ed.)". Media.
- [3] Bachtiar, A. M., & Fakhrol, F. N. (2018). "Pemrograman Berorientasi Objek Menggunakan Java (Informatika (ed.); 1st ed.)". Informatika.
- [4] Mulyani. (2017). "Metode Analisis dan Perancangan Sistem (A. Sistematika (ed.); 1st ed.)". Abdi Sistematika.
- [5] Muslihudin, M., R., W., T., Andoyo, A., & Susanto, F. (2018). "Implementasi Aplikasi Rumah Pintar Berbasis Android Dengan Arduino Microcontroller". *Jurnal Keteknikan Dan Sains*, 1(1), 23–31.
- [6] Ricardo, H., & Fajrin, A. A. (2022). "Aplikasi Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Pada Mesin Toyota 4a-Fe Berbasis Web (Comasie (ed.); 2nd ed.)". Comasie.
- [7] Santoso, J. M., & Iskandar, A. R. (2020). "Rancang Bangun Aplikasi Jurnal Dan Absensi Pada Study Center Di Wilayah Cengkareng Barat Berbasis Android". *EJournal Mahasiswa Akademi Telkom Jakarta (EMIT)*, 2(1), 50–56. <http://ejournal.akademitelkom.ac.id/emit/index.php/eMit/article/view/39/26>