

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN *CASE BASE REASONING* (CBR) DENGAN
ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBOR* (K-NN)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN)
Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

Oleh:

**M. SAIFUL RIZAL HANAFI
NIM. 14650098**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

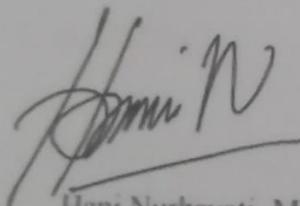
SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN *CASE BASE REASONING* (CBR) DENGAN
ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBOR* (K-NN)

SKRIPSI

Oleh :
M. SAIFUL RIZAL HANAFI
NIM. 14650098

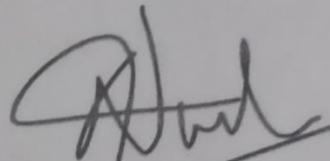
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal : 17 Desember 2021

Dosen Pembimbing I



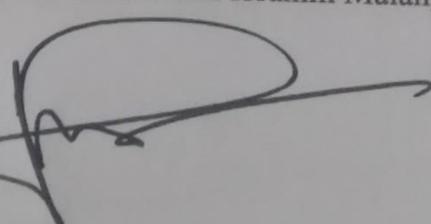
Hani Nurhayati, MT
NIP. 19780625 200801 2 006

Dosen Pembimbing II



Fresy Nugroho, M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Dachrul Kurniawan, ST., M.MT., IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN CASE BASE REASONING (CBR) DENGAN
ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN)

SKRIPSI

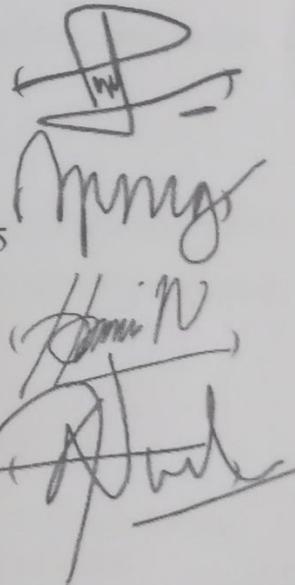
Oleh :

M. SAIFUL RIZAL HANAFI
NIM. 14650098

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal 17 Desember 2021

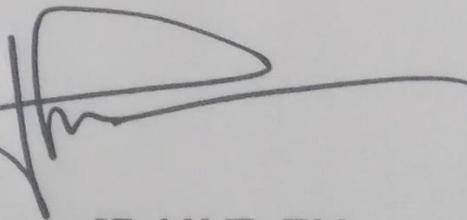
Susunan Dewan Penguji

1. Penguji Utama : Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004
2. Ketua Penguji : Agung Teguh Almais, MT
NIDT. 19860103201802011235
3. Sekretaris Penguji : Hani Nurhayati, MT
NIP. 19780625 200801 2 006
4. Anggota Penguji : Fresy Nugroho, MT
NIP. 19700731 200501 1 002



Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Fachrul Kurniawan, ST., M.MT., IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Saiful Rizal Hanafi

NIM : 14650098

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri.

Malang, 15 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



M. Saiful Rizal Hanafi
NIM. 14650098

MOTTO

“Dengan berbagi, Kamu tidak akan pernah kekurangan, Dan saat yang tepat untuk berbagi adalah disaat kamu dalam kekurangan.”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirahim

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT atas karunia dan kemudahan yang telah di berikan akhirnya skripsi sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW. Penulis persembahkan skripsi sederhana ini kepada:

- 1. Bapak Matsari(alm) dan Ibu Qomariyah tercinta, Terimakasih sudah memberikan kasih sayang serta doa yang tidak pernah putus mengiri langkahku.*
- 2. Dosen Jurusan Teknik Informatika, Terimakasih sudah membimbing, mendidik serta memberikan ilmu yang bermanfaat dan berguna untuk jalanku.*
- 3. Teman-Teman Jurusan Teknik Informatika, Terimakasih sudah berbagi pengetahuan, pengalaman, serta suka dan duka selama perkuliahan.*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Semesta Alam karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)”**.

Shalawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kegelapan menuju ke alam yang terang benderang. Dalam penulisan skripsi ini, Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak baik bersifat moril maupun materil, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh staff.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta staff.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, ST., M.MT., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa selalu memberi semangat
4. Hani Nurhayati, M.T selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, kritik, saran, dan motivasi yang diberikan.

5. Fresy Nugroho, M.T selaku dosen pembimbing II yang juga senantiasa memberi arahan dan meluangkan waktunya untuk membimbing sampai akhir pengerjaan skripsi ini selesai.
6. Ayah, Ibu beserta keluarga besar tercinta yang selalu memberi semangat dan dorongan tak lupa doa yang sangat tak terhingga.
7. Seluruh dosen dan Staff Teknik Informatika yang memberikan keilmuan dan pengetahuan.

Penulis sebagai acuan dalam pembuatan skripsi ini. Serta seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih banyak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk masukan dan saran serta kritik yang membangun dari para pembaca dan berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan mendorong peneliti untuk bisa menjadi lebih baik lagi.

Wassalamualaikum. Wr. Wb

Malang, 10 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	.....i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	.....ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	.....iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	.....iv
MOTTO .....	.....iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	.....vi
KATA PENGANTAR.....	.....vii
DAFTAR ISI.....	.....ix
DAFTAR GAMBAR.....	.....xi
DAFTAR TABEL .....	.....xii
ABSTRAK .....	.....xiii
ABSTRACT .....	.....xiv
المخلص.....	.....xv
BAB I PENDAHULUAN.....	..... 1
1.1 Latar Belakang .....	..... 1
1.2 Rumusan Masalah .....	..... 4
1.3 Batasan Masalah.....	..... 5
1.4 Tujuan Penelitian.....	..... 5
1.5 Manfaat Penelitian.....	..... 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	..... 7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	..... 7
2.2 Sistem Pakar .....	..... 10
2.1.1 Konsep Dasar Sistem Pakar .....	..... 12
2.1.2 Struktur Sistem Pakar.....	..... 14
2.3 Diagnosa.....	..... 17
2.4 Mesin Inferensi .....	..... 22
2.5 Case Based Reasoning (CBR).....	..... 23
2.6 Algoritma <i>K-Nearest Neighbour</i> .....	..... 29
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM.....	..... 32
3.1 Analisa.....	..... 32
3.1.1 Analisa Masalah .....	..... 32
3.1.2 Sumber Informasi.....	..... 36

3.1.3	Identifikasi Masalahh	36
3.1.4	Konseptualisasi	40
3.1.5	Representasi Pengetahuan.....	41
3.2	Analisis <i>User</i>	55
3.3	Analisa Kebutuhan Perangkat Keras	56
3.4	Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak	57
3.5	Analisa Sistem	57
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	77
4.1	Implementasi Sistem	77
4.1.1	Perangkat Keras	77
4.1.2	Perangkat Lunak	77
4.1.3	Implementasi Kelas.....	78
4.1.4	Implementasi Basis Data.....	79
4.1.5	Implementasi Antar Muka	81
4.2	Pengujian	86
4.2.1	Rencana Pengujian	86
4.2.2	Pengujian Aplikasi Web	88
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1	Kesimpulan.....	97
5.2	Saran	98
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar	14
Gambar 2.2 Arsitektur Sistem Pakar.....	18
Gambar 2.3 Siklus Case-Base Reasoning	27
Gambar 3.1 Alur Kerja Sistem.....	61
Gambar 3. 2 Use Case Diagram Admin.....	64
Gambar 3. 3 Use Case Diagram Pengguna	64
Gambar 3. 4 Class Diagram Sistem Pakar	66
Gambar 3. 5 Perancangan Basis Data PDM (Physical Data Model)	68
Gambar 3. 6 Perancangan Basis Data ERD (Entity Relationship Diagram).....	69
Gambar 3. 7 Rancangan Halaman Home	70
Gambar 3. 8 Rancangan Halaman Login User.....	71
Gambar 3. 9 Rancangan Halaman Register User.....	72
Gambar 3.10 Rancangan Halaman About.....	73
Gambar 3.11 Rancangan Halaman Gejala Kerusakan	74
Gambar 3.12 Rancangan Halaman Solusi Diagnosa Gejala Kerusakan	74
Gambar 3.13 Rancangan Halaman Login Admin	75
Gambar 3.14 Rancangan Halaman Dashboard Admin	75
Gambar 3.15 Rancangan Halaman Menu Gejala.....	76
Gambar 3.16 Rancangan Halaman Menu Bobot Kerusakan.....	76
Gambar 3.17 Rancangan Halaman Menu Kasus.....	77
Gambar 3.18 Rancangan Halaman Menu Penanggulangan.....	77
Gambar 3.19 Rancangan Halaman Menu Nilai Kemiripan.....	78
Gambar 4.1 Halaman Login.....	86
Gambar 4.2 Halaman Form Registrasi.....	87
Gambar 4.3 Halaman Utama User.....	87
Gambar 4.4 Halaman Menu Konsultasi Gejala.....	88
Gambar 4.5 Halaman Menu Konsultasi.....	89
Gambar 4.6 Halaman History Kerusakan.....	89
Gambar 4.7 Halaman About Sistem Pakar.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Kategori Kerusakan	44
Tabel 3. 2 Tabel Gejala Kerusakan	48
Tabel 3. 3 Tabel Kondisi dan Solusi	49
Tabel 3. 4 Perhitungan Kasus Dengan Rumus	52
Tabel 3. 5 Identifikasi Aktor	63
Tabel 4. 1 Implementasi Kelas Website Admin.....	82
Tabel 4. 2 Rencana Pengujian Aplikasi Web User	82
Tabel 4. 3 Rencana Pengujian Aplikasi Web Admin.....	91
Tabel 4. 4 Pengujian Login	91
Tabel 4. 5 Pengujian Menu Konsultasi Gejala Kerusakan Motor.....	92
Tabel 4. 6 Pengujian Menu Hasil Konsultasi Gejala Kerusakan Motor	93
Tabel 4. 7 Pengujian Menu History Konsultasi Gejala Kerusakan Motor.....	93
Tabel 4. 8 Pengujian Menu Profile	93
Tabel 4. 9 Pengujian Menu Data Kerusakan Motor.....	93
Tabel 4. 10 Pengujian Menu Data Gejala Kerusakan	95
Tabel 4. 11 Pengujian Menu Data Bobot Kerusakan.....	96
Tabel 4. 12 Pengujian Menu Data Kasus Kerusakan.....	96
Tabel 4. 13 Pengujian Menu Data Penanggulangan	97

ABSTRAK

Hanafi, M. Saiful Rizal. 2021. **Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Hani Nurhayati, MT, (II) Fresy Nugroho, M.T.

Kata kunci: Kerusakan Motor, Case Based Reasoning, K-Nearest Neighbor, Website, Diagnosis.

Kerusakan motor menjadi salah satu hal yang sangat krusial pada setiap jenis motor, apabila terjadi kendala maka akan menyulitkan pengguna melakukan perawatan dan diagnosis kerusakan karena terbatasnya pengetahuan perihal gejala kerusakan motor. Kenyataannya sebagian besar jasa servis / perawatan motor tidak memiliki mekanik yang handa sehingga tidak dapat melakukan diagnosa gejala kerusakan secara tepat dan hanya berdasarkan kepada perkiraan saja. Kecenderungannya masih banyak mekanik yang hanya mengandalkan kepada intuisinya saja sehingga hasil perawatan menjadi tidak maksimal dan menimbulkan kekecewaan bagi pengguna. Tingkat kesulitan ini membutuhkan pemanfaatan teknologi informasi melalui metode yang menggabungkan keahlian dan pengetahuan seorang pakar untuk membangun sebuah aplikasi pengetahuan baru berdasarkan sejumlah kasus yang sudah terjadi dan dikenal dengan istilah *Case-Based Reasoning*.

Dalam Tugas Akhir ini penulis merancang sebuah sistem pakar berbasis website untuk mendiagnosis dan menyelesaikan masalah kerusakan pada motor. Metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah Case Based Reasoning dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* yang bertujuan untuk membantu menganalisa kerusakan serta memberikan solusi dari masalah yang ada pada motor.

Diharapkan dengan Tugas Akhir yang berjudul “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)” ini dapat membantu para pemilik motor dan montir dalam menghadapi masalah kerusakan yang terjadi pada motor tersebut.

ABSTRACT

Hanafi, M. Saiful Rizal. 2021. **Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)**. Thesis. Informatics Engineering Department of Science and Technology Faculty Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor : (I) Hani Nurhayati, MT, (II) Fresy Nugroho, M.T.

Keywords: *Motorcycle Damage, Case Based Reasoning, K-Nearest Neighbor, Website, Diagnosis*

Motorcycle damage is one of the most crucial things in every type of motor, if there are problems it will make it difficult for users to carry out maintenance and diagnosis of damage due to limited knowledge about the symptoms of motor damage. In fact, most of the motorcycle service/maintenance services do not have reliable mechanics, so they cannot diagnose the symptoms of damage correctly and are only based on estimates. The tendency is that there are still many mechanics who only rely on their intuition so that the treatment results are not optimal and cause disappointment for users. This level of difficulty requires the use of information technology through a method that combines the expertise and knowledge of an expert to build a new knowledge application based on a number of cases that have occurred and is known as *Case-Based Reasoning*.

In this final project, the author designed a website-based expert system to diagnose and solve motor problems. The method used in this final project is Case Based Reasoning with the *K-Nearest Neighbor algorithm* which aims to help analyze damage and provide solution to problem that exist on the motor.

It is hoped that with this final project entitled "Expert System for Diagnosing Motorcycle Engine Damage Using Case Base Reasoning (CBR) With the K-Nearest Neighbor (K-NN) Algorithm" it can help motorcycle owners and mechanics in dealing with damage problems that occur on the motorcycle.

الملخص

حنفي، محمد سيف الرزيل. 2021. "محرك دراجة نارية تشخيص الضرر نظام الخبراء باستخدام المنطق قاعدة الحالة (CBR) أقرب جار-K (K-NN) خوارزمية. اطروحة. قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم و علم التكنولوجيا. مو انا مالك إبراهيم جامعة الدولة الإسلامية مالانج المشرف: (I) هاني نور الحياة الماجستير (II) . فريسي نوغرو هو الماجستير

الكلمات الرئيسية : أضرار المحركات , حالة المنطق القائم , ك أقرب جار, الموقع الإلكتروني، التشخيص

تلف المحرك يصبح واحدا من الأشياء الحاسمة في كل نوع من المحركات، إذا كانت هناك عقبات فإنه سيجعل من الصعب على . المستخدمين لأداء الصيانة وتشخيص الضرر بسبب المعرفة المحدودة حول أعراض تلف المحرك. في الواقع، فإن معظم الخدمة / صيانة

الدراجات النارية لم يكن لديك ميكانيكي موثوق بها حتى لا يمكن تشخيص أعراض الضرر بدقة واستنادا فقط على التقديرات فقط. الاتجاه

لا يزال الكثير من الميكانيكا الذين يعتمدون فقط على الحدس وحده بحيث تصبح نتائج العلاج ليست القصوى وتسبب خيبة أمل للمستخدم. ويتطلب هذا المستوى من الصعوبة استخدام تكنولوجيا المعلومات من خلال أساليب تجمع بين خبرة الخبراء ومعارفهم لبناء تطبيق جديد للمعرفة يستند إلى عدد من الحالات التي حدثت بالفعل وتعرف باسم الاستدلال القائم على الحالات

في هذه المهمة النهائية صمم المؤلف نظام خبراء على أساس الموقع لتشخيص وحل مشكلة الضرر الذي لحق بالمحرك. الطريقة المستخدمة في هذه المهمة النهائية هي حالة المنطق القائم مع خوارزمية ك أقرب جار الذي يهدف إلى المساعدة في تحليل الضرر وتوفير حلول للمشاكل في المحرك

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa lampau, orang berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan berjalan kaki sambil membawa barang atau benda di punggungnya. Sebagian yang lain bepergian dengan menunggang hewan tunggangan sambil membawa berbagai muatan, sebagaimana disebutkan dalam firman Allah Ta'ala

وَالْحَيْلَ وَالْبِغَالَ (٧) وَتَحْمِلُ أُنْقَالَكُمْ إِلَىٰ بَلَدٍ لَّمْ تَكُونُوا بِالْغَيْهِ إِلَّا يَشِقُّ الْأُنْفُسَ إِنَّ رَبَّكُمْ لَرَّءُوفٌ رَّحِيمٌ
وَالْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً وَيَخْلُقُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

“Dan ia (hewan ternak) mengangkut beban-bebanmu ke suatu negeri yang kamu tidak sanggup mencapainya, kecuali dengan susah payah. Sungguh, Rabbmu Maha Pengasih, Maha Penyayang. Dan (Dia telah menciptakan) kuda, bagal, dan keledai untuk kamu tunggangi dan (menjadi) perhiasan. Allah menciptakan apa yang tidak kamu ketahui.” (QS. An-Nahl: 7-8)

Di masa sekarang, seseorang dapat dengan mudah berpindah dari satu tempat ke tempat lain dalam waktu singkat tanpa banyak usaha dan pemikiran, meskipun terkadang dengan biaya yang mahal.

Perkembangan teknologi sangat penting untuk memulai mempersiapkan untuk memberlakukan aktivitas. Kendaraan khususnya motor sekarang sangat mempengaruhi kebutuhan sehari-hari, karena motor memiliki kelebihan yang tidak dimiliki alat transportasi lain. Motor yang hanya bisa dinaiki oleh 2 orang sangat efisien karena dengan ukuran yang relative kecil tersebut dapat berjalan meskipun jalanan macet dengan memanfaatkan renggang jarak yang ada.

Kerusakan motor menjadi salah satu hal yang sangat krusial pada setiap

jenis motor, apabila terjadi kendala maka akan menyulitkan pengguna melakukan perawatan dan kesalahan diagnosis karena pengetahuan yang terbatas tentang gejala kerusakan mesin. Faktanya, sebagian besar penyedia layanan sepeda motor tidak memiliki mekanik yang andal, sehingga mereka tidak dapat mendiagnosis gejala kerusakan secara akurat dan hanya mengandalkan perkiraan. Banyak pengguna yang kecewa karena perawatan tidak maksimal sebab banyak mekanik yang hanya mengandalkan intuisinya saja. Tingkat kesulitan ini memerlukan penggunaan teknologi informasi melalui metode yang menggabungkan keahlian dan pengetahuan seorang pakar untuk membangun aplikasi pengetahuan baru berdasarkan sejumlah kasus, dan disebut dengan *Case-Based Reasoning*.

Melakukan perawatan dan diagnosis kegagalan karena pengetahuan yang terbatas tentang gejala kegagalan mesin. Dengan adanya sistem tersebut membantu pengguna dalam pengambilan keputusan atau pemecahan persoalan pada suatu permasalahan pada setiap motor yang mengalami *trouble*.

Metode *Case-Based Reasoning* menerapkan proses pemecahan masalah dengan menggunakan pengalaman sebelumnya. Penalaran berbasis situasi adalah metode pemecahan masalah yang, dengan menemukan solusi untuk kasus baru, sistem mencari solusi dari kasus lama dengan masalah yang sama. Metode *Case-Based Reasoning* memiliki keunggulan dibandingkan sistem berbasis aturan dalam hal akuisisi pengetahuan yang terletak pada kumpulan pengalaman/kasus sebelumnya. Metode ini tetap dapat membuat inferensi walaupun dengan data yang tidak lengkap. Setelah rollback selesai, ada kemungkinan antara instans baru dan instans lama berdasarkan kasus per kasus. Namun, dari ukuran kesamaan masih

memungkinkan untuk membuat kesimpulan dan mengevaluasi ketidaklengkapan atau ketidaktepatan data yang diberikan (Wicaksono, Hakim, & Utomo, 2016). Perancangan *Case-Based Reasoning* ini dapat digunakan untuk membantu spesialis mengidentifikasi penyakit dan menyarankan cara untuk memperbaikinya. Ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan posisi ahli, tetapi hanya untuk membantu mengkonfirmasi keputusan mereka, karena ada banyak alternatif yang harus dipilih dengan benar. Dalam CBR terdapat algoritma yakni *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah algoritma untuk mengevaluasi kesamaan antara kasus yang disimpan dan kasus yang diprediksi dengan memeriksa kesamaan (Rizhain & Sumadyo, SISTEM PAKAR DETEKSI KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR NON MATIC DENGAN MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS WEB, 2016).

Dengan menggunakan metode CBR dan algoritma K-NN untuk menganalisa pada sistem pakar kerusakan mesin yang akan penulis lakukan. Maka akan berguna untuk mendefinisikan kerusakan dan gangguan motor secara lebih rinci, dan gangguan akan diketahui sebelum kegagalan terjadi. Alasan mengapa memakai algoritma K-NN ini, karena memiliki keunggulan dapat mengklasifikasikan data gejala kerusakan yang tidak diketahui dengan adanya data latih dan data uji. K-NN dapat memproses yang berbasis matematis untuk mengevaluasi nilai kriteria-kriteria tersebut menjadi sebuah keterangan klasifikasi. Metode ini dapat mengklasifikasikan data secara akurat dengan memilih terlebih dahulu nilai *K-Nearest Neighbor* dengan tepat. K-NN juga bisa memilah kumpulan data kerusakan yang dapat digolongkan menjadi baik, paling baik, dan

kurangbaik.

Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sandy Kosasi dengan judul Tugas Akhir “*Aplikasi Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Matic dengan Case-Based Reasoning*”. Dalam penelitian tersebut membahas kerusakan motor matic yang dapat dilihat dari gejala kendaraan yang terjadi seperti jenis bahan bakar, motor matic dengan sistem injection dan non-injection, sehingga dihasilkan perangkat lunak (*software*) yang dapat mendiagnosa kerusakan motor menggunakan metode *Case-based reasoning* (Kosasi, 2015).

Atas dasar permasalahan di atas, penulis aktif merancang laporan skripsi dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan *Case Base Reasoning* (CBR) Dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN)”. Sistem pakar kerusakan mesin motor yang penulis buat ini adalah sistem pakar untuk memperbaiki dan mengambil keputusan tentang masalah mesin sepeda motor sejak dini, untuk menghemat biaya dan waktu karena ketidaktahuan pengguna sepeda motor tentang masalah motor mereka sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode Case Based Reasoning (CBR) dengan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk mendeteksi dan menentukan kerusakan sepeda motor.

2. Seberapa akurat penerapan metode Case Based Reasoning (CBR) dengan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk mendeteksi gejala yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada sebuah motor?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah sebagai berikut:

1. Perancangan aplikasi ini adalah motor empat tak bersistem bahan bakar injeksi maupun konvensional.
2. Analisis kerusakan adalah kerusakan yang sering terjadi, dikumpulkan dari survei bengkel.
3. Keluaran dari aplikasi ini yaitu hasil diagnosa kerusakan, nilai keyakinan kerusakan dan solusinya.
4. Jenis pemeliharaan atau kegagalan yang sudah ada dalam sistem sebagai solusi datang sebagai hasil dokumentasi dan dari para ahli secara langsung. Mendeteksi perawatan dan deteksi kerusakan meliputi kerusakan yang terjadi pada saat mesin dapat dinyalakan atau tidak dapat dinyalakan oleh mesin itu sendiri.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Menganalisa metode Case Base Reasoning dengan algoritma K-Nearest Neighbor untuk mendeteksi gejala yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada sebuah motor.
2. Mengetahui akurasi metode Case Base Reasoning dalam mendeteksi gejala yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada sebuah motor.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kesalahan mekanik saat perbaikan kerusakan mesin sepeda motor dapat dikurangi, serta saat melakukan perbaikan bisa dipercepat.
2. Memperbaiki pengetahuan dalam menggunakan metode *Case Base Reasoning* (CBR) dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dijelaskan beberapa teori pendukung yang berkaitan dengan topik tugas akhir ini. Seperti pengenalan *penelitian terdahulu*, *sistem pakar*, *diagnosa*, *mesin sepeda motor*, *mesin inferensi*, *case based reasoing*, algoritma *nearest neighbor*.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan referensi. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian terdahulu. Dalam tinjauan pusta ini peneliti mencantumkan hasil penelitian sebelumnya sebagai berikut:

1. Penelitian Hasil Sandy Kosasi.

Penelitian dari Sandy Kosasi, berjudul “Pembuatan Aplikasi Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Matic dengan *Case-Based Reasoning*”. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan informasi berbasis website kepada masyarakat terkait perawatan dan diagnosis kerusakan motor sejak dini. Berkat aplikasi diagnostik ini, dapat menjadi solusi pertama bagi pengguna sepeda motor transmisi otomatis. Tidak hanya saat terjadi kerusakan tetapi juga dapat menjadi cara preventif untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang cara merawat sepeda motor yang benar.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan Sandy Kosasi dapat disimpulkan bahwa, menerapkan aplikasi sistem cerdas melalui metode

case-based reasoning dapat memberikan kemudahan melakukan diagnosis awal secara mandiri. *case-based reasoning* memiliki kemampuan dapat memberikan hasil diagnosis yang lebih akurat berdasarkan kejadian terdahulu dan dapat direvisi kembali dalam memecahkan permasalahan terbaru. Metodologi desain aplikasi menggunakan reuse-based yang meliputi enam tahap yaitu spesifikasi persyaratan, analisis komponen, modifikasi kebutuhan dan integrasi design. sistem dengan reuse, pengembangan dan integrasi, serta validasi sistem. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendiagnosa kerusakan pada mesin sepeda motor otomatis dan memberikan solusi awal tentang kondisi kerusakan dan cara pencegahannya melalui media website. Hasil pengujian memperlihatkan aplikasi ini memiliki kemampuan mendiagnosa kerusakan dan memberikan solusi penyelesaian masalah dari pengguna dengan rata-rata nilai similaritas antara 0,62 dan 0,7 dengan nilai keakuratan solusi dari pakar sebesar 80% dan 90% (Kosasi, 2015).

2. Hasil Penelitian Chavid Syukri Fatoni

Penelitian dari Chavid Syukri Fatoni, berjudul "*Case Based Reasoning Diagnosis Penyakit Difteri dengan Algoritma K-Nearest Neighbor*". Permasalahan ini diteliti karena pada bulan Desember tahun 2017, Masyarakat Indonesia disibukkan dengan banyaknya kabar anak-anak dan orang dewasa yang meninggal akibat difteri. Ditemukan sebanyak 12 orang meninggal dunia dari 318 kasus Difteri menurut catatan Dinas Kesehatan Jawa Timur. Sedangkan pada tahun 2016, kasus difteri di Jawa Timur tercatat sebanyak kematian dari total 209 kasus. Hal ini menjadi perhatian pemerintah dan tercatat

sebagai kejadian luar biasa (KLB). Meningkatnya kasus difteri disebabkan karena masyarakat tidak menyadari pentingnya vaksinasi. Dengan semakin banyaknya kasus difteri dan kurangnya pemahaman masyarakat tentang difteri, maka diperlukan suatu sistem pakar yang dapat membantu masyarakat dan pemerintah dalam mendiagnosis difteri. Penelitian difteri ini menggunakan pendekatan algoritma K-neares Neighbor (KNN), dimana perhitungan yang sama dilakukan pada kasus lama dengan kasus baru. Penelitian penyakit Difteri ini disempurnakan dengan menggunakan penalaran berbasis kasus atau *Cased Based Reasoning* (CBR) agar hasil diagnosis lebih akurat. Output dari penelitian ini yaitu berupa hasil diagnosa penyakit Difteri berdasarkan gejala-gejala yang dialami dengan hasil akurasi pengujiannya sebesar 95,17% (Fatoni & Noviandha, 2017).

3. Hasil Penelitian Suci Fidyaningsih.

Penelitian Suci Fidyaningsih, berjudul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kucing Menggunakan Metode *Case Based Reasoning*”. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan bagi para pecinta kucing karena keterbatasan jumlah pakar yaitu dalam hal ini dokter hewan, sering menjadi masalah bagi yang memelihara kucing di rumah dan ingin menjaga kesehatan kucing peliharaannya. Untuk mengatasi masalah ini maka dibuatlah sistem pakar untuk diagnosa penyakit kucing menggunakan metode *Case-Based Reasoning* dengan algoritma *K-Nearest Neighbor*. *Case-Based Reasoning* adalah suatu pendekatan untuk menyelesaikan suatu permasalahan (*problem solving*) berdasarkan solusi dari permasalahan sebelumnya. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pakar

diagnosa penyakit kucing dengan tingkat akurasi sebesar 90%, yang dimanfaatkan untuk membantu semua orang terutama para pemilik kucing yang ingin mengetahui penyakit dan gejala serta pencegahan penyakit pada kucing (Fidyaningsih, Agus, & Maharani, 2016).

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah perangkat lunak komputer yang berbasis pengetahuan pakar yang menyediakan solusi dengan kualitas pakar untuk masalah tertentu yang spesifik.

Sistem pakar adalah teknik inovatif baru untuk menangkap dan mengintegrasikan pengetahuan. Kekuatannya terletak pada kemampuan memecahkan masalah-masalah praktis pada saat seseorang pakar tidak selalu ada pada situasi yang dibutuhkan. Kemampuan sistem pakar ini dibutuhkan karena didalamnya terdapat basis pengetahuan non formal yang sebagian besar berasal dari pengalaman, buku dari "text book", pengetahuan ini diperoleh seseorang pakar dari pengalaman bekerja selama bertahun-tahun pada bidang keahlian tertentu.

Fakta bahwa pengetahuan adalah kekuatan yang tidak dapat kita tolak, tetapi pengetahuan yang tidak dapat diterapkan untuk memecahkan masalah yang kita temui sehari-hari adalah percuma, yang penting adalah pemecahan dari masalah yang ditemui sehari-hari, dan sistem pakar adalah suatu jalan untuk memecahkan masalah, secara cepat dan mudah. Saat ini beberapa paket program sistem pakar telah tersedia dipasaran, meskipun demikian sebagian besar penelitian dan pengembangan pemrograman sistem pakar bukan pada perusahaan-perusahaan pemrograman komersial, akan tetapi terdapat di laboratorium perguruan tinggi.

Tujuan utama dari sistem pakar bukan untuk menggantikan posisi seorang pakar, tetapi untuk membutuhkan pengetahuan dan pengalaman dari pakar yang sangat langka itu. Singkatnya banyak masalah yang dipecahkan dan banyak ahli yang menanganinya. Sistem pakar memungkinkan orang lain dapat meningkatkan produktivitasnya, dan sederhananya dapat memperbaiki kualitas keputusan.

Orang yang berpartisipasi dalam pembuatan sistem pakar adalah rekayasa pengetahuan (*knowledge engineer*), ahli domain problem tertentu (domain expert), dan pemakai akhir atau pemakai sistem pakar (end user). *Knowledge engineer* merupakan pakar dalam bidang kecerdasan buatan yang bertugas memilih perangkat lunak dan perangkat keras untuk proyek pembuatan sistem pakar membantu mengambil keputusan yang dibutuhkan dari pakar domain, serta mengimplementasikan pengetahuan tersebut ke dalam basis pengetahuan yang benar dan efisien. Pakar domain menyediakan pengetahuan tentang masalah yang dihadapi, umumnya merupakan seorang pekerja yang dipakai serta mengevaluasi suatu solusi. Sedangkan pemakai sistem pakar atau pemakai akhir menentukan batasan- batasan desain utama, jika pemakai akhir tidak puas maka pengembangan sistem pakar tidak berguna (Rizhain & Sumadyo, SISTEM PAKAR DETEKSI KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR NON MATIC DENGAN MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS WEB, 2016).

Secara umum, sistem pakar adalah sistem yang berusaha mencocokkan pengetahuan manusia dengan komputer, sehingga komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang untuk dapat memecahkan suatu masalah tertentu dengan meniru kerja

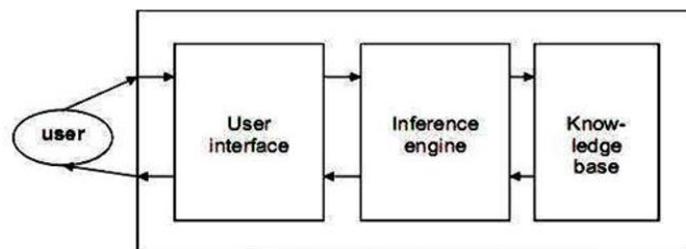
para pakar. Dengan sistem pakar ini, bahkan orang biasa pun dapat menyelesaikan masalah layaknya seorang pakar. Bagi para profesional, sistem pakar ini juga akan membantu aktivitas mereka sebagai asisten yang sangat berpengalaman. Ada beberapa pengertian sistem pakar, diantaranya :

1. Menurut Martin dan Oxman: Sistem pakar adalah sistem komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran untuk memecahkan masalah. Biasanya hanya dapat diselesaikan oleh seorang ahli di bidangnya.
2. Menurut Turban: Sistem pakar adalah program komputer yang meniru penalaran seorang pakar dengan keahlian di bidang pengetahuan tertentu.
3. Menurut Giarratano dan Riley: Sistem pakar adalah sistem komputer yang dapat menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar.

2.1.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar sistem pakar mengandung pengalaman dari ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan untuk menjelaskan. Keahlian adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca dan pengalaman. Seorang pakar adalah seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topik permasalahan (*domain*), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecah peraturan jika dibutuhkan, dan menentukan relevan tidaknya keahlian mereka. Pengalihan keahlian yang dimaksud adalah Transfer keahlian yang dimaksud adalah transfer pengetahuan dari pakar ke komputer, dan kemudian kembali ke non-

ahli lainnya, yang merupakan tujuan utama dari sistem pakar. Proses ini membutuhkan empat aktivitas, yaitu: tambahan pengetahuan (dari ahli atau sumber-sumber lainnya) → representasi pengetahuan ke komputer → inferensi pengetahuan → pengalihan pengetahuan ke user. Pengetahuan yang disimpan di komputer disebut dengan nama basis pengetahuan. Ada dua tipe pengetahuan, yaitu: fakta dan prosedur (biasanya berupa aturan). Salah satu fitur yang harus dimiliki oleh sistem pakar adalah kemampuan untuk menalar. Jika keahlian-keahlian sudah tersimpan sebagai basis pengetahuan dan sudah tersedia program yang mampu mengakses basisdata, maka komputer harus dapat deprogram untuk membuat inferensi. Proses inferensi ini disajikan dalam bentuk mesin inferensi. Jadi, secara umum sistem pakar terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: basis pengetahuan (*knowledge base*), mesin inferensi, antarmuka pengguna. Gambar 2.1 di bawah ini merupakan konsep dasar sistem pakar secara umum.



Gambar 2. 1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Pengguna sistem menjalankan sistem pakar masuk ke user interface yang berfungsi sebagai media pemasukan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan dan melakukan komunikasi dengan *user*. Dalam *user interface* ini, ditampilkan semua gejala yang nantinya dipilih user sesuai apa yang dialaminya. Setelah itu data pilihan diproses ke inference engine atau mesin inferensi yang bertugas menganalisis pengetahuan dan menarik kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan.

Inference engine menganalisis berdasarkan knowledge base yang berisi semua fakta, ide, hubungan dan interaksi suatu pengetahuan. *Knowledge base* memberi sebuah kesimpulan kerusakan ke inference engine. Lalu inference engine memberikan kesimpulan dan ditampilkan ke *user interface*. Dan *user interface* menampilkan hasil diagnosa kepada *user* atau pengguna sistem.

2.1.2 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari dua bagian utama, lingkungan pengembangan dan lingkungan konsultasi. Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk mengimpor pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna non-ahli untuk mendapatkan pengetahuan. Komponen sistem pakar pada kedua bagian tersebut antara lain:

1. Antarmuka Pengguna (User Interface)

Menjelaskan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi.

2. Basis pengetahuan terdapat pengetahuan untuk memahami, membentuk, dan memecahkan masalah. Komponen sistem pakar ini meliputi dua elemen dasar, yaitu:

- a) Fakta Informasi tentang benda pada suatu periode permasalahan tertentu.
- b) Aturan Informasi Bagaimana mendapatkan fakta baru dari fakta yang diketahui.

- 1 . Akuisasi Pengetahuan

Memperoleh pengetahuan, mentransfer, dan mengubah keterampilan pemecahan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Pada tahap ini (knowledge engineer) berusaha dan kemudian mentransfernya ke dalam basis pengetahuan. Pengetahuan diperoleh dari pakar, dilengkapi dengan buku, basis data, laporan penelitian dan pengalaman pe. Metode Akuisis Pengetahuan diantaranya:

a) Wawancara

Metode yang paling umum adalah berbicara langsung dengan ahlinya selama wawancara.

b) Analisis

Dalam metode ini, ahli diajak untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan pikirannya dengan menggunakan kata-kata dimana pekerjaan tersebut direkam, ditulis dan dianalisis.

c) Observasi pada Pekerjaan Pakar

Pekerjaan di bidang tertentu yang dilakukan oleh seorang spesialis dicatat dan diamati.

d) Induksi Aturan dari Contoh

Induksi adalah proses penalaran dari khusus ke umum. Sebuah sistem aturan-induktif diberikan sebagai contoh masalah yang hasilnya diketahui sebelumnya.

2. Mesin Inferensi (Inference Engine)

Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh para pakar dalam menyelesaikan suatu masalah.

Mesin inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam *workplace*, dan untuk memformulasikan kesimpulan.

3. Workplace/Blackboard

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*), digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara ada tiga keputusan yang dapat direkam:

- a. Rencana: Bagaimana menangani masalah.
- b. Agenda: Tindakan potensial menunggu implementasi.
- c. Solusi: Calon aksi yang akan dibangkitkan.

4. Fasilitas Penjelasan

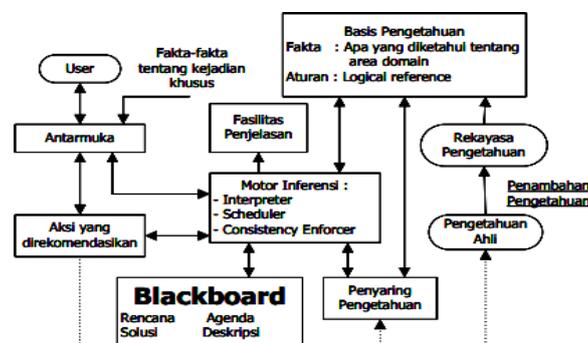
Fasilitas Penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan berikut ini:

- a. Mengapa suatu pertanyaan ditanyakan oleh sistem pakar?
- b. Bagaimana konklusi dicapai?
- c. Mengapa ada alternatif yang dibatalkan?

d. Rencana apa yang digunakan untuk mendapatkan solusi?

5. Perbaikan-Pengetahuan

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerja mereka dan kemampuan untuk belajar dari kinerja mereka. Kemampuan ini penting dalam pembelajaran berbasis komputer, sehingga program dapat menganalisis penyebab keberhasilan dan kegagalan yang dialami oleh program dan menilai apakah pengetahuan yang ada masih relevan untuk digunakan di masa mendatang atau tidak. Berikut ini adalah gambar dari struktur sistem pakar;



Gambar 2.2. Arsitektur Sistem Pakar

2.3 Diagnosa

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, diagnosa adalah proses pemeriksaan pada suatu hal. Sedangkan konsep diagnosis adalah mengidentifikasi jenis penyakit atau lesi dengan cara memeriksa atau memeriksa gejalanya. Diagnosa juga dapat diartikan proses identifikasi dengan suatu gejala. Diagnosa digunakan dalam banyak ilmu yang berbeda dengan variasi dalam penggunaan logika, analisis, dan pengalaman untuk menentukan sebab dan akibat. Dalam rekayasa sistem dan

ilmu komputer, sering untuk menentukan penyebab gejala dan solusi.

Diagnosa memiliki beberapa keunggulan antara lain: menemukan atau mengidentifikasi penyakit atau kerusakan pada seseorang atau benda, menemukan ciri atau kesalahan gejala atau fakta tentang suatu masalah, sebagai bahan pertimbangan dalam upaya pengendalian kerusakan atau penyakit di lapangan, dan salah satu upaya pengendalian penyakit. atau kerusakan lapangan, guna mencegah dan mengendalikan penyebaran penyakit atau kerusakan (Suherman, 2011).

a. Mesin Sepeda Motor

Sistem kerja yang baik pada sebuah mesin kendaraan sangat ditentukan oleh beberapa faktor. Demikian pula pada mesin kendaraan sepeda motor. Berikut ini adalah beberapa hal yang harus dilakukan agar mesin sepeda motor dapat bekerja dengan baik.

1. Hisap bahan bakar (campuran bensin dan udara) ke dalam ruang bakar.
2. Meningkatkan tekanan campuran bensin dan udara untuk mendapatkan tekanan pembakaran yang cukup.
3. Menjaga kompresi hasil pembakaran agar dapat digunakan sebagai tenaga penggerak.
4. Keluarkan gas hasil pembakaran dari ruang bakar.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar ini digunakan oleh mesin untuk membuat mesin sepeda motor. Pada sepeda motor, energi yang diperoleh dari pembakaran bensin bercampur dengan udara di ruang bakar, yang kemudian menghasilkan panas. Panas ini kemudian diubah menjadi energi mekanik dalam

jenis mesin yang disebut mesin pembakaran.

b. Diagnosa Gangguan Mesin Sepeda Motor

Diagnosa pada sistem pakar ini merupakan upaya atau proses menemukan kelemahan atau gangguan apa yang dialami oleh mesin sepeda motor. Diagnosa dilakukan oleh user atau pengguna sepeda motor dengan mengidentifikasi gejala yang dialami, kemudian gejala diperiksa dan dianalisis oleh sistem pakar dengan melalui pengujian dan studi yang seksama mengenai gejalanya. Studi yang seksama terhadap fakta sesuatu hal untuk menemukan karakteristik atau kesalahan yang esensial. Keputusan yang dicapai setelah dilakukan studi yang seksama atas gejala-gejala atau fakta tentang suatu hal ditampilkan di sistem pakar ini sebagai kesimpulan diagnosa kerusakan mesin sepeda motor. Gangguan mesin sepeda motor dapat diketahui dengan gejala - gejalanya, berikut gejala-gejala pada mesin sepedamotor:

1. Mesin Macet

Mesin macet merupakan sebuah gejala yang mengakibatkan motor tidak bisa menyala. Biasanya motor macet disebabkan karena kerusakan busi, karburator, atau mungkin bensin habis.

2. Mesin Berjalan, tapi tidak dapat hidup

Gejala ini merupakan gejala saat motor di starter jalan akan tetapi hanya mesinnya yang berputar, sedangkan motor tidak dapat hidup. Biasanya disebabkan oleh bensin habis, kerusakan pada karburator, busi mati, kerusakan pada kepala silinder, kontak longgar pada tutup kepala besi, dan digital CDI rusak.

3. Mesin Panas

Mesin cepat panas merupakan gejala mesin yang mengalami overheat. Kondisi mesin cepat panas bisa diketahui dengan mendekatkan bagian tubuh kita di depan mesin atau dari bau panas seperti karet yang dipanaskan. Faktor yang menyebabkan mesin cepat panas yaitu pemakaian oli boros, ada kerak-kerak karbon berlebihan pada kepala torak, dan torak aus.

4. Mesin tersendat saat jalan

Mesin tersendat-sendat saat jalan merupakan sebuah gejala ketika saat motor jalan terasa jalannya terputus-putus atau tersendat-sendat sehingga motor kurang maksimal dalam kinerja. Kondisi seperti ini diakibatkan busi yang kotor atau rusak, maupun karburatornya.

5. Mesin kurang bertenaga

Performa mesin yang buruk merupakan gejala sepeda motor yang dapat menyebabkan kinerja sepeda motor kurang optimal. Akibat gejala ini tarikan motor kurang enak terutama pada jalan yang tinggi. Biasanya diakibatkan oleh kampas kopling yang habis, kabel kopling tertekuk, kotor atau rusak, rantai mesin longgar atau aus, busi, rangkaian sistem bahan tersumbat atau rusak, torak aus dan jarak main tidak tepat.

6. Ada *backfiring* atau *misfiring* pada waktu akselerasi.

Gejala ini bisa ditemukan ketika mulai menjalankan motor atau saat akselerasi terdengar suara nembak-nembak atau brebet. Gejala ini disebabkan oleh karburatornya yang kotor atau rusak, sistem pengapian rusak dan rantai mesin longgar atau aus.

7. Suara berlebihan

Gejala ini bisa ditemukan ketika motor sedang jalan terdengar suara berlebihan pada mesin yang tidak membuat nyaman buat pengendara. Gejala ini disebabkan oleh sekhernya rusak, kerusakan pada kepala silinder, rantai mesin longgar atau aus, stasioner putus dan kehabisan oli.

8. Suara mesin mengetuk atau abnormal

Motor yang mengalami gejala ini ciri-cirinya terjadi suara aneh yang kadang-kadang berbunyi pada mesinnya. Gejala ini diakibatkan oleh cincin torak aus dan ada kerak-kerak karbon berlebihan pada kepala torak atau ruang pembakaran.

9. Suara knalpot yang keras

Suara knalpot yang keras disebabkan oleh filter atau sharingan lepas dan sistem exhaust rusak.

10. Bahan bakar boros

Bahan bakar boros merupakan cepat habisnya bensin seperti tidak biasanya. Bahan bakar boros disebabkan oleh kerusakan pada karburator.

11. Asap berwarna hitam

Saat motor dijalankan, keluar asap atau gas pada knalpot yang berwarna hitam. Gas buang berwarna hitam disebabkan oleh kerusakan pada gasket kepala silinder, kerusakan pada kepala silinder dan torak aus.

12. Asap berwarna putih

Saat mesin hidup, asap atau gas keluar dari knalpot berwarna putih. Keluarnya asap putih disebabkan oleh piston dan piston yang rusak.

13. Oli pelumas atau oli kotor

Oli pelumas atau oli kotor disebabkan oleh jarangya penggantian oli pelumas, roda gigi penggerak pompa oli rusak, ring piston aus, piston aus.

14. Performa rem buruk

Gejala ini ditandai dengan performa rem yang buruk saat digunakan. Performa rem yang buruk disebabkan oleh penyetelan rem yang tidak tepat, keausan kampas rem, kegagalan rem, dan level oli yang terlalu rendah.

15. Klakson tidak berbunyi

Saat tombol klakson ditekan, tidak ada suara yang terdengar. Klakson tidak berbunyi disebabkan oleh klakson rusak, tombol rusak atau ada keraknya, baterai rusak dan sekering mati.

2.4 Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah otak dari sistem pakar, berisi mekanisme fungsi berpikir dan model inferensi dari sistem yang ada yang digunakan oleh seorang pakar untuk menghasilkan informasi baru dari informasi yang diketahui. Mekanisme ini akan menganalisis suatu masalah tertentu dan kemudian mencari jawaban atau kesimpulan yang terbaik. Dari data yang diperoleh dalam sistem tanya jawab dengan pengguna, serta aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan, mesin inferensi dapat membuat kesimpulan dan rekomendasi atau saran yang diharapkan pengguna (Syaputra & Setiadi, 2020).

Dalam sistem pakar, proses inferensi dilakukan dalam sebuah modul yang dikenal sebagai mesin inferensi. Mesin inferensi adalah program komputer yang menyediakan metodologi untuk penalaran tentang informasi di basis pengetahuan dan tempat kerja untuk membentuk kesimpulan.

Selama konsultasi antara sistem dan pengguna, mesin inferensi memeriksa aturan secara bergantian sampai kondisi aturan benar. Secara umum, ada dua teknik utama yang digunakan dalam mekanisme inferensi untuk memeriksa aturan, yaitu urutan maju dan urutan mundur.

Fungsi mesin inferensi adalah:

- a. Ajukan pertanyaan pada pengguna(*user*).
- b. Menambah jawaban *pada working memory*.
- c. Menambahkan fakta dari suatu rule.
- d. Menambahkan fakta tersebut *pada working memory*.
- e. Mencocokkan data ke memori aktif.

2.5 Case Based Reasoning (CBR)

Case Based Reasoning adalah suatu metode pemecahan masalah dengan mengingat kejadian serupa/mirip yang terjadi di masa lalu dan kemudian menggunakan pengetahuan/informasi tersebut untuk memecahkan masalah baru. Dengan kata lain, penalaran berbasis kasus dapat memecahkan masalah dengan menyesuaikan solusi yang telah digunakan di masa lalu. (Sari & Pranowo, 2015).

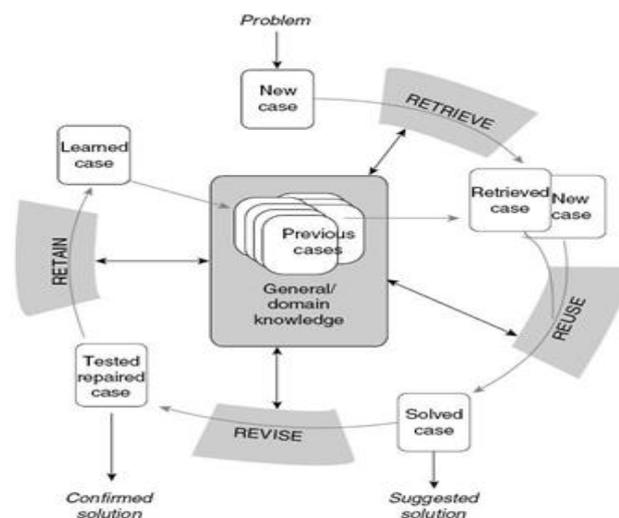
Penalaran berbasis kasus banyak digunakan peneliti untuk membantu kehidupan masyarakat. Fokus penelitian ini mayoritas membahas tentang diagnosis

penyakit, ada pula yang berkaitan dengan identifikasi penyakit manusia, diagnosis penyakit virus eksantema, perlunya deteksi dini leukemia, penyakit diare pada manusia, dan diagnosis dini penyakit gigi.

Ada banyak penelitian yang menggunakan metode Case Based Reasoning dengan tujuan membantu memberikan berbagai kemudahan dalam kehidupan manusia. Kebanyakan hasil penelitian lebih banyak menyoroti dari sisi diagnosis penyakitnya saja, beberapa diantaranya adalah untuk mengidentifikasi penyakit manusia, mendiagnosa penyakit akibat virus eksantema, kebutuhan deteksi dini penyakit leukemia, penyakit diare pada manusia, dan diagnosis dini untuk penyakit gigi (Kurniawan, 2011). Perbedaannya ada pada perhitungan similaritinya, diantaranya menggunakan probabilitas bayes, metode indexing dan nearest neighbor, k-nearest neighbor, reuse based, dan ada juga yang menggunakan metode sorensen coefficient (Indriyanti, 2013)[8]. Merujuk kepada penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini menggunakan pendekatan nearest neighbor dan perhitungan similaritinya menggunakan faktor pembobotan nilai tertinggi. Sementara tujuan penelitiannya adalah untuk memberikan kemudahan kepada masyarakat mengenai informasi.

Pemeliharaan dan diagnostik kegagalan mesin melalui komunikasi web. Melalui aplikasi diagnostik ini dapat menjadi solusi pertama bagi pengguna sepeda motor. Tidak hanya saat terjadi kerusakan, tetapi juga dapat menjadi cara preventif untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang cara merawat sepeda motor yang baik dan benar.. Manfaat bagi pengguna adalah bahwa mereka tidak lagi akan mengalami kesulitan dalam memahami semua gejala dan tingkat

kerusakan yang kemungkinan dapat terjadi. Menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti pihak jasa servis cenderung akan selalu melakukan penggantian sparepart yang sebenarnya tidak perlu. Empat proses diatas, masing-masing melibatkan sejumlah langkah spesifik yang akan dijelaskan dalam gambar 2.3



Gambar 2.3. Siklus Case-based Reasoning

Secara umumnya terdapat empat langkah proses pada *metode Case- Based Reasoning*, yang pelaksanaannya berupa siklus yaitu mengambil kembali permasalahan yang sama. Pada langkah ini dilakukan proses pencarian atau kalkulasi dari kasus-kasus yang memiliki kesamaan. Tahapan yang ada pada retrieve ini adalah:

1. *Retrieve* : Mengambil kembali permasalahan yang sama. Pada langkah ini dilakukan proses pencarian atau kalkulasi dari kasus-kasus yang memiliki kesamaan. Tahapan yang ada pada *retrieve* ini adalah:
 - a. Identifikasi Masalah
 - b. Memulai Pencocokan
 - c. Melakukan Seleksi

2. *Reuse* : Menggunakan kembali informasi dan pengetahuan dalam kasus tersebut untuk mengatasi masalah baru. Pada langkah ini dicari solusi dari beberapa kasus serupa pada kondisi sebelumnya untuk permasalahan baru. Ada dua cara yang digunakan untuk reuse kasus yang ada yaitu:
 1. *Reuse* solusi dari kasus yang telah ada (*Transformational Reuse*).
 2. *Reuse* metode kasus yang ada untuk membuat solusi (*Derivational Reuse*).
3. *Revise* : Meninjau kembali solusi yang diberikan. Pada langkah ini dicari solusi dari kasus serupa pada kondisi sebelumnya untuk permasalahan yang terjadi kemudian.
 1. Evaluasi Solusi

Pada tahap evaluasi ini sering kali membutuhkan waktu yang lama tergantung dari sistem pakar apa yang sedang dikembangkan.
 2. Memperbaiki Kesalahan

Perbaiki suatu kasus meliputi pengenalan kesalahan dari solusi yang dibuat dan mengambil atau membuat penjelasan tentang kesalahan tersebut.
4. *Retain* yaitu proses yang menyimpan pengalaman untuk memecahkan masalah yang akan datang ke dalam basis kasus (*memory based*). Permasalahan yang akan diselesaikan adalah permasalahan yang memiliki kesamaan dengannya. Pada tahap ini terjadi suatu proses penggabungan dari solusi kasus yang baru ke *knowledge* yang telah ada.

Pada Gambar 2.3 Diagram alir proses CBR menunjukkan proses pendekatan CBR dalam menyelesaikan suatu masalah. Ketika masalah baru muncul, sistem

terlebih dahulu melalui proses pemulihan. Proses *retrieve* akan melakukan tiga langkah pemrosesan, yaitu identifikasi masalah, pencocokan, dan penyeleksian masalah pada database. Setelah proses *retrieve* dilakukan, sistem akan melakukan proses *reuse*. Dalam proses *reuse*, sistem akan menggunakan informasi permasalahan sebelumnya yang memiliki kesamaan untuk menyelesaikan permasalahan yang baru. Selanjutnya proses *revise*, informasi tersebut akan dievaluasi, dan diperbaiki kembali untuk mengatasi kesalahan-kesalahan yang terjadi pada permasalahan baru. Pada proses terakhir, sistem akan melakukan proses *retain*. Proses *retain* akan mengindeks, mengintegrasikan, dan mengekstrak solusi yang baru. Selanjutnya, solusi baru itu akan disimpan ke dalam *knowledge-base* untuk menyelesaikan permasalahan yang akan datang. Permasalahan yang akan diselesaikan adalah permasalahan yang memiliki kesamaan.

Salah satu langkah terpenting dalam proses pemecahan masalah adalah proses penemuan kasus, dan banyak peneliti telah memfokuskan pada langkah ini. Dalam proses pemulihan, kesamaan antar kasus menjadi dasar untuk membuat kasus-kasus tertentu. Semakin besar kemiripan kasus dalam kasus dasar dengan kasus baru, semakin besar kemungkinan solusi dalam kasus itu dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam kasus baru.

Tingkat kemiripan kasus ini sangat mempengaruhi kinerja sistem CBR, karena solusi dari kasus sebelumnya dapat dijadikan acuan untuk belajar dan memecahkan masalah baru. Banyak peneliti telah menggunakan algoritma yang berbeda untuk memulihkan kasus ini. Ketika terdapat banyak kasus dalam basis kasus dengan atribut yang berbeda, tentunya akan sulit bagi sistem pencarian untuk menemukan kasus yang cocok.

Masalah pengukuran kesamaan kasus dikaitkan dengan menemukan persamaan atau perbedaan antara dua objek, dan telah menjadi salah satu perhatian dari sistem CBR. Mendapatkan kasus serupa yang mirip dengan kasus baru merupakan langkah penting dalam proses pengambilan keputusan secara keseluruhan (Leake, 1996). Pada proses ini, nilai kemiripan dua objek diukur menggunakan parameter yang telah ditentukan, sehingga akan diperoleh nilai kemiripan antara dua objek. Namun, mengukur kesamaan antara dua objek seringkali membutuhkan perhitungan yang rumit, sehingga kesamaan antara dua objek dapat bermanfaat bagi proses pemecahan masalah secara keseluruhan.

Masalah lain adalah bagaimana menentukan karakteristik suatu kasus untuk perbandingan. Mengidentifikasi karakteristik ini seringkali sulit. Penjelasan tentang deskripsi dari sebuah kasus sering kali kurang sempurna, sehingga fitur-fitur pembanding yang didapatkan juga kurang dapat membantu untuk menemukan kesamaan antara dua kasus yang dibandingkan. Selain itu, masukan deskripsi masalah tidak cukup untuk menentukan kesamaan situasi kasus lama dan kasus baru.

Banyak pendekatan yang dapat digunakan dalam memetakan kesamaan antara dua objek. Misalnya dua kasus yang direpresentasikan sebagai vektor dengan menetapkan pasangan atribut kasus tersebut. Kesamaan dari sepasang atribut tersebut biasanya disebut dengan bobot rata-rata. Dengan bobot tersebut memungkinkan atribut-atribut dapat memiliki berbagai tingkat kepentingan yang nantinya dapat digunakan dalam proses pembelajaran adaptif.

Penerapan dari *nearest neighbor* adalah teknologi yang mungkin paling banyak digunakan dalam CBR karena disediakan oleh sebagian besar perangkat CBR (Verina, 2015). Algoritma *nearest neighbor* merupakan pendekatan untuk mencari kasus dengan kedekatan antara kasus baru dengan kasus lama, yaitu berdasarkan pada kecocokan bobot sejumlah fitur yang ada (Syaputra & Setiadi, 2020). Metode ini mencari jarak terhadap tujuan dari data yang telah disimpan sebelumnya. Setelah didapatkan jaraknya kemudian dicari jarak terdekat. Jarak terdekat tersebut yang digunakan untuk mencari identitas tujuan.

Algoritma *K-Nearest Neighbor* dikelompokkan dalam 2 jenis, yaitu 1- NN dan K-NN. Jika 1-NN proses klasifikasi dilakukan terhadap 1 label data terdekat sedangkan jika K-NN proses klasifikasi dilakukan terhadap k label data terdekat ($k > 1$). Dalam proses pengolahannya keduanya sama-sama menghitung jarak data baru ke setiap label data kemudian ditentukan label data yang memiliki jarak terdekat atau paling minimum.

2.6 Algoritma *K-Nearest Neighbour*

Algoritma *K-Nearest Neighbour* merupakan teknik sederhana untuk mencari jarak terdekat dari tiap-tiap kasus (*cases*) yang ada di dalam database, dan seberapa mirip ukuran kemiripan (*similarity*) setiap *source case* yang ada di dalam database dengan target case. Fungsi *similarity* pada kasus diformulasikan sebagai berikut:

Similarity (*problem.case*)

$$\frac{s_1*w_1+s_2*w_2+\dots+s_n*w_n}{w_1+w_2+\dots+w_n}$$

Keterangan:

s : *similarity* (nilai kemiripan)

w: *weight* (bobot yang diberikan)

Nilai kesamaan kasus didefinisikan dengan nilai 0 sampai 1, karena perhitungan Nearest Neighbor menggunakan perhitungan yang real yaitu antara nilai (0,1). Nilai 0 artinya kedua kasus mutlak tidak mirip dan nilai 1 kasus mutlak mirip. Nilai kemiripan (w) merupakan nilai yang akan dijadikan target dan akan dibandingkan dengan *source case*. Jumlah keseluruhan atribut (n) yaitu jumlah atribut yang ada dalam kasus. Setelah similarity antar kasus baru dan semua kasus yang disimpan telah dihitung, maka kasus yang paling mirip akan diambil (kasus dengan nilai kemiripan tertinggi). Kasus-kasus ini kemudian digunakan kembali untuk membantu memecahkan kasus baru berikutnya.

BAB III

ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisa

3.1.1 Analisa Masalah

Pada umumnya banyak pengguna sepeda motor yang tidak mengetahui kerusakan yang terjadi pada sepeda motornya. Karena sulitnya memperoleh pengetahuan untuk mengatasi permasalahan yang ada pada sepeda motor, baik dari buku pengetahuan atau manual sepeda motor, maupun dari para profesional yang berpengalaman di bidangnya.

Akibatnya, sebagian besar masyarakat atau organisasi tidak mungkin bisa menentukan di mana kerusakan yang terjadi pada komponen motornya. Sehingga banyak sekali pemilik motor yang mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada komponen motornya tersebut kepada ahli / pakar troubleshooting otomotif. Itu pun belum tentu kerusakan yang terjadi pada komponen yang lebih besar lagi atau yang lebih berat yang tidak dapat diperbaiki sendiri.

Oleh sebab itu dan berdasarkan analisis masalah diatas untuk memudahkan pengetahuan bagi masyarakat khususnya pengguna sepeda motor, maka penulis melalui Tugas Akhir ini membuat “**Sistem Pakar Kerusakan Mesin Motor Menggunakan Metode *Case Based Reasoning (CBR)* Dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor (K-NN)***” dengan alternati memberikan informasi dan dialog mengenai kerusakan yang timbul pada komponen motor beserta cara

penanganannya yang berupa rujukan langkah penyelesaian masalah terhadap masalah kerusakan komponen, sebagai bentuk sistem pakar yang mampu membaca kerusakan komponen dan persoalan yang dikaji yakni mengenai beragam kerusakan yang terjadi pada komponen motor beserta tanda-tanda, pemicu dan penyelesaian persoalannya yang diimplementasikan oleh penulis sendiri secara online melalui web master. Sebuah aplikasi web sebagai sistem pakar yang dapat mendeteksi jenis kerusakan pada sepeda motor dengan menggunakan option yang bisa dicentang yaitu merespon gejala yang di alami dan persoalan yang akan dikaji yakni mengenai variasi kerusakan pada motor beserta tanda-tanda, pemicu dan cara mengatasinya.

Dalam sistem diagnosa, sebuah kasus mencoba untuk mengambil kasus masa lalu yang memiliki daftar gejala yang mirip dengan gejala yang ada pada kasus baru dan menyarankan diagnosa berdasarkan kasus terbaik dengan menghitung nilai kemiripan (*similarity*) antar kasus. Kasus dalam sistem diagnosa harus dapat menggambarkan satu situasi diagnostik tertentu, yang memiliki gejala, kegagalan adan penyebab, fitur nilai / bobot, perbaikan solusi dan hasil, dan yang terpenting kasus bukanlah sebuah aturan (teori).

Adapun penjelasan dari proses-proses diagnosa kerusakan motor adalah sebagai berikut:

1. Kasus baru merupakan masalah yang harus diselesaikan didalam sistem, kasus baru yang muncul ini disebut dengan kasus target. Kasus target dalam suatu situasi diagnostik memiliki: kategori kerusakan dan gejala-gejala yang akan dicari solusinya untuk di sarankan pada kasus target.

2. Sistem mencari kasus-kasus lama yang berada didalam basis pengetahuan / basis kasus, kemudian menghitung nilai kemiripan (similarity) dari setiap kasus. Jika kemiripan kasus memiliki nilai tinggi maka kasus tersebut akan dibandingkan dengan kasus target.
3. Ketika kasus lama memiliki nilai kemiripan yang tinggi maka solusi dari kasus lama tersebut akan diusulkan sebagai solusi pada kasus target.
4. Setelah kasus target mendapatkan solusinya, kemudian penanganan pun dilakukan terhadap motor, setelah penanganan kerusakan berhasil dilakukan, maka teknisi diharuskan melakukan proses revisi dan perbaikan pada solusi yang sudah disarankan. Proses ini dilakukan di luar sistem diagnosa, dimana untuk merevisi kasusnya harus berdasarkan pada keberhasilan penanganan masalah yang pernah ditangani. Adapun kriteria dari proses revisi yaitu kebenaran solusi dan kualitas solusi.
5. Proses terakhir adalah ketika kasus sudah direvisi dan menghasilkan solusi yang berkualitas maka kasus target yang sudah direvisi tersebut akan disimpan kedalam basis kasus untuk dijadikan sebagai kasus baru di dalam basis pengetahuan.

Proses perancangan aplikasi “Sistem Pakar Kerusakan Mesin Motor Menggunakan *Metode Case Based Reasoning* (CBR) Dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN)” meliputi perancangan knowledge base, database, UML (*Unified Modeling Language*), dan *user interface*.

1. Perancangan *knowledge base* dan database

Knowledge-base (Basis Pengetahuan) yang digunakan dalam aplikasi

sistem pakar ini berdasarkan catatan wawancara tentang manual *service* dari teknisi salah satu bengkel di kota malang. Menjelaskan *service* atau diagnosis kerusakan semua komponen motor. Secara umum isi dalam buku manual tersebut lebih difokuskan untuk diagnosis motor. Karena pertimbangan keterbatasan waktu, penulis menggunakan 6 jenis kategori kerusakan komponen motor, tetapi dikemudian hari *knowledge-base* masih dapat dikembangkan dengan mudah karena struktur *knowledge-base* terpisah dari *source code*. 6 jenis kategori kerusakan komponen motor tersebut adalah:

1. Bahan Bakar
2. Sistem Kelistrikan
3. Sistem Pengapian
4. Pelumas
5. Pendingin Mesin
6. Mesin

Mekanisme inferensi yang digunakan Aplikasi Sistem Pakar ini untuk menyajikan *knowledge base* pada pengguna adalah teknik *Case Based Reasoning (CBR)* dengan *Nearest Neighbor (K-NN)*. Proses inferensi dimulai dengan mengumpulkan beberapa kasus yang pernah dialami oleh user sebagai teknisi untuk dibandingkan dengan beberapa kasus yang sedang dihadapi, kemudian dengan menampilkan beberapa pertanyaan yang disajikan dengan memilih kategori dan gejala mulai dari kategori kerusakan

yang bersifat umum kemudian gejala kerusakannya sehingga ditemukan jawaban atau solusi yang diberikan mesin.

Untuk menghubungkan teknik inferensi dengan knowledge base, setiap data pada knowledge-base dikodefikasi untuk memudahkan dalam menampilkannya pada aplikasi. Data pertama pada suatu tabel diagnosis dimulai dengan kode “DIG”, kemudian kode pada data sesudahnya ditambah karakter angka. Selain itu juga data berupa detail dari pertanyaan atau jawaban yang berfungsi untuk memberikan penjelasan lebih lanjut tentang pertanyaan ataupun jawaban yang ditampilkan oleh aplikasi.

3.1.2 Sumber Informasi

Data terkait jenis *troubleshooting* kerusakan komponen sepeda motor, yaitu pengertian jenis *troubleshooting*, gejala kerusakan komponen motor, penyebab kerusakan serta solusi penanganannya yang didapat dari buku panduan *service*, artikel dan website. Selain itu, informasi tentang diagnosis dan menyelesaikan masalah kerusakan komponen pada sepeda motor didapat dari pakar dengan nama Riko Adi Darma selaku teknisi di salah satu bengkel di kota Malang yang bernama Dan's Motor beralamat di Jl. Raya Candi VI No.6, dan selaku teknisi sudah cukup berpengalaman selama 5 tahun pada bidang mekanik mesin sepeda motor. Selaku teknisi sudah memberikan bimbingan dan pengarahan sekaligus sebagai pakar dalam mendeteksi kerusakan pada sepeda motor yang menjadi rujukan pada tugas akhir ini.

3.1.3 Identifikasi Masalah

Tahap awal dalam membangun aplikasi sistem pakar ini yakni dengan

mengidentifikasi permasalahan yang akan dianalisis, dalam artian dengan mengidentifikasi problem yang akan dibuat terlebih dahulu. Persoalan yang akan diangkat dalam aplikasi untuk membaca problem pada sepeda motor beserta cara melakukan penanganan yang tepat. Adapun variasi kerusakan dan tanda-tanda yang mungkin muncul adalah sebagai berikut:

1. Motor sulit nyala. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Cek bahan bakar (bensin), apakah blm terisi
 - b. Cek busi, apakah dalam keadaan kurang bersih
 - c. Cek karburator, apakah banyak kotoran yang perlu dibersihkan
 - d. Cek selang jalur tangki bahan bakar arah karburator, apakah ada sumbatan atau kurang rapat.
2. Mesin tidak bisa nyala sama sekali. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Cek bahan bakar (bensin), apakah blm terisi
 - b. Cek busi, apakah dalam keadaan kurang bersih
 - c. Cek platina atau coil menggunakan ohm meter, apakah masih bekerja atau sudah rusak
 - d. Cek cdi motor yang memakai coil, apakah masih berfungsi atau sudah rusak
 - e. Cek kabel pada body yang mengarah ke magnet menggunakan ohm meter, apakah masih ada koneksi atau putus

- f. Cek bagian spul magnet, apakah masih berfungsi atau putus.
3. Mesin bisa nyala tetapi tidak memiliki tenaga. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Cek busi, apakah dalam keadaan kurang bersih
 - b. Cek karburator, apakah banyak kotoran yang perlu dibersihkan
 - c. Cek filter udara, apakah sudah kotor dan perlu diganti
 - d. Cek bos katup, apakah masih berfungsi atau sudah rusak
 - e. Cek bagian pegas katup, apakah kuat atau sudah lemah
 - f. Cek kompresi, pastikan tidak ada kebocoran.
4. Muncul suara menggelitik dari arah blok silinder. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Cek bos katup, apakah masih berfungsi atau sudah rusak
 - b. Cek bagian pegas katup, apakah kuat atau sudah lemah
 - c. Cek noken as, apakah masih layak atau sudah aus
 - d. Cek bagian torak dan ring torak, apakah masih layak atau sudah aus
 - e. Cek bagian stang torak dan laher stang, apakah masih rapat atau longgar.
5. Konsumsi bahan bakar boros. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Cek filter udara, apakah sudah kotor dan perlu diganti
 - b. Cek karburator, apakah banyak kotoran yang perlu dibersihkan

- c. Cek kepala silinder dan toraknya, apakah kotor dan perlu dibersihkan
 - d. Cek kompresi, pastikan tidak ada kebocoran.
6. Muncul asap putih. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
- a. Cek bagian torak dan ring torak, apakah masih layak atau sudah aus
 - b. Cek bagian silinder, apakah masih layak atau sudah aus
 - c. Cek oli, apakah volume oli sesuai dengan yang tertulis di bagian blok mesin.
7. Mesin hidupnya tersendat-sendat setelah dipanaskan, Gejalanya adalah sebagai berikut:
- a. Cek busi, apakah dalam keadaan kurang bersih
 - b. Cek platina atau coil menggunakan ohm meter, apakah masih bekerja atau sudah rusak
 - c. Cek karburator, apakah banyak kotoran yang perlu dibersihkan.
8. Lampu utama tidak nyala. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
- a. Pastikan kawat dalam lampu tidak putus.
 - b. Cek bagian kabel reflector, apakah masih ada koneksi atau putus
 - c. Cek bagian soket, apakah kabel dalam soket ada koneksi atau putus.
9. Lampu sein tidak nyala atau tidak berkedip. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
- a. Pastikan kawat dalam lampu tidak putus.
 - b. Cek bagian soket, apakah kabel dalam soket ada koneksi atau putus.

10. Lampu rem tidak nyala. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Pastikan kawat dalam lampu tidak putus.
 - b. Cek bagian soket, apakah kabel dalam soket ada koneksi atau putus.
11. Transmisi sulit dipindahkan. Penyebabnya adalah sebagai berikut:
 - a. Cek bagian plat kopling, apakah masih layak atau sudah aus
 - b. Cek bagian otomatis sentripugal, apakah masih layak atau sudah aus.

3.1.4 Konseptualisasi

Prediksi kerusakan sparepart motor memang diperlukan sebuah pengalaman dan keterampilan yang baik agar bisa memahami ciri kerusakan serta tanda-tanda kerusakan dan penyebab utama kerusakan yang muncul. Karena begitu banyak variasi pada tanda-tanda kerusakan yang hampir sama apabila tidak mempunyai ketelitian untuk melacaknya. Oleh sebab itu didapat sebuah konsep guna membangun sistem pakar ini, yakni proses identifikasi berbagai macam kerusakan pada sparepart motor dan bagaimana cara penanganan yang tepat serta memilih solusi untuk kerusakan tersebut, dimana bisa dilihat dengan mencermati tanda-tanda yang timbul pada bagian sparepart motor.

Dalam tahapan konsep merupakan tahap dimana *knowledge engineer* dan pakar menentukan konsep yang akan dikembangkan menjadi sistem pakar yang dapat memberikan kemudahan untuk dipergunakan dan memiliki kemampuan diagnosis yang baik nantinya. Dari seluruh konsep yang dikaji dan dirinci unsur-unsur yang terlibat serta menentukan hubungan dan mekanisme pengendalian yang diperlukan untuk mencapai solusi.

3.1.5 Representasi Pengetahuan

Sistem diagnosis yang akan dibuat adalah sistem diagnosis aturan. Pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan bentuk IF-THEN. Sistem diagnosis bekerja untuk mendapatkan solusi berdasarkan gejala-gejala awal yang diamati. Representasi pengetahuan yang digunakan yaitu tabel kerusakan, tabel gejala, serta solusi yang dihasilkan.

a. Tabel Gejala

Cara yang benar dalam merepresentasikan pengetahuan diperlukan untuk membuat sistem pakar agar dapat melakukan penalaran yang baik. Perancangan basis pengetahuan ini diawali dengan pembuatan tabel gejala Tabel 3.1 merupakan tabel kategori kerusakan sistem pakar yang akan dibangun.

Tabel 3. 1 Tabel Kategori Kerusakan

Kode Gejala	Gejala	Bobot
G1	Mesin panas	0.2
G2	Air radiator bocor	0.1
G3	Oli bocor	0.3
G4	Overheat	0.2
G5	Temperatur berayun	0.3
G6	Bunyi mesin kasar	0.2
G7	Mesin mati sendiri	0.3
G8	Mesin sulit dinyalakan	0.3

G9	Mesin menggelitik	0.3
G10	Mesin brebet	0.2
G11	Mesin tidak bisa mati	0.2
G12	Perfoma menurun	0.2
G13	Bensin jadi boros	0.2
G14	Asap knalpot berwarna hitam	0.2
G15	Idle up bermasalah	0.2
G16	Tekanan gas hilang	0.3
G17	Mesin tersendat	0.2
G18	Tarikan berat	0.3
G19	Oli bocor pada knalpot	0.3
G20	Gas tidak stabil	0.1
G21	RPM tidak stabil	0.2
G22	Aki cepat habis	0.2
G23	Lampu utama mati	0.2
G24	Bergetar keras saat dihidupkan	0.2
G25	Mesin tidak mau hidup	0.3

G26	Asap knalpot berwarna putih	0.3
G27	Kerusakan komponen sistem pembakaran	0.2
G28	Performa mesin menurun	0.3
G29	lampu bagian indikator oli hidup terus meski motor bejalan	0.2
G30	Mesin mati ketika pedal gas dibuka guna menambah akselerasi	0.1
G31	Sering mati saat kondisi putaran rendah	0.1
G32	Mesin susah untuk dinyalakan	0.3
G33	Perfoma mesin menurun	0.1
G34	Pembakaran tidak normal	0.2
G35	Tekanan Oli turun	0.1
G36	Temperatur mesin tinggi	0.2
G37	Bensin Banjir	0.2

G38	Akselerasi lemah	0.2
G39	Mesin terus Hidup	0.1
G40	Kabel terbakar	0.3

b. Tabel Kerusakan

Maka diperlukan metode representasi yang baik guna menciptakan sistem pakar sehingga bisa membuat inferensi yang baik. Tabel 3.2 adalah tabel gejala dari sistem pakar yang akan dibuat.

Tabel 3. 2 Tabel Gejala Kerusakan

Kerusakan	Gejala-Gejala
Fuul Pump	G8, G10, G16, G12, G15, G28, G30, G31, G38
Saringan Bensin	G8, G10, G12, G16, G17, G18, G20, G21, G28, G30, G33, G38
Selang Bensin	G8, G13, G16, G17, G20, G21
Fuse Fuul Pump Pengapian	G16, G17, G25
Koil, CDI	G7, G8, G10, G17, G20, G21, G25, G27, G30, G32, G34
Kabel Busi, Kabel Koil	G8, G10, G20, G21, G25, G32
Busi	G8, G10, G17, G21, G27, G32, G33, G34
Fuse Pompa Bensin	G25
Fuse Koil	G25
Aki	G8, G25, G32
Konsleting Kabel	G11, G22, G23, G25, G40
Air Radiator	G1, G2, G4, G5, G7, G9, G12, G36
Water Pump	G1, G2, G4, G5, G7, G9, G12, G36
Thermo Start	G1, G2, G4, G5, G7, G36
Vanbelt / Rantai & Gir Motor	G6, G12, G13, G17, G18, G20, G24, G28, G30, G38

Oli (Volume)	G6, G7, G9, G19, G26, G29, G35, G36
Filter Oli	G3, G6, G9, G29, G30, G35, G36
Saluran Oli	G3, G6, G7, G12, G29, G35
Kebocoran Oli	G1, G3, G4, G6, G7, G9, G19, G26, G29, G35, G36
Oil Pump	G1, G4, G6, G7, G9, G12, G25, G29, G36
Karburator	G7, G8, G10, G12, G13, G14, G15, G16, G17, G18, G20,

c. Tabel Solusi dan Gejala

Tabel 3. 3 merupakan tabel solusi dari pakar yang akan diimplementasikan kedalam sistem pakar diagnosa kerusakan sepeda motor.

Tabel 3.3 Tabel Kondisi dan Solusi

Kerusakan	Kondisi	Solusi
Fuul Pump	Baik/Lemah	Jika baik tidak diganti jika lemah mati diganti
Saringan Bensin	Baik/Jelek (buntu)	bersikan atau ganti
Selang Bensin	Baik/Jelek	Jika baik tidak diganti jika rusak

		diganti
Fuse Fuul Pump Pengapian	Baik/Jelek (putus/tidak)	Jika baik tidak diganti jika putus diganti
Koil,CDI	Baik/Jelek (lemah)	Jika baik tidak diganti jika lemah mati diganti
Kabel Busi,Kabel Koil	Baik/Jelek	Jika baik tidak diganti jika lemah mati diganti
Busi	Baik/Lemah	Jika baik tidak diganti jika lemah mati diganti
Fuse Pompa Bensin	Baik/Putus	Jika baik tidak diganti jika putusi diganti
Fuse Koil	Baik/Putus	Jika baik tidak diganti jika putus diganti
Aki	Baik/Lemah/M ati	Jika baik tidak diganti jika lemah mati

		diganti
Konsleting Kabel	Baik/Putus	ganti / cek kembali ulang
Air Radiator	Baik/Kering	tambahkan air, service
Water Pump	Baik/Jelek (bocor/keropos)	Jika baik tidak diganti jika rusak diganti
Thermo Start	Baik/Macet	Perbaiki Jika baik tidak diganti jika rusak diganti
Vanbelt / Rantai & Gir Motor	Baik/Putus	Jika baik tidak diganti jika putu maka diganti
Oli (Volume)	Baik/Berkuran g	Jika berwarna pucat diganti jika berkurag ditambah
Filter Oli	Baik/Bocor/Te pos	Jika baik tidak diganti jika rusak diganti

Saluran Oli	Baik/Buntu	bongkar mesin / ganti jika ada yang rusak
Kebocoran Oli	Baik/Rusak	perbaiki jika terjadi kebocoran
Oil Pump	Baik/Macet	Jika baik tidak diganti jika rusak diganti
Karburator	Baik/Buntu/Ko tor	perbaiki / bersikan jika terjadi penumpukan kotoran
Injeksi	Baik/Buntu	perbaiki
Komponen Aus	Baik/Rusak	perbaiki

d. Perhitungan dan Rumus

Contoh Kasus:

Tabel 3.4 Tabel Perhitungan Kasus Dengan Rumus

Kasus baru	Kasus lama	Nilai kemiripan	Bobot parameter
------------	------------	-----------------	-----------------

Oli berkurang	Oli berkurang	1	0,3
Mesin brebet	Mesin brebet	1	0,2
Akselerasi payah	Akselerasi payah	1	0,2
Air radiator berkurang	Mesin mati sendiri	0	0,1
-	Mesin sulit dinyalakan	0	0,1
$\text{Similarity} = \frac{1*0,3 + 1*0,2 + 0*0,1 + 0*0,1}{0,3 + 0,2 + 0,2} = \frac{0,7}{0,7} = 1$			

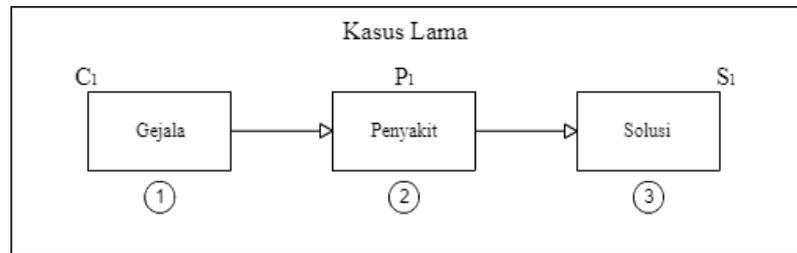
Oli berkurang	Tekanan gas hilang	0	0,3
Air radiator berkurang	Tenaga mesin loyo tidak seperti biasanya	0	0,3
	Mesin sulit distater	0	0,3
Mesin brebet	Mesin brebet	1	0,2
	Perfoma menurun	0	0,2
	Idle up bermasalah	0	0,2
	RPM tidak stabil	0	0,2

Akselerasi payah	Akselerasi payah	1	0,2
	Mesin sulit dinyalakan	0	0,1
	Mesin tersendat	0	0,1
	Gas tidak stabil	0	0,1
	Mesin tersendat saat pedal gas di injak untuk meningkatkan akselerasi	0	0,1
	Perfoma mesin menurun	0	0,1

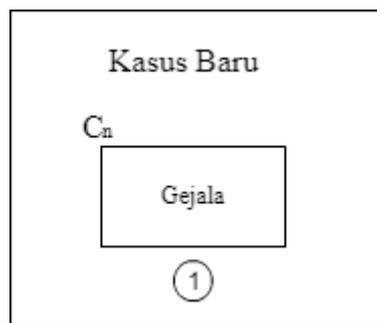
$$\begin{aligned}
 \text{Similarity} &= 0*0,3 + 0*0,3 + 0*0,3 + 1*0,2 + 0*0,2 + 0*0,2 + 0*0,2 + 1*0,2 + \\
 &0*0,1 + 0*0,1 + 0*0,1 + 0*0,1 + 0*0,1 \\
 &0.3 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 \\
 &= 0,4 / 2,4 = 0,166666667
 \end{aligned}$$

1) Rule pada Sistem Pakar

Dari data-data yang ada mengenai diagnosa kerusakan sepeda motor terdapat sistem aturan (rules) sehingga ketika menjelaskan masalah, diagnosa kerusakan mendapatkan solusi yang baik untuk beberapa penyebab kerusakan *knowledge*. Alur yang menggambarkan aliran informasi dan transformasi informasi yang diaplikasikan sebagai data yang mengalir dari masukan (*input*) dan keluaran (*output*).



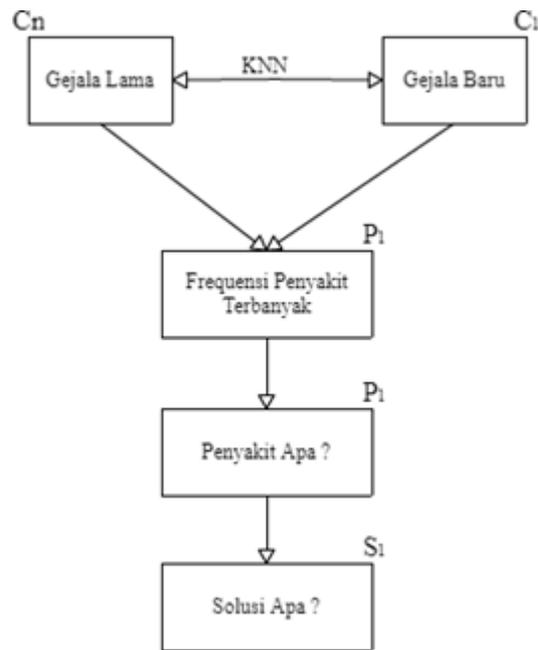
Pada diagram diatas dapat di jelaskan yaitu sistem pakar kerusakan mesin motor, memiliki 3 entitas yaitu gejala, penyakit dan solusi. Data yang akan di input oleh pakar dan di olah akan menghasilkan gejala-gejala kerusakan motor yang berdasarkan pilihan *user*.



Proses gejala pada kasus baru, dimana pakar menginputkan data gejala untuk mengelola data tersebut ke dalam tabel gejala kerusakan. Dan Selanjutnya konfirmasi data gejala akan di tampilkan ke dalam proses nilai yang nanti akan dikelola dengan algoritma K-NN untuk mendapatkan hasil solusi tervalid.

Algoritma K-NN digunakan mencari kasus dengan menghitung jarak antara kasus baru dan kasus lama, berdasarkan bobot dari beberapa fitur yang ada. Misalnya, keinginan untuk menemukan solusi diagnostik mesin sepeda motor baru dengan menggunakan solusi diagnostik mesin sebelumnya. Untuk mencari kasus mana yang akan digunakan maka

dihitung kedekatan kasus diagnosa mesin motor baru dengan semua kasus diagnosa mesin motor lama. Kasus diagnosa motor lama dengan kedekatan terbesar-lah yang akan diambil solusinya untuk digunakan pada kasus diagnosa motor baru.



Proses diagram diatas terdapat gejala lama diagnosa kerusakan motor dan ketika ada gejala baru, maka solusi yang akan diambil adalah solusi dari diagnosa kerusakan motor terdekat dari gejala yang baru. Untuk memberikan solusi kepada gejala baru, digunakan perhitungan dengan algoritma K-NN dengan pencocokan bobot nilai penyakit lama.

2) Gejala-Gejala Kerusakan Motor

Gejala kerusakan motor adalah sinyal-sinyal kerusakan yang menandakan ada sesuatu yang tidak beres dalam motor. Setiap

kategori kerusakan memiliki satu atau banyak gejala yang merepresentasikan sesuatu yang tidak beres pada satu kategori tertentu. Penentuan bobot pada setiap gejala sangatlah penting, karena bobot yang diberikan sangat mempengaruhi ketepatan diagnosa dan solusinya. Bobot dari gejala kerusakan berkisar antara 0,1-1. Bobot tersebut bersumber dari bengkel yang didasarkan pada tingkat besar kecilnya kerusakan yang dapat diakibatkan oleh gejala tersebut, dengan asumsi semakin besar bobot yang diberikan maka tingkat kerusakannya semakin besar. Bobot yang diberikan kepada setiap gejala adalah berbeda-beda.

Diagnosa kerusakan motor adalah upaya identifikasi untuk mengetahui jenis kerusakan yang dialami oleh motor. Gejala-gejala yang terjadi pada motor hanya akan ditangani jika mengarah pada satu kasus sehingga akan menghasilkan satu diagnosa dan satu solusi untuk kerusakan komponen motor.

3) Identifikasi Input

Pada proses identifikasi input, yang diperlukan adalah melakukan pengumpulan data atau informasi yang mendukung dalam pembangunan aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi dan memecahkan masalah komponen motor. Sistem akan mengajukan beberapa pertanyaan kepada pengguna, dimana pertanyaan ini adalah salah satu cara sistem dalam mengumpulkan informasi

tentang suatu masalah yang hendak dipecahkan. Untuk menjawab pertanyaan yang ditampilkan pada layar monitor, pengguna cukup memilih gejala kerusakan yang muncul pada sepeda motor.

4) Identifikasi Output

Setelah sistem pakar menerima masukan dari pengguna melalui berbagai pertanyaan yang diajukan oleh sistem, maka sistem akan memberikan kesimpulan dari jawaban pertanyaan tersebut dan sistem akan mengakumulasi berbagai jawaban dari pengguna, dimana masing-masing jawaban itu akan sangat mempengaruhi kesimpulan yang didapat. Dimana sistem akan memberikan informasi tentang letak kerusakan yang terjadi beserta penjelasan solusi penanganan kerusakannya.

5) Analisa Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional adalah usulan yang direkomendasikan kepada pengguna agar komponen yang akan dibangun adalah komponen yang mudah dan cepat untuk diatasi, dan perangkat kerasnya dapat mendukung secara maksimal terhadap kinerja komponen motornya.

3.2 Analisis User

Analisis *user* dimaksudkan untuk mengetahui siapa saja user yang terlibat beserta karakteristiknya sehingga dapat diketahui tingkat pengalaman dan pemahaman user terhadap komponen motor.

Adapun user yang dapat menggunakan sistem adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat umum yang ingin mengetahui letak permasalahan dan memecahkan permasalahan yang terjadi pada komponen motornya.
2. Teknisi komponen motor yang menjadi Pakar.
3. Mahasiswa teknik komputer atau informatika yang dapat menjadikan aplikasi sistem pakar ini sebagai media pembelajaran terhadap suatu kerusakan komponen motornya.
4. Suatu instansi dalam membantu penanganan kerusakan komponen motor, menekan biaya service oleh tenaga ahli.

User yang dapat menggunakan sistem pakar ini umumnya sudah bisamengoperasikan komputer dan mengakses internet, dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap *user* minimal dapat mengetahui sedikitnya tentang nama-nama komponen motor beserta bentuk fisiknya. Terdapat pokok-pokok yang menjadi evaluasi dari analisis terhadap user, diantaranya adalah dalam menentukan target pengguna dari system pakar yang akan dibangun.

3.3 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras (*hardware*) yang dibutuhkan untuk membangun sistem ini adalah:

1. *Processor Intel Core i5-4200U CPU @ 1.60 GHz 2.30 GHz*
2. *Harddisk 500 GB*
3. *RAM 12,00 GB*
4. *VGA NVIDIA GeForce GT 720M*
5. *Monitor*

6. *Mouse*

7. *Keyoard*

3.4 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem ini adalah:

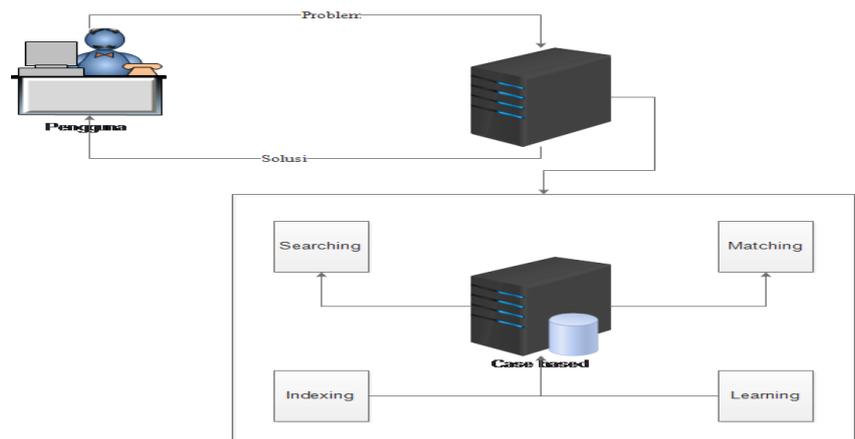
1. *Microsoft Windows 8 64 bit*, untuk sistem operasi.
2. *Sublime* dan *Notepad++*, sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk membangun perangkat lunak *website* sistem pakar kerusakan motor.
3. Bahasa pemrogramannya menggunakan *PHP*. Menggunakan *database MySQL*
4. Menggunakan *database MySQL*
5. *Software* compilernya yaitu XAMPP

3.5 Analisa Sistem

a. Arsitektur Sistem

Sistem yang akan dibangun merupakan suatu sistem aplikasi *Case Based Reasoning (CBR)* dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor (K-NN)* untuk mendiagnosa kerusakan yang terjadi pada motor dapat dijadikan suatu solusi yang baik mengingat permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh pengguna motor. Dengan data yang didapatkan dari seorang pakar dibidang kerusakan motor dan menyimpannya ke dalam *case based*. Dapat diaplikasikannya program sebuah sistem pakar diagnosa kerusakan motor

yang dapat digunakan orang untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Hal ini tentu menguntungkan dari segi efisiensi waktu dan efektifitas kerja ditengah kesibukan setiap individu. Prinsip kerja secara keseluruhan sistem dapat dilihat ada desain alur kerja sistem berikut



Gambar 3.1 Alur Kerja Sistem

Gambar 3.1 di atas dapat dilihat bahwa terdapat satu actor yaitu pengguna yang akan menggunakan sistem dengan menginputkan gejala-gejala kerusakan yang ditampilkan pada interface user, lalu akan di kirim pada sistem kemudian gejala-gejala tersebut akan di periksa pada case based dengan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* apakah gejala kerusakan yang dialami user similarity dengan data yang ada pada *case based*.

Metode perhitungan *K-Nearest Neighbor* juga diterapkan pada *Case Based Reasoning* (CBR) ini untuk menghitung nilai kemungkinan similarity (kemiripan) yang terjadi dari setiap gejala kerusakan yang ditunjukkan oleh motor dengan data yang ada pada case based reasoning. Dengan adanya nilai similarity (kemiripan) dari gejala-gejala yang ada

diharapkan pengguna sistem pakar ini mendapatkan jawaban dari gejala yang dialami dan solusi yang ditawarkan oleh sistem.

Case Based Reasoning (CBR) dirancang dan diaplikasikan hanya dalam ruang lingkup yang sempit karena kepakaran hanya dalam hal tertentu saja dan tidak bisa menangani hal yang bersifat khusus. Dengan mengambil ruang lingkup kerusakan yang terjadi pada motor dan didukung data mengenai ruang lingkup ini, yang bertujuan agar sistem Case Based Reasoning (CBR) dapat bekerja secara optimal.

b. Requirement Model

Model representasi alur proses akan dirancang dan disajikan dalam bentuk UML (Unified Model Language). UML digunakan untuk menggambarkan aliran informasi dan proses data yang dimulai dari input hingga output data. UML memudahkan pengguna yang tidak tahu banyak tentang komputer untuk memahami sistem yang akan dikerjakan atau dikembangkan.

c) Identifikasi Aktor

Dalam penerapan sistem pakar ini, beberapa aktor telah diidentifikasi yaitu *user* dan *admin*.

Tabel 3. 5 Identifikasi Aktor

No	Nama Aktor	Deskripsi

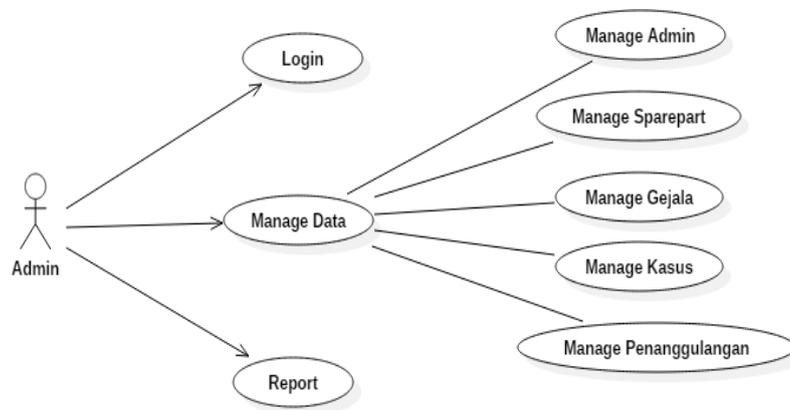
1	User	Aktor yang berinteraksi langsung dengan sistem, aktor user merupakan orang yang berhubungan langsung dengan motornya seperti orang teknisi dan pengguna motornya.
2	Admin	Aktor yang memegang semua akses dalam pengaturan aplikasi.

d) Use Case Diagram Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor

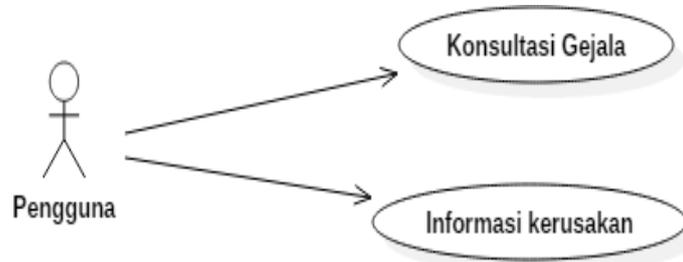
Use Case Diagram berfungsi untuk melihat proses apa saja yang dilakukan aktor terhadap sistem dalam bentuk *use case* adapun *use case diagram* dari sistem pakar ini terlihat dalam gambar berikut ini:

e) Use Case Diagram Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor

Use Case Diagram berfungsi untuk melihat proses apa saja yang dilakukan aktor terhadap sistem dalam bentuk *use case* adapun *use case diagram* dari sistem pakar ini terlihat dalam gambar berikut ini:



Gambar 3. 2 *Use Case Diagram* Admin Sistem Pakar



Gambar 3.3 *Use Case Diagram* Pengguna

Dari gambaran *use case* pada gambar diatas dapat didefinisikan terdapat dua aktor yang terkait dengan sistem pakar ini yaitu Admin dan *User*. Berikut merupakan penjelasan use case diagram diatas:

Keterangan Use case diagram:

a. Admin

1. Admin melakukan login terlebih dahulu agar dapat mengelola sistem.
2. Manage data, Admin mengelola data yang di dalamnya terdapat manage gejala, *manage rule*, manage kasus, *manage admin* dan *manage report*.
3. *Report* Admin, dapat melihat laporan kunjungan.
4. Manage Admin, Admin mengubah data yang di dalamnya terdapat manage gejala,
5. Admin dapat melakukan create, update, delete tentang isi dari sparepart.
6. Manage Gejala, Admin dapat melakukan update dan delete tentang isi dari gejala.

7. Manage kasus, Admin dapat melakukan create, update, delete tentang isi dari kasus
8. Manage Penanggulangan, Admin dapat melakukan create, update, delete tentang isi dari penanggulangan.

c. User

1. Konsultasi Gejala, User memilih gejala dan dilakukan proses CBR (Case Based Reasoning) saat inputan sudah selesai.
2. Informasi-Kerusakan, User memilih-informasi-kerusakan -yang di tampilkan.

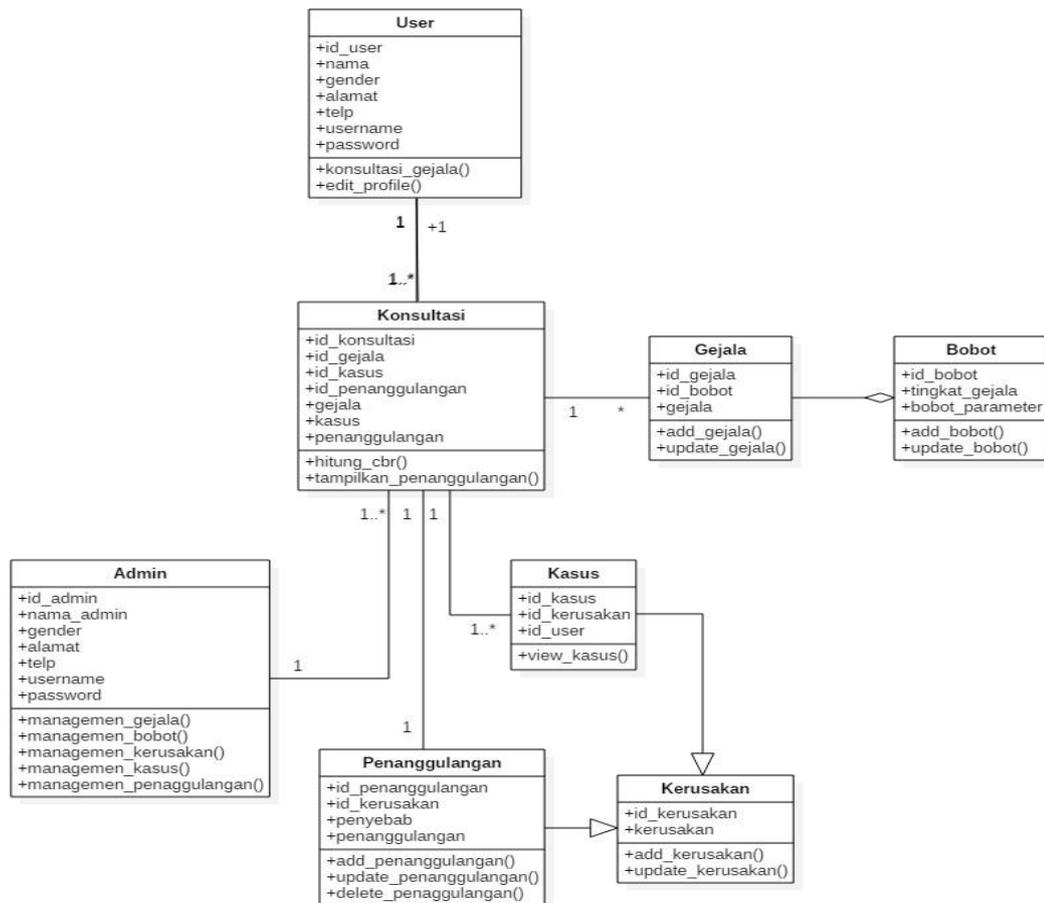
f) Class Diagram untuk Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor

Class diagram menggambarkan struktur dan deskripsi class beserta hubungan satu sama lain seperti Asosiasi, Generalisasi dan lain sebagainya. Dalam Gambar 3.4 di bawah ini di gambarkan hubungan antar *class* yang terjadi pada sistem yang akan dibangun. Sistem pakar

diagnosa kerusakan motor dirancang dengan berbasis website

memiliki 8 buah kelas analisis yaitu kelas konsultasi, *user*, gejala, bobot, admin, kasus, kerusakan, dan penanggulangan.

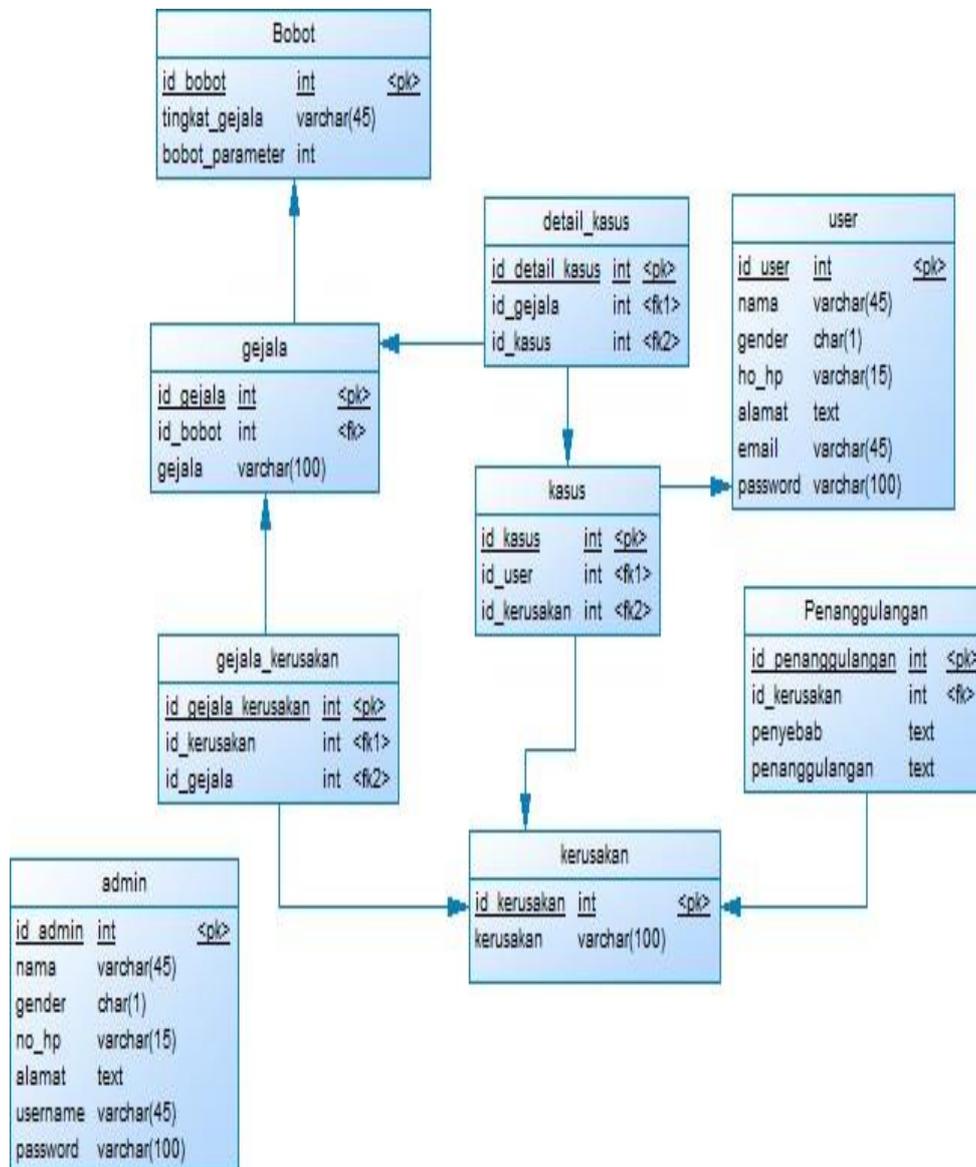
Gambar 3.4 Class Diagram Sistem Pakar



g) Perancangan Basis Data

Perancangan Detail Basis data sistem pakar kerusakan motor dalam bentuk fisik digambarkan dalam bentuk PDM (Physical Data Model), digunakan untuk menyimpan data-data penunjang kedalam sistem, basis data yang dibangun yaitu menggunakan MySQL. Dalam aplikasi sistem pakar ini, terdapat lebih dari satu macam jenis diagnosis. Tiap diagnosis dan

data-datanya akan disimpan dalam database. Untuk itu dalam desain database yang akan digunakan terdapat dalam Gambar 3.4 berikut ini:

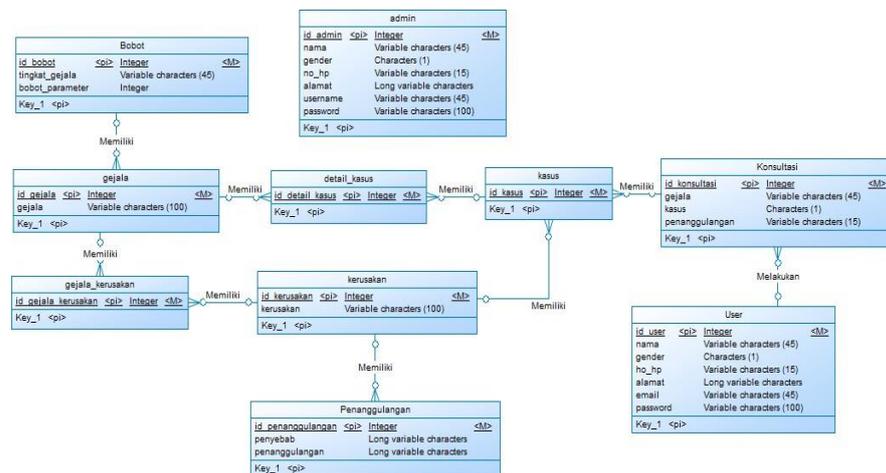


Gambar 3. 5 Physical Data Model

h) Perancangan Basi Data ERD (*Entity Relationship Diagram*)

Berikut ini adalah ERD (*Entity Relationship Diagram*) awal yang digunakan untuk mendapatkan desain database yang setidaknya dapat menampung

memori data terhadap sistem yang sedang ditinjau. Untuk itu dalam desain database yang akan digunakan terdapat dalam Gambar 3. 5 berikut ini:



Gambar 3. 6 Entity Relationship Diagram Sistem Pakar

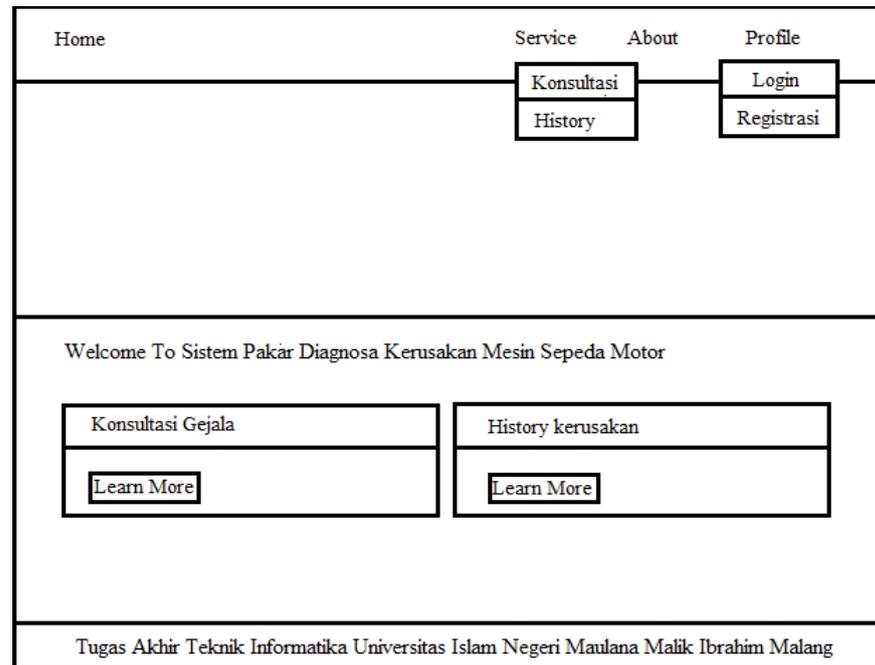
1. Perancangan Antarmuka (Interface)

1. Menu Untuk *User*

Menu *user* adalah menu yang dapat dipilih oleh *user*. Menu *user* dalam program sistem pakar ini terdiri dari Home, Service, About, dan Profile.

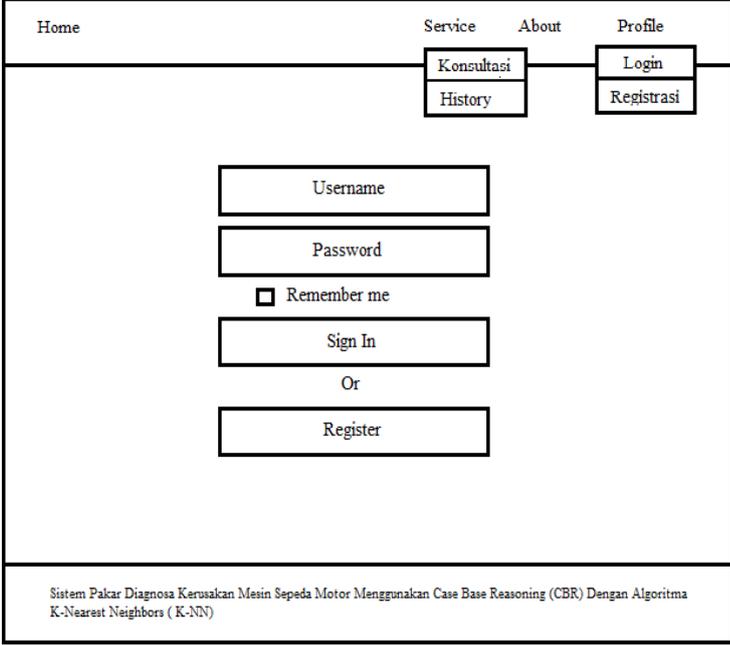
1. Home

Halaman ini merupakan halaman utama aplikasi ketika user membuka aplikasi pertama kali. Di halaman ini juga terdapat tiga menu utama yaitu service, about dan profile.



Gambar 3.7 Rancangan Halaman Home

Pada homepage ini juga terdapat form login dan registrasi pada bilah menu profil untuk pengguna. Pengguna harus login terlebih dahulu sebelum masuk ke menu berikutnya. Pengguna hanya perlu memasukkan username dan password yang sudah tersimpan di database. Setelah login akan muncul halaman utama aplikasi pada Gambar 3.6 dibawah ini merupakan rancangan untuk menu login user sistem.



The image shows a wireframe for a user login page. At the top, there is a navigation bar with links for 'Home', 'Service', 'About', and 'Profile'. Under 'Service', there are sub-links for 'Konsultasi' and 'History'. Under 'Profile', there are sub-links for 'Login' and 'Registrasi'. The main content area contains a login form with the following elements: a 'Username' input field, a 'Password' input field, a 'Remember me' checkbox, a 'Sign In' button, the word 'Or', and a 'Register' button. At the bottom of the page, there is a footer with the text: 'Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)'.

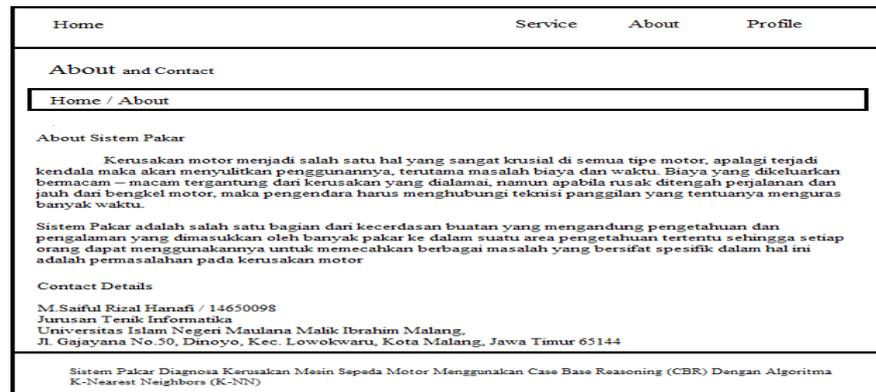
Gambar 3.8 Rancangan Halaman Login User

Pada Gambar 3.7 dibawah ini merupakan rancangan untuk menu register user sistem. Diharapkan dengan menu ini dapat memudahkan user dalam menggunakan sistem pakar tersebut.

2. About

Pada Menu ini menampilkan keterangan tentang *Case Base Reasoning* secara umum pada sistem pakar kerusakan sepeda motor.

Serta pembahasan aplikasi sebagai bagian dari implementasi metode yang digunakan. Gambar 3. 10 dibawah ini merupakan rancangan untuk menu About:



Gambar 3.9 Rancangan Halaman

3. History

Halaman ini tampil ketika user telah melakukan login terlebih dahulu kedalam sistem. Setelah user melakukan login maka terdapat menu bar history yang terdapat tampilan konsultasi dan halaman history. Pada halaman konsultasi ini user akan ditampilkan beberapa kategori kerusakan komponen motor yang akan didiagnosa, user diharuskan memilih beberapa kategori kerusakan sesuai dengan kerusakan yang dialami oleh motor client. Kemudian dilanjutkan ke halaman history kerusakan berikutnya untuk memilih gejala yang dialami oleh komponen motor tersebut. Berikut ini Gambar 3. 11 merupakan perancangan pembuatan halaman gejala kerusakannya.

Home	Service	About	Profile
Home Konsultasi Gejala			
Konsultasi Gejala Kerusakan			
Pilih penyebab atau gejala-gejala kerusakan yang terjadi pada mobil anda			
<input type="radio"/> Oli berkurang	<input type="radio"/> Tarikan Berat	<input type="radio"/> RPM tidak stabil	
<input type="radio"/> Temperatur beayun	<input type="radio"/> Kopling slip	<input type="radio"/> Mesin brebet	
<input type="radio"/> Oli keluar pada knalpot	<input type="radio"/> Mesin cepet panas	<input type="radio"/> Bergetar keras saat dihidupkan	
<input type="radio"/> Tekanan gas hilang	<input type="radio"/> Bunyi mesin kasar	<input type="radio"/> Kerusakan komponen sistem pembakaran	
Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)			

Gambar 3.10 Rancangan Halaman Gejala Kerusakan

Pada halaman berikutnya setelah memilih gejala kerusakan, teknisi atau user ditampilkan solusi kerusakan yang sesuai dengan gejala dan kategori kerusakan yang dipilih. Berikut ini Gambar 3.10 merupakan perancangan pembuatan halaman solusi diagnosa kerusakannya

Home	Service	About	Profile
History Kerusakan			
Home / History			
Saluran Bahan Bakar		2021-04-7 15:07:30	
Penyebab: Saluran bahan bakar tersumbat kotoran sehingga bensin tidak mengalir			
Penanggulangan: Ganti pompa dan filter bensin, dan juga bersihkan tangki bensin			
Busi		2021-04-7 15:07:35	
Penyebab: Busi rusak			
Penanggulangan: Ganti busi juga periksa sistem pengapian lainnya			
Radiator		2021-04-7 15:07:45	
Penyebab: Radiator bocor, kebocoran tidak selalu terjadi pada radiator, bisa terjadi juga pada pompa air atau radiator buntu akibat karat yang menyumbat.			
Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)			

Gambar 3. 11 Rancangan Halaman Solusi Gejala Kerusakan

Gambar 3.12 Rancangan Halaman Register User

2. Menu untuk Admin

Menu *admin* akan ditampilkan ketika administrator harus login terlebih dahulu ke sistem dengan memasukkan username dan password yang tersimpan di database. Pada Gambar 3. 13 di bawah ini ditampilkan gambar desain halaman form login admin.

Gambar 3.13 Rancangan Halaman Form Login Admin

Pada Gambar 3.14 berikut ini ditampilkan perancangan halaman menu dashboard untuk admin. Berikut ini merupakan gambar perancangannya dari sistem tersebut.

Home		Service	About	Profile
Admin			○ Hanafi	
Dashboard	<	Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor > Dashboard		
Gejala Kerusakan				
Kasus Kerusakan	Sistem Pakar		Hari: Sabtu Tanggal : 03-04-2021	
Penanggulangan				
<p>Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)</p>				

Gambar 3.14 Rancangan Halaman Dashboard Admin

Pada Gambar 3.15 berikut ini ditampilkan perancangan halaman menu kerusakan motor untuk admin memanipulasi data kerusakan motor. Berikut ini merupakan gambar perancangan dari sistem tersebut.

Home		Service	About	Profile
Admin			Hanafi	
Dashboard	<	Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor		
Gejala Kerusakan				
Kerusakan Motor	<	Tambah Data		
Gejala Kerusakan		Data Kerusakan Motor		
Bobot Kerusakan		Display <input type="text" value="6"/> records Search <input type="text"/>		
Kasus Kerusakan		No	Kerusakan Motor	Aksi
Penanggulangan		1	Radiator	<input type="button" value="Edit"/>
		2	Oli	<input type="button" value="Edit"/>
		3	Saluran Bahan Bakar	<input type="button" value="Edit"/>
		4	Cylinder Head	<input type="button" value="Edit"/>
		6	Aki	<input type="button" value="Edit"/>
Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)				

Gambar 3.16 Rancangan Halaman Kerusakan Motor

Pada Gambar 3.17 berikut ini ditampilkan perancangan halaman menu gejala kerusakan untuk admin memanipulasi data gejala kerusakan. Berikut ini merupakan gambar perancangannya dari sistem

tersebut.

Home		Service		About		Profile	
Admin		Hanafi					
Dashboard		Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor					
Gejala Kerusakan							
Kerusakan Motor		Tambah Data					
Gejala Kerusakan <		Data Gejala Kerusakan					
Bobot Kerusakan		Display 6 records				Search	
Kasus Kerusakan		No	Gejala Kerusakan	Tingkat Gejala	Bobot	Aksi	
Penanggulangan		1	Oli Keluar pada Knalpot	Penting	5	Edit	
		2	Temperatur Bayun	Penting	5	Edit	
		3	Mesin Menggelitik	Penting	5	Edit	
		4	Tekanan Gas Hilang	Penting	5	Edit	
		6	Tarikan Berat	Penting	5	Edit	
Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)							

Gambar 3.17 Rancangan Halaman Menu Gejala

Pada Gambar 3.18 berikut ini ditampilkan perancangan halaman menu bobot kerusakan untuk admin memanipulasi data pada beberapa kasus kerusakan motor. Berikut ini merupakan gambar perancangannya dari sistem tersebut.

Home		Service		About		Profile	
Admin		Hanafi					
Dashboard		Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Motor					
Gejala Kerusakan							
Kerusakan Motor		Tambah Data					
Gejala Kerusakan		Data Bobot Kerusakan Motor					
Bobot Kerusakan <		Display 6 records				Search	
Kasus Kerusakan		No	Tingkat Gejala	Bobot Parameter	Aksi		
Penanggulangan		1	Penting	3	Edit		
		2	Sedang	3	Edit		
		3	Biasa	1	Edit		
Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)							

Gambar 3.18 Rancangan Halaman Bobot Kerusakan

Pada Gambar 3.19 berikut ini ditampilkan perancangan halaman menu untuk basis kasus kerusakan untuk admin memanipulasi data beberapa kasus yang pernah dialami. Berikut ini merupakan gambar perancangannya dari sistem tersebut.

Home		Service		About		Profile	
Admin						Hanafi	
Dashboard	Kasus > Detail Kasus						
Gejala Kerusakan	Detail Kasus > Radiator						
Kasus Kerusakan	Gejala Kerusakan "Radiator"						
Penanggulangan	Display <input type="text" value="6"/> records Search <input type="text"/>						
	No	Gejala	Tingkat Gejala	Bobot Parameter			
	1	Oli Berkurang	Penting	5			
	2	Temperatur Beayun	Penting	5			
	3	Tenaga Mesin Loyo	Penting	5			
	4	Mesin Cepet Panas	Sedang	3			
	5	Overheat Saat Macet	Sedang	3			
	6	Performa Menurun	Sedang	3			
Showing 1 to 6 of 6 entries							Previous | 1 | Next
<small>Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)</small>							

Gambar 3.19 Rancangan Halaman Kasus Kerusakan

Pada Gambar 3.19 berikut ini ditampilkan perancangan halaman menu untuk melihat nilai kemiripan dari kerusakan pada tiap gejala. Pada sistem ini admin diharapkan bisa memanipulasi data beberapa kasus kerusakan motor yang pernah dialami sehingga dapat mendapatkan nilai yang terbaik dan dapat memberikan hasil nilai yang valid, agar pada sistem pakar yang akan dibuat ini bisa memberikan hasil penanganan yang akurat. Berikut ini merupakan gambar perancangannya dari sistem tersebut.

Home	Service	About	Profile	
Nilai Kemiripan dari kerusakan "Radiator"				
Display <input type="text" value="6"/> records		Search <input type="text"/>		
No	Kerusakan	Hasil Nilai CBR	Tanggal	Aksi
1	Radiator	0,94117647058824	2021-04-7 09:20:45	Detail
2	Radiator	1	2021-04-8 09:20:45	Detail
3	Oli	0,578947364210	2021-04-8 09:25:40	Detail
4	Sahuran bahan Bakar	0,5	2021-04-7 09:28:45	Detail
5	Cylinder header	0,4	2021-04-6 09:20:45	Detail
6	Radiator	0,3333333333	2021-04-7 10:20:40	Detail
Showing 1 to 6 of 6 entries				
Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN)				

Gambar 3.20 Rancangan Halaman Nilai Kemiripan

a. Pengujian Sistem

Pengujian sistem adalah serangkaian langkah untuk memeriksa kekokohan sistem yang dibangun dengan tujuan untuk menemukan kesalahan atau kekurangan pada sistem dan apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan desain aslinya.

b. Rencana Pengujian

Rencana pengujian sistem merupakan cara dokumentasi yang di gunakan untuk memverifikasi dan memastikan bahwa sistem yang telah dibangun sesuai dengan desain dan persyaratan yang telah dirancang sebelumnya. Pengujian sistem yang akan dilakukan memiliki tahapan rencana pengujian yaitu rencana pengujian fungsionalitas, pengujian detailperancangan dan pengujian performa akurasi.

c. Rencana Pengujian Fungsionalitas

Rencana pengujian fungsionalitas merupakan pengujian fungsionalitas sistem menggunakan metode black-box, dimana pengujian tersebut berfokus pada input yang dihasilkan dalam menggapai input dan kondisi eksekusi yang dipilih.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

Bagian ini menjelaskan batasan implementasi, lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak, dan implementasi berbasis hasil pada tahap desain. Penjelasan dalam bab ini meliputi lingkungan pengembangan yang digunakan, batasan implementasi, dan proses implementasi.

4.1.1 Perangkat Keras

Berikut ini adalah spesifikasi perangkat keras yang diperlukan untuk mengimplementasikan aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*.

Spesifikasi implementasi untuk IDE Web:

1. *Processor AMD A8-9600 Radeon R7(4 CPUs), ~3.1 GHz*
2. Harddisk 512 GB
3. RAM 8,00 GB
4. VGA MSI Radeon RX550, 2028 MB
5. Sistem Operasi: Windows 10 Pro 64bit

4.1.2 Perangkat Lunak

Berikut ini merupakan spesifikasi perangkat lunak yang diperlukan untuk implementasi aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*.

Spesifikasi terimplementasi untuk Web Service:

1. Sublime, untuk membangun perangkat lunak web based admin.

Spesifikasi terimplementasi untuk server:

2. XAMPP 3.2.2 meliputi Apache dan MySQL.

4.1.3. Implementasi Kelas

Setiap kelas aplikasi diimplementasikan dalam bahasa PHP, dimana setiap kelas utama akan diimplementasikan dalam sebuah file. Kelas yang diimplementasikan mengacu pada desain yang diimplementasikan.

a. Implementasi Kelas Website

Tabel 4. 1 Implementasi Kelas Website User

No	Nama File Fisik	Nama Kelas
1	Login.php	Login
2	Home.php	Home
3	Konsultasi.php	Konsultasi
4	History.php	History
5	Profile.php	Profile
6	Register.php	Register
7	Contact.php	Contact
8	About.php	About

Tabel 4. 2 Implementasi Kelas *Website Admin*

No	Nama File Fisik	Nama Kelas
1	Login.php	Login
2	Dashboard.php	Dashboard
3	Bobot.php	Bobot
4	Gejala.php	Gejala
5	Kasus.php	Kasus
6	Kerusakan.php	Kerusakan
7	Penanggulangan.php	Penanggulangan
8	Welcome.php	Welcome

4.1.4 Implementasi Basis Data

Pembuatan database pada sistem pakar dilakukan dengan menggunakan aplikasi DBMS MySQL. Implementasi database dalam bahasa SQL adalah sebagai berikut:

a. Implementasi Tabel

1. Tabel Admin

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `admin` (`id_admin` int(11) NOT  
NULL AUTO_INCREMENT, `nama` varchar(45) DEFAULT NULL,  
`gender` char(1) DEFAULT NULL, `no_hp` varchar(15) DEFAULT  
NULL, `alamat` tinytext, `username` varchar(45) DEFAULT NULL,  
`password` varchar(100) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY  
(`id_admin`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1  
AUTO_INCREMENT=2 ;
```

b. Tabel Bobot

```
REATE TABLE IF NOT EXISTS `bobot` (`id_bobot` int(11) NOT  
NULL AUTO_INCREMENT, `tingkat_gejala` varchar(45) DEFAULT  
NULL, `bobot_parameter` int(11) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY  
(`id_bobot`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1  
AUTO_INCREMENT=4 ;
```

d. Tabel CBR

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `cbr` (`id_cbr` int(11) NOT NULL
AUTO_INCREMENT, `id_kasus_baru` int(11) DEFAULT NULL,
`nilai` double DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id_cbr`), KEY
`fk_kasus_baru_idx` (`id_kasus_baru`)) ENGINE=InnoDB
DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT=12 ;
```

e. Tabel Kasus

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `kasus` (`id_kasus` int(11) NOT
NULL AUTO_INCREMENT, `id_kerusakan` int(11) DEFAULT
NULL, `id_user` int(11) DEFAULT NULL, `create_at` datetime
DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id_kasus`), KEY
`fk_kasus_user_idx` (`id_user`), KEY `fk_kasus_kerusakan_idx`
(`id_kerusakan`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1
AUTO_INCREMENT=46 ;AUTO_INCREMENT=12 ;
```

f. Tabel Kerusakan

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `kerusakan` (`id_kerusakan`
int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `kerusakan` varchar(100)
DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id_kerusakan`))
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1
AUTO_INCREMENT=21 ;AUTO_INCREMENT=73 ;
```

g. Tabel Penanggulangan

```
REATE TABLE IF NOT EXISTS `penanggulangan`
(`id_penanggulangan` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`id_kerusakan` int(11) DEFAULT NULL, `penyebab` tinytext,
`penanggulangan` tinytext, PRIMARY KEY (`id_penanggulangan`),
KEY `fk_penanggulangan_idx` (`id_kerusakan`)) ENGINE=InnoDB
DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT=8 ;
```

h. Tabel User

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `user` (`id_user` int(11) NOT
NULL AUTO_INCREMENT, `nama` varchar(45) DEFAULT NULL,
`gender` char(1) DEFAULT NULL, `no_hp` varchar(15) DEFAULT
NULL, `alamat` tinytext, `email` varchar(45) DEFAULT NULL,
`password` varchar(100) DEFAULT NULL, `foto` text, PRIMARY
KEY (`id_user`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1
AUTO_INCREMENT=4 ;
```

4.1.5. Implementasi Antar Muka

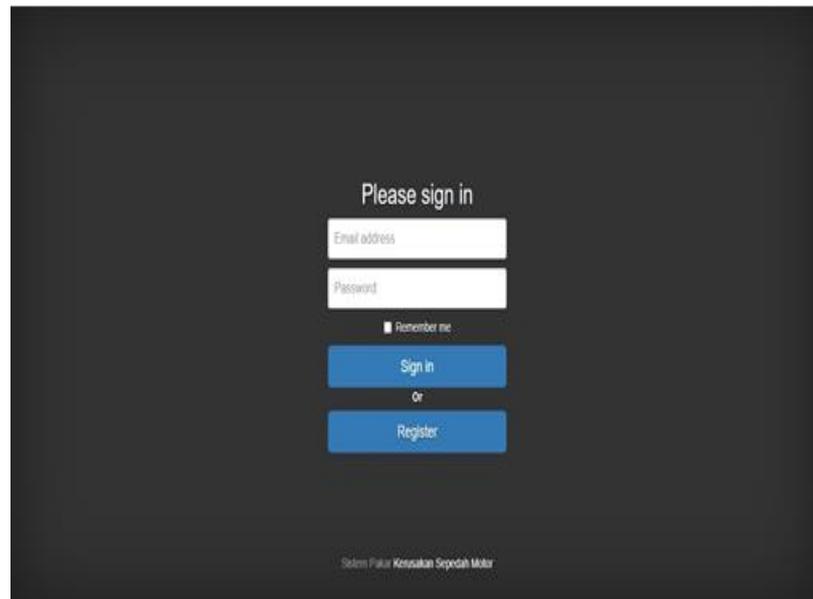
Implementasi antar muka menggambarkan tampilan dari aplikasi yang dibangun yaitu implementasi antarmuka aplikasi “sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*”.

Berikut adalah implementasi dari antarmuka aplikasi:

a. Antarmuka Website Sistem Pakar User

1. Halaman Login

Pada halaman ini aplikasi sistem pakar menampilkan *form* login untuk login user. *user* harus melakukan *login* dengan mengisi username dan password pada halaman *login*.



The image shows a login interface on a dark background. At the top, it says "Please sign in". Below this are two input fields: "Email address" and "Password". Under the password field is a checkbox labeled "Remember me". There are two blue buttons: "Sign in" and "Register". Below the "Register" button is the text "Or". At the bottom of the page, there is a small line of text: "Sistem Pakar Kesehatan Segedah Malar".

Gambar 4. 1 Halaman Login

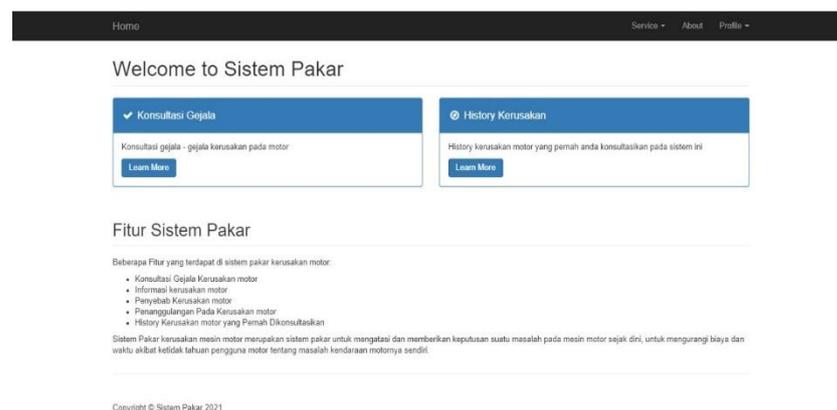
2. Form Registrasi

Pada halaman ini aplikasi sistem pakar menampilkan form registrasi user. form registrasi terdiri dari nama, email address, password, dan confirm password. user yang melakukan registrasi diwajibkan mengisi seluruh form registrasi.

Gambar 4. 2 Halaman Form Registrasi

3. Halaman Utama

Pada halaman ini aplikasi sistem pakar menampilkan informasi tentang konsultasi gejala dan history kerusakan yang bisa dilihat user. Halaman utama ditampilkan saat pertama kali aplikasi dijalankan. Menu utama dapat dilihat tanpa login.



Gambar 4. 3 Halaman Utama User

4. Tampilan Menu Konsultasi Gejala

Menu konsultasi gejala ini menampilkan beberapa penyebab atau gejala-gejala kerusakan yang terjadi pada

motor. Pada menu ini *user* dapat melakukan konsultasi kasus kerusakan dengan mencentang gejala kerusakan yang dialami yang sudah terdapat pada sistem.

The screenshot shows a web application titled "Home Konsultasi Gejala". It contains a form with 30 checkboxes for selecting symptoms of motorcycle damage. The symptoms listed are:

- Oli berkurang
- Mesin berisik
- Akselerasi payah
- Oli susupasi besar
- Performa menurun
- Air Radiator Berkurang
- Mesin menggetis
- Asap knalpot berwarna hitam
- Mesin mati sendiri
- Tekanan gas hilang
- Bergetas keras saat mati
- Mesin sulit dinyalakan
- Tarikan berat
- Motor tidak responsif
- Mesin tidak bisa mati
- Oli keluar pada Knalpot
- Tarikan gas motor tidak stabil
- Berisik jadi berisik
- Asap knalpot berwarna putih
- Lampu utama mati
- Mesin tersendat
- Tenaga mesin kurang berenergi
- Bergetas keras saat dihidupkan
- Gas tidak stabil
- Mesin sulit diaster
- Kerusakan komponen sistem pembakaran
- Aki cepat habis
- Ada suara mengheink pada suspensi
- lampu indikator oli menyala terus meski motor jalan
- Mesin tidak mau hidup
- Kabel berbakar
- pemakaian oli terus
- mesin tersendat saat digas
- Mesin Cepat Panas
- Pembakaran tidak normal
- Cemberung mati pada putaran rendah
- Overheat saat macet
- Mesin Kipamanan
- Tenaga mesin payah
- Bunyi mesin kasar
- Berisik Berisik
- Tekanan Oli turun

At the bottom of the form is a blue button labeled "Simpan". Below the form, there is a small copyright notice: "Copyright © Sistem Pakar 2021".

Gambar 4. 4 Halaman Menu Konsultasi Gejala

5. Menu Hasil Konsultasi

Pada halaman aplikasi sistem pakar ini, menu hasil menampilkan halaman yang berisi seluruh solusi dari kasus kerusakan motor yang terdapat dalam database sistem. Informasi pada hasil ini meliputi penyebab dan cara penganggulangnya.



Gambar 4. 5 Halaman Menu Konsultasi

b. Antarmuka Web Based

1. Menu Manajemen Kerusakan Motor Sistem Pakar

a. Tabel Kerusakan Motor

Pada halaman ini aplikasi sistem pakar menampilkan seluruh informasi kerusakan motor yang ditampilkan dalam satu tabel. Menu manajemen gejala kerusakan digunakan untuk menampilkan informasi data kerusakan motor seperti: kerusakan motor user. Tabel terdapat menu pencarian data dan tombol aksi seperti edit data, tambah data, dan hapus data.

No.	Kerusakan Motor	Aksi
1	Kruki Pump	Edit
2	Saringan Bensin	Edit
3	Selang Bensin	Edit
4	Sistem Pembuangan	Edit
5	CDI	Edit
6	Kondensator Platina	Edit
7	Kabel Busi	Edit
8	Busi	Edit

Gambar 4. 6 Tabel Manajemen Kerusakan Motor

b. Form Manajemen Kerusakan Motor

Pada halaman ini aplikasi sistem pakar, form untuk pengisi data kerusakan motor. Form pengisian data digunakan untuk menambah data kerusakan motor.

Pada halaman ini aplikasi sistem pakar menampilkan form login untuk login user. user harus melakukan login dengan mengisi *username* dan *password* pada halaman login.



Gambar 4.7 Form Manajemen Kerusakan Motor

4.2 Pengujian

Pengujian merupakan bagian yang tidak kalah pentingnya dalam siklus pembangunan perangkat lunak. Pengujian dilakukan untuk menjamin kualitas dan juga mengetahui kelemahan dari perangkat lunak. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menjamin bahwa perangkat lunak yang dibangun memiliki kualitas yang handal, yaitu mampu merepresentasikan kajian pokok dari spesifikasi, analisis, perancangan dan pengkodean dari perangkat lunak itu sendiri. Pengujian perangkat lunak ini menggunakan metode pengujian black box. Dimana pengujian black box berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak yang dibuat.

4.2.1 Rencana Pengujian

Pengujian penerapan aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*

menggunakan data uji berupa sebuah data dan masukan dari pengguna. Dari data tersebut dapat diketahui fungsi dari setiap fitur pada aplikasi sistem pakar kerusakan mesinmotor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor* apakah sesuai dengan kebutuhan perangkat lunak yang telah dibuat.

Berikut ini adalah tabel rencana pengujian “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan *Case Base Reasoning* (CBR) Dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN)”.

Tabel 4. 3 Rencana Pengujian Aplikasi Web User

Item Uji	Detail Pengujian	Jenis Uji
Login	Verifikasi Data login	Black Box
Konsultasi Gejala	Tampilkan Data Gejala - Gejala Kerusakan Motor	Black Box
	Checklist Gejala - Gejala Kerusakan Motor	Black Box
Hasil Konsultasi	Tampilkan Data Hasil Konsultasi Gejala Kerusakan Motor	Black Box
Profile User	Tampilkan Data User	Black Box
	Edit Data User	Black Box
Hostory Kerusakan Motor	Tampilkan Data Hasil Kerusakan Motor	Black Box

Tabel 4. 4 Rencana Pengujian Aplikasi Web Admin

Item Uji	Detail Pengujian	Jenis Uji
Login	Verifikasi Data Login	Black Box
Data Kerusakan Motor	Tampilkan Data Kerusakan Motor	Black Box
	Tambah Data Kerusakan Motor	Black Box
	Edit Data Kerusakan Motor	Black Box

	Hapus Data Kerusakan Motor	Black Box
	Cari Data Kerusakan Motor	Black Box
Data Gejala Kerusakan	Tampil Data Gejala Kerusakan	Black Box
	Tambah Data Gejala Kerusakan	
	Edit Data Gejala Kerusakan	Black Box
	Cari Data Gejala Kerusakan	Black Box
Data Bobot Kerusakan	Tampil Data Bobot Kerusakan	Black Box
	Tambah Data Bobot Kerusakan	Black Box
	Edit Data Bobot Kerusakan	Black Box
	Cari Data Bobot Kerusan	Black Box

4.2.2 Pengujian Aplikasi Web

a. Pengujian Login

Berikut tabel pengujian login untuk verifikasi *username* dan *password* dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4. 5 Pengujian Login

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Login	Mengisi form login dan klik tombol login	Data admin/user dicari di table database admin/user, masuk ke halaman utama user	Sesuai

b. Pengujian Menu Konsultasi

Berikut tabel menu pengujian konsultasi gejala kerusakan motor

dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case basereasoning* dengan algoritma *nearest neighbor* :

Tabel 4. 6 Pengujian Menu Konsultasi Gejala Kerusakan Motor

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Tampilkan Data	Tampilkan Data Gejala-Gejala Kerusakan Motor	Data Gejala-Gejala Kerusakan Motor Ditampilkan pada Halaman	Sesuai
2	Checklist Data	Memilih Beberapa Data Gejala-Gejala Kerusakan Motor	Data yang Dipilih Menampilkan Output yang Benar	Sesuai

c. Pengujian Menu Hasil Konsultasi

Berikut ini adalah tabel menu hasil konsultasi gejala kerusakan motordalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case basereasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4. 7 Pengujian Menu Hasil Konsultasi Gejala Kerusakan Motor

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Tampilkan Data	Menampilkan Semua Data Hasil Konsultasi Gejala Kerusakan Motor	Data Hasil Gejala-Gejala Kerusakan Motor Ditampilkan Pada Halaman	Sesuai

d. Pengujian Menu History Konsultasi

Berikut ini adalah tabel menu history konsultasi gejala kerusakan motor dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case basereasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4. 8 Pengujian Menu History Konsultasi Gejala Kerusakan Motor

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
----	-----------	-----------	-----------------	-------

1	Tampilkan Data	Menampilkan Semua Data History Konsultasi Gejala Kerusakan Motor	Data History Gejala-Gejala Kerusakan Motor Ditampilkan Pada Halaman	Sesuai
---	----------------	------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	--------

e. Pengujian Data Kerusakan Motor

Berikut ini adalah tabel menu data kerusakan motor dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4. 9 Pengujian Menu Data Kerusakan Motor

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Tampilkan Data	Menampilkan Semua Data Kerusakan Motor	Data Kerusakan Motor Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai
2	Tambah Data	Pengisi Form Tambah Kerusakan Motor dan Klik Simpan	Data Kerusakan Motor Dalam Form Disimpan Dalam Database	Sesuai
3	Edit Data	Memilih Salah Satu Data Kerusakan Motor yang Akan Diedit	Data yang Dipilih Ditampilkan Dalam Form Edit Kerusakan Motor	Sesuai
4	Hapus Data	Klik Tombol Hapus Pada Salah Satu Data Kerusakan Motor	Data Kerusakan Motor yang Dipilih Dihapus Dari Database	Sesuai
5	Cari Data	Mengisi Form Pencarian Data Kerusakan Motor	Data Kerusakan Motor Dicari Dan Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai

f. Pengujian Data Bobot Kerusakan

Berikut ini adalah tabel menu data bobot kerusakan dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4.10 Pengujian Menu Data Bobot Kerusakan

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Tampilkan Data	Menampilkan Semua Data Bobot Kerusakan	Data Bobot Kerusakan Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai
2	Tambah Data	Pengisi Form Tambah Bobot Kerusakan dan Klik Simpan	Data Bobot Kerusakan Dalam Form Disimpan Dalam Database	Sesuai
3	Edit Data	Memilih Salah Satu Data Bobot Kerusakan yang Akan Diedit	Data yang Dipilih Ditampilkan Dalam Form Edit Bobot Kerusakan	Sesuai
4	Cari Data	Mengisi Form	Data Bobot Kerusakan Dicari	Sesuai

g. Pengujian Data Kasus Kerusakan

Berikut ini adalah tabel menu data penanggulangan dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4. 11 Pengujian Menu Data Kasus Kerusakan

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Tampilkan Data	Menampilkan Semua Data Kasus Kerusakan	Data Kasus Kerusakan Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai

2	Tampilkan Data Detail Kasus Kerusakan	Menampilkan Semua Data Detail Kasus Kerusakan Motor	Data Kasus Kerusakan Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai
3	Cari Data	Mengisi Form Pencarian Data Kasus Kerusakan	Data Kasus Kerusakan Dicari Dan Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai

h. Pengujian Data Penanggulangan

Berikut ini adalah tabel menu data penanggulangan dalam aplikasi sistem pakar kerusakan mesin motor menggunakan *case base reasoning* dengan algoritma *nearest neighbor*:

Tabel 4. 12 Pengujian Menu Data Penanggulangan

No	Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil
1	Tampilkan Data	Menampilkan Semua Data Penanggulangan	Data Penanggulangan Ditampilkan Dalam Halaman	Sesuai
2	Tambah Data	Pengisi Form Tambah Penanggulangan dan Klik Simpan	Data Penanggulangan Dalam Form Disimpan Dalam Database	Sesuai

i. Pengujian Aplikasi Sistem Pakar Dengan Perhitungan Akurasi

Pengujian aplikasi sistem pakar dilakukan untuk menilai seberapa akurat kegunaan *case base reasoning* dengan algoritma *k-nearest neighbor* dalam mengidentifikasi kasus kerusakan mesin motor dalam penalaran berbasis kasus. Dengan mengasuksikan bahwa user telah memasukkan kasus baru sesuai gejala kerusakan yang dialami, maka proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\frac{w_1 * m_1 + \dots + S * w_1 * S_1 + I * w_1 * I_1}{w_1 + \dots + S * w_1 + I * w_1}$$

Similarity (problem.case)=

S : similarity (nilai kemiripan)

W : weight (bobot yang diberikan)

Pengujian aplikasi dengan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai bobot yang akurat pada contoh kasus dibawah ini:

Tabel 4. 13 Pengujian Perhitungan Manual

Kasus Baru	Kasus Lama	Nilai Kemiripan	Bobot Parameter
Oli berkurang	Oli berkurang	1	1
Mesin brebet	Mesin brebet	1	0,5
Akselerasi payah	Akselerasi payah	1	0,5
Air radiator berkurang	Mesin mati sendiri	0	0
-	Mesin sulit dinyalakan	0	0
Similarity = $\frac{1*1 + 1*0,5 + 1*0,5 + 0*0 + 0*0}{1 + 0,5 + 0,5}$ $= \frac{2}{2} = 1$			
Oli berkurang	Tekanan gas hilang	0	1
Air radiator berkurang	Tenaga mesin lemah	0	1
	Mesin sulit distater	0	1
Mesin brebet	Mesin brebet	1	0,5
	Perfoma menurun	0	0,5
	Idle up bermasalah	0	0,5
	RPM tidak stabil	0	0,5
Akselerasi payah	Akselerasi payah	1	0,5
	Mesin sulit dinyalakan	0	0
	Mesin tersendat	0	0
	Gas tidak stabil	0	0
	Mesin mati saat pedal gas di gunakan untuk meningkatkan akselerasi	0	0
	Perfoma mesin menurun	0	0

$$\text{Similarity} = \frac{0*1 + 0*1 + 0*1 + 1*0,5 + 0*0,5 + 0*0,5 + 0*0,5 + 1*0,5 + 0*0 + 0*0 + 0*0 + 0*0}{1 + 1 + 1 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0} = 1 / 5,5 = 0,18181818$$

j. Kesimpulan Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pembangunan sebuah aplikasi dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem pakar berbasis website untuk mendiagnosa kasus kerusakan mesin motor, dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi web based admin dan user berfungsi dengan baik dan bebas dari kesalahan sintaks dan secara fungsional mengeluarkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.
2. Melakukan pengujian dengan cara perhitungan secara manual *Similarity (problem.case)* untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
3. Pengujian akurasi didapatkan hasil akurasi sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 85%. Dan hasil perhitungan precision sebesar 85% dan recall sebesar 85%.

Al-qur'an merupakan pedoman dan petunjuk yang nyata bagi semua umat manusia dalam menjalani kehidupan di dunia, al-qur'an juga telah menjelaskan dalam surat Al-Qomar ayat 13 bahwa Allah Ta'ala telah mengajarkan manusia cara membuat kendaraan.

Keahlian manusia dalam memproduksi suatu kendaraan canggih bukanlah semata-mata karena kecerdasannya. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menunjang kemajuan berbagai alat transportasi masa kini, tidak lain

karena karunia yang Allah Ta'ala berikan kepada kita. Jika bukan karena kehendak Allah ta'ala atas makhluknya untuk memahami ilmu tersebut, tentu manusia tidak akan mampu memanfaatkan seonggok besi untuk membawa dirinya kesuatu tempat tujuan. Bahkan Allah Ta'ala mengajarkan ilmu tersebut kepada manusia agar dapat diterapkan.

Allah Ta'ala berfirman :

وَدُسِّرِ أَلْوَابِ ذَاتِ عَلَى وَحَمَلْنَاهُ

“Dan kami angkat Nuh keatas (perahu) yang terbuat dari papan dan paku.”(QS.Al Qomar:13)

Dalam ayat ini Allah Ta'ala tidak langsung menyebut “perahu”, namun menyebutnya sebagai sesuatu yang terbuat dari papan dan paku. Hal ini mengisyaratkan adanya pengajaran dari Allah Ta'ala kepada manusia tentang bahan baku pembuatan perahu. Seakan-akan Allah Ta'ala mengabarkan bahwa perahu Nabi Nuh Alaihissalam terbuat dari papan dan paku agar menjadi contoh untuk membuatnya.

Allah Ta'ala menisbatkan pembuatan perahu kepada diri-Nya seperti dalam ayat (yang artinya), ”Kami ciptakan untuk manusia semisal (Perahu Nuh Alaihissalam), bukan diciptakan oleh Allah Ta'ala sebagaimana Dia menciptakan unta yang kita tanggungi, kuda, dan yang serupa dengannya. Hal ini dikarenakan Allah Ta'ala yang mengajari manusia tata cara membuat perahu.

Dalam ayat ini allah mengajarkan manusia cara membuat kendaraan dari kayu dan besi, namun dengan seiring perkembangan zaman kendaran yang bisa di

gunakan manusia semakin beragam dan banyak variasinya, hampir semua aspek kehidupan manusia tidak lepas dari kendaraan terutama untuk mengangkut barang dan muatan dengan jarak tempuh dekat maupun jauh, akan tetapi kendaraan yang sering digunakan bisa mengalami kerusakan terutama pada bagian mesin, sehingga perlu dilakukan perawatan kendaraan secara rutin dan teratur, agar bisa mengurangi tingkat resiko kecelakaan yang diakibatkan kerusakan pada kendaraan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Penerapan Case Based Reasoning pada “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Menggunakan Case Base Reasoning (CBR) Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)” Hal tersebut dapat dianggap tepat dalam hal koordinasi dengan algoritma KNN, karena dari hasil jawaban yang ditemukan, kemiripan yang dihitung dengan metode cosinus similarity kemudian akan direview oleh para ahli untuk mendapatkan hasil yang dapat diberikan jawaban yang sesuai. Selain itu, penelitian metode CBR secara umum mirip dengan penelitian algoritma KNN, yaitu mengambil kasus berdasarkan pengetahuan. Semakin banyak kasus yang diketahui, semakin baik klasifikasinya.
2. Dari pengujian akurasi menggunakan 20 sampel data diagnosa, diperoleh persentase tingkat akurasi sebesar 85%. Dan hasil perhitungan precision sebesar 85% dan recall sebesar 85%

5.2 **Saran**

Sebagai pengembangan kedepannya dari sistem, sebaiknya sistem pakar dikembangkan menjadi perangkat lunak mobile untuk memudahkan penggunaan oleh mekanik.

1. Menambah data – data gejala kerusakan dari berbagai jenis motor untuk meningkatkan kompleksitas.
2. Pengembangan lebih lanjut pada penelitian ini diharapkan sistem dapat menyaring data diagnosa baru agar tidak langsung masuk kedalam hak akses pakar sehingga hak akses pakar lebih efisien.
3. Adanya perbandingan antara algoritma KNN dengan algoritma lain untuk mengetahui efektivitas algoritma dalam menyelesaikan masalah yang diajukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fatoni, C. S., & Noviandha, F. D. (2017). Case Based Reasoning Diagnosis Penyakit Difteri dengan Algoritma K-Nearest Neighbor. *Citec Journal*, 220-231.
- Fidyaningsih, S., Agus, F., & Maharani, S. (2016). SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KUCING MENGGUNAKAN METODE CASE-BASED REASONING. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 113-119.
- Indriyanti. (2013). K-Nearest Neighbor Untuk Analisis Pemberian Kredit Di Lembaga Pembiayaan. 11-21.
- Kosasi, S. (2015). Pembuatan Aplikasi Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Matic dengan Case-Based Reasoning . *Citec J*, 192-206.
- Kurniawan, B. (2011). *APLIKASI SISTEM PAKAR BERBASIS WEBUNTUK DIAGNOSA PENYAKIT GIGI DAN MULUT* . Jakarta: UIN Jakarta.
- Leake, D. (1996). *Case-Based Reasoning : Experiences, Lessons, and Future Directions*. Menlo Park: AAAI Press/MIT Press.
- Rizhain, Y. T., & Sumadyo, M. (2016). SISTEM PAKAR DETEKSI KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR NON MATIC DENGAN MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS WEB. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer*, 69-77.
- Rizhain, Y. T., & Sumadyo, M. (2016). SISTEM PAKAR DETEKSI KERUSAKAN MESIN SEPEDA MOTOR NON MATIC DENGAN MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS WEB. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer*, 69-77.
- Sari, E. M., & Pranowo. (2015). Kombinasi Metode K-Nearest Neighbor Dan Naïve Bayes. *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed*, 37-42.
- Suherman. (2011, 01 29). *wordpress.com*. Retrieved from [wordpress.com: https://suhermanmaman.wordpress.com](https://suhermanmaman.wordpress.com)
- Syaputra, A., & Setiadi, D. (2020). SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN SEPEDA MOTOR YAMAHA MATIC MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING. *Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 126-135.
- Verina, W. (2015). Penerapan Metode Forward Chaining untuk Mendeteksi Penyakit THT. *Jatisi*, 126-127.

Wicaksono, I., Hakim, F. N., & Utomo, V. G. (2016). SISTEM PAKAR
DIAGNOSA KERUSAKAN PADA MOTOR MATIC VARIO BERBASIS
WEB. *JURNAL TRANSFORMATIKA*, 49-58.