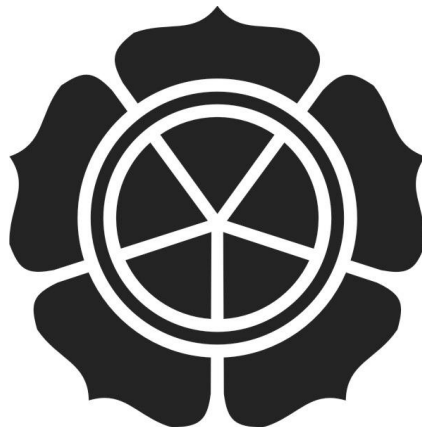


**SISTEM PAKAR UNTUK DETEKSI KERUSAKAN  
MESIN LOKOMOTIF DIESEL PADA KERETA API**

**Naskah Publikasi**



**Diajukan oleh  
Citra Kusumawati  
07.11.1678**

kepada  
**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
AMIKOM  
YOGYAKARTA  
2011**

# NASKAH PUBLIKASI

## Sistem Pakar Untuk Deteksi Kerusakan Mesin Lokomotif Diesel Pada Kereta Api

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Citra Kusumawati**

**07.11.1678**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing skripsi  
pada tanggal 29 November 2010

**Dosen Pembimbing**

**Kusrini, Dr., M. Kom**  
**NIK. 190302106**



**Ketua Jurusan**  
**S1 Teknik Informatika**

**Ir. Abas Ali Pangera, M. Kom**

**NIK. 190302008**

**EXPERT SYSTEMS FOR DAMAGE DETECTION IN DIESEL ENGINE  
TRAIN LOCOMOTIVE**

**SISTEM PAKAR UNTUK DETEKSI KERUSAKAN MESIN  
LOKOMOTIF DIESEL PADA KERETA API**

**Citra Kusumawati**

**Jurusan Teknik Informatika**

**STMIK AMIKOM YOGYAKARTA**

**ABSTRACT**

*The development of rail transportation currently plays an important role in improving the performance so that it can produce better results with a faster time. One application of expert systems in the field of rail transportation for diagnosing damage to the diesel locomotive engines on the railways is one application of the development of railway engines. Expert system for diagnosing damage to the railroad diesel locomotive engines are built based on problems that the technicians are generally still very common with the problem of damage to the diesel locomotive engines they use.*

*Development of expert system for diagnosing damage to the railroad diesel locomotive engines are built based on the methodology of data collection methods and system development. Methods of data collection in the form of literature study and interviews.*

*Expert system for diagnosing damage to railroad diesel locomotive engines are able to support two users are experts and general users. Experts can enter, modify and delete knowledge base, rules and perform a search diesel locomotive engine damage trains. General users can only perform a search diesel locomotive engine damage trains.*

**Keywords:** *expert system-based desktop applications, detection of damage to train diesel locomotive engines*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan dunia mesin kereta api untuk saat ini sudah tidak diragukan lagi. Hampir semua kalangan masyarakat mengenal apa itu yang namanya kereta api, baik kereta api uap, kereta api disel atau pun kereta api listrik. Akan tetapi alat dan komponen (hardware) mesin kereta api itu sendiri tidak semuanya mengetahui.

Perlu dipahami bahwa setiap alat dan komponen yang terdapat di dalam mesin kereta api memiliki tingkat kepentingan sendiri-sendiri serta dapat mengalami kegagalan dalam menjalankan fungsinya. Kegagalan ini biasanya menjadi suatu permasalahan bagi pengguna dikarenakan keterbatasan ilmu dalam dunia mesin kereta api.

Masalah-masalah yang ditimbulkan oleh mesin kereta api kadangkala merupakan masalah kecil yang tidak memerlukan tingkat pengetahuan yang tinggi. Untuk menyelesaikan hal itu, mungkin bisa diselesaikan oleh seorang yang mempunyai pengetahuan sangat dasar tentang mesin kereta api. Tetapi terkadang masalah-masalah tersebut juga membutuhkan tingkat kemampuan yang tinggi akan komponen-komponennya sehingga memerlukan seorang teknisi khusus untuk perbaikannya.

Pentingnya ilmu pendeteksian masalah tersebut, tentunya akan lebih memperkaya pengetahuan, jadi jika suatu saat mendapat permasalahan dapat melakukan pemeriksaan sendiri terlebih dahulu sebelum membawa ke tempat reparasi, walaupun harus membawa ke tempat servis kita sudah mengerti letak permasalahannya, jadi kita tidak dibohongi oleh tukang reparasi yang nakal.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sebuah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik penalaran yang dimiliki manusia sebagai pakar yang tersimpan di dalam komputer, dan di gunakan untuk menyelesaikan masalah yang lazimnya memerlukan pakar tertentu (Martin dan Oxman, 1988). Sistem pakar yang baik dapat menyelesaikan masalah dengan lebih sempurna, sebanding dengan seorang pakar yang mempunyai pengetahuan dalam bidang tertentu.<sup>1</sup>

Menurut Martin dan Oxman (1988) sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut.

Menurut Muhammad Arhami, definisi sistem pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dimilikinya.<sup>2</sup>

### 2.2. Ciri-ciri Sistem Pakar

Ciri-ciri sistem pakar adalah sebagai berikut:

- a. Terbatas pada bidang yang spesifik
- b. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
- c. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
- d. Berdasarkan pada *rule* atau kaidah tertentu.
- e. Dirancang untuk dikembangkan secara bertahap.
- f. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
- g. Output tergantung dari dialog dengan user.
- h. *Knowledge base* dan *interface engine* terpisah

---

<sup>1</sup> Kusrini 2006, Sistem Pakar Teori dan Aplikasi, Yogyakarta : Andi Offset, Halaman 11

<sup>2</sup> Muhammad Arhami 2005, Konsep dasar system pakar Yogyakarta : Andi Offset  
Halaman 3

### 2.3. Konsep Umum Sistem Pakar

Suatu sistem disebut sebagai sistem pakar apabila mempunyai ciri dan karakteristik tertentu. Hal ini juga harus didukung oleh komponen-komponen sistem pakar yang mampu menggambarkan tentang ciri dan karakteristik tersebut (Arhami: 2005). Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi<sup>3</sup>

(*consultation environment*) (Turban: 1995). Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukan pengetahuan pakar kedalam sistem lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar untuk memperoleh pengetahuan pakar. Berikut digambarkan pada arsitektur tentang hubungan antara lingkungan pengembangan (*development environment*) dengan lingkungan konsultasi (*consultation environment*) pada sistem pakar.

Pada komponen sistem pakar sebenarnya dapat disimpulkan bahwa ada tiga unsur penting dari pengembangan sistem pakar yaitu adanya pakar, pemakai dan sistem. Pakar adalah orang yang mempunyai pengalaman dan keahlian khusus akan suatu bidang (Turban : 1995). Dalam sistem, pengalaman tersebut disimpan sebagai basis pengetahuan dan basis aturan. Sedangkan pemakai adalah orang yang ingin berkonsultasi dengan pakar dengan menggunakan sistem yang menghubungkan antara pakar dan pemakai dengan fasilitas-fasilitas yang ada pada sistem tersebut

## 3. Analisis dan Perancangan Sistem

### 3.1. Analisis Sistem

Sistem merupakan gambaran umum tentang apa yang akan dikembangkan. Sistem pakar yang akan dibangun merupakan sistem yang merepresentasikan kemampuan atau keahlian seorang pakar atau orang yang berpengalaman di bidang tertentu untuk membantu user dalam mengatasi masalah yang dihadapi.

Masalah kerusakan pada mesin lokomotif diesel pada kereta api dapat dikategorikan sebagai masalah *artificial intelligent* khususnya sistem pakar karena pemecahan

---

<sup>3</sup> Kusri, 2006. Sistem Pakar Teori dan Aplikasi, Yogyakarta : Andi Offset, Halaman 14

masalah tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan sistem yang dapat berperan sebagai seorang ahli. Dengan kata lain terjadi pemindahan atau proses pengolahan informasi yang bersifat *heuristic* yang artinya membangun dan mengoperasikan basis pengetahuan yang berisi fakta beserta penalarannya. Dalam hal ini prosesnya disebut *knowledge engineering* yaitu penyerapan basis pengetahuan dari seorang pakar ke sebuah komputer.

Sistem akan memberikan daftar berupa fakta-fakta yang telah disimpan dalam sistem berupa basis pengetahuan. Jawaban yang diberikan pengguna akan diproses sehingga menghasilkan kesimpulan dari kerusakan yang dialami.

### **3.1.1. Menganalisa Kebutuhan Informasi Pemakai Sistem**

Analisis kebutuhan pemakai sistem meliputi informasi tentang perangkat keras dan perangkat lunak yang dipakai untuk membangun sistem pakar dalam menyelesaikan permasalahan pada mesin mobil

Perangkat keras yang digunakan adalah :

- a. Prosesor intel Pentium 3
- b. DDR – SDRAM 128 Mhz
- c. Monitor SVGA 15"
- d. VGA DDR 128 MB 64 Bit

Perangkat lunak yang digunakan :

- a. Bahasa Pemrograman Visual Basic 2006
- b. Microsoft access 2007 sebagai perancangan database

### **3.1.2. Analisis Data**

Analisis data yang dilakukan yaitu menganalisis data tentang penyebab kerusakan mesin lokomotif diesel pada kereta api, data tentang alternatif solusi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada mesin lokomotif diesel pada kereta api tersebut. Selanjutnya data tersebut diolah, diproses dan dibagi ke dalam

beberapa tabel-tabel menjadi satu basis data tentang kerusakan mesin lokomotif diesel pada kereta api dan solusi-solusi yang ada.

### **3.1.3. Analisis Kerja**

Analisis kerja adalah analisis dari proses-proses kerja yang terlibat dalam pelaksanaan perbaikan kerusakan mesin lokomotif diesel pada kereta api. Hasil analisis kerja adalah masih menggunakan seorang ahli mesin dan teknisi mesin untuk mengecek kerusakan yang terjadi pada mesin lokomotif diesel pada kereta api pelanggan bengkel tersebut.

### **3.1.4. Analisis Teknologi**

Analisis teknologi pada sistem pakar untuk membantu permasalahan pada mesin lokomotif diesel pada kereta api akan dibuat berorientasi pada teknologi *desktop application*. Sistem pakar ini dapat digunakan di client ataupun di server.

## **3.2. Akuisisi Pengetahuan**

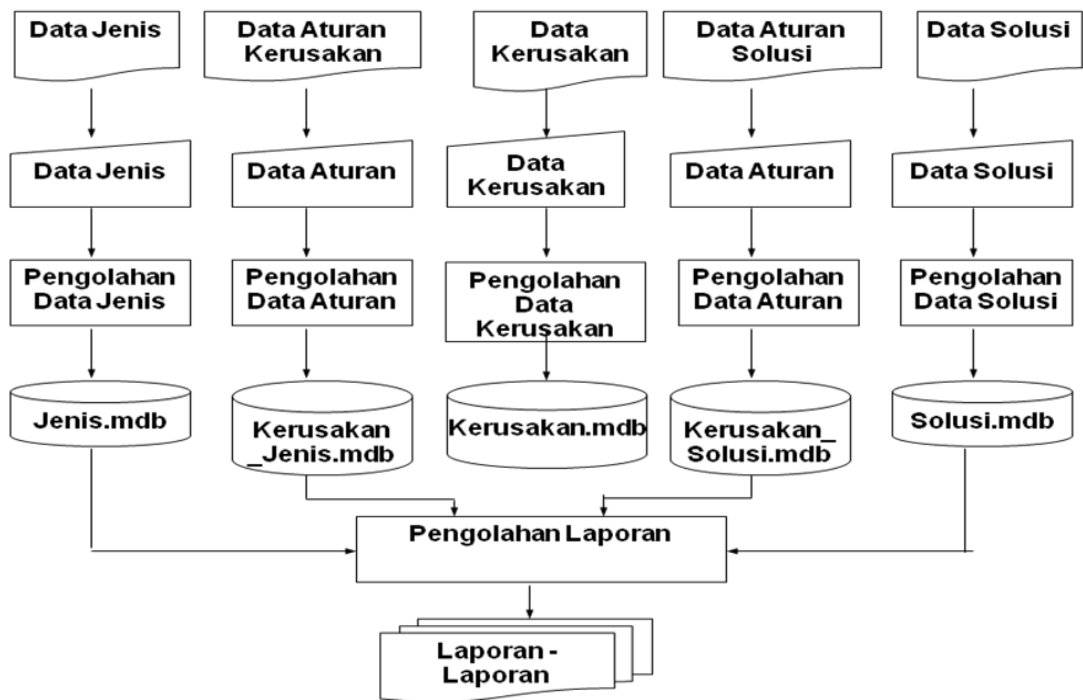
Akuisisi pengetahuan pada sistem pakar kerusakan mesin lokomotif diesel kereta api didapat dari:

1. Beberapa buku sistem pakar, seperti:
  - a. Konsep Dasar Sistem Pakar
  - b. Sistem Pakar Teori dan Aplikasi
  - c. Pengembangan Sistem Pakar Menggunakan Visual Basic
2. Artikel-artikel dan jurnal dari internet, diantaranya sebagai berikut:
  - a. <http://www.google.com>
  - b. <http://www.mesin.kereta-api.com>

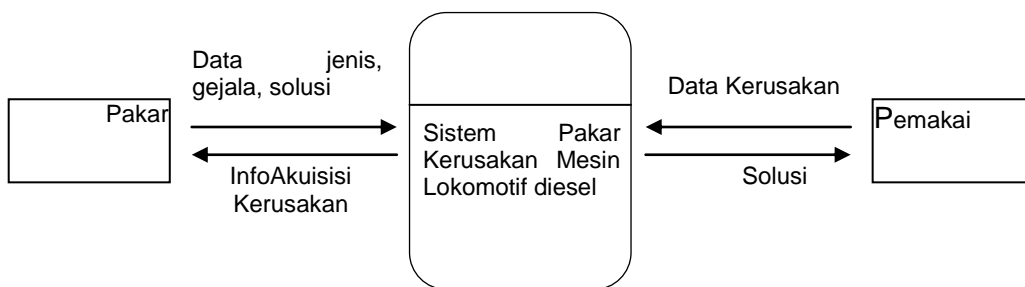
## **3.3. Perancangan Sistem**

### **3.3.1. Perancangan Flowchart Sistem**





### 3.3.2 Perancangan Diagram konteks



Gambar diatas menunjukkan bahwa sistem pakar berinteraksi dengan 2 external entity, yaitu Pakar dan Pemakai. Seorang pakar dapat memasukkan data kepakaran ke dalam sistem serta dapat memperoleh informasi pakar melalui fasilitas akuisisi pengetahuan. Seorang pemakai hanya bisa melakukan penelusuran dengan sistem

### **3.4. Representasi Pengetahuan**

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis pengetahuan. Pengkodean dimaksudkan untuk menangkap sifat-sifat penting problema dan membuat informasi itu dapat diakses oleh prosedur pemecahan problema. Representasi pengetahuan yang digunakan dalam sistem pakar kerusakan mesin lokomotif diesel pada kereta api menggunakan metode kaidah produksi.

Sistem pakar kerusakan mesin kereta api membutuhkan basis pengetahuan dan mesin inferensi untuk mengetahui solusi dari kerusakan yang terjadi pada mesin lokomotif diesel pada kereta api . Basis pengetahuan ini bersifat fakta-fakta yang dibutuhkan oleh sistem, sedangkan mesin inferensi digunakan untuk menganalisa fakta-fakta yang dimasukkan pengguna hingga dapat ditemukan suatu kesimpulan.

Basis pengetahuan yang diperlukan sistem terdiri dari aturan jenis komponen, kerusakan dan solusinya. Data-data yang menjadi input bagi sistem adalah data jenis kerusakan yang didapat dari pengamatan, wawancara serta jurnal dari internet tentang mesin lokomotif diesel pada kereta api .

### **3.4. Mekanisme Inferensi**

Mesin inferensi adalah bagian dari sistem pakar yang melakukan penalaran dengan menggunakan isi daftar aturan berdasarkan urutan dan pola tertentu. Selama proses penelusuran, mesin inferensi menggunakan metode runut maju (*forward chaining*). Proses *forward chaining* dimulai dengan memberikan list indikasi atau keadaan yang sedang dialami pada saat melakukan konsultasi lalu diolah melalui proses penentuan solusi sehingga dapat diperoleh solusinya. Berikut ini graf penelusuran dan struktur pelacakan *forward chaining*.

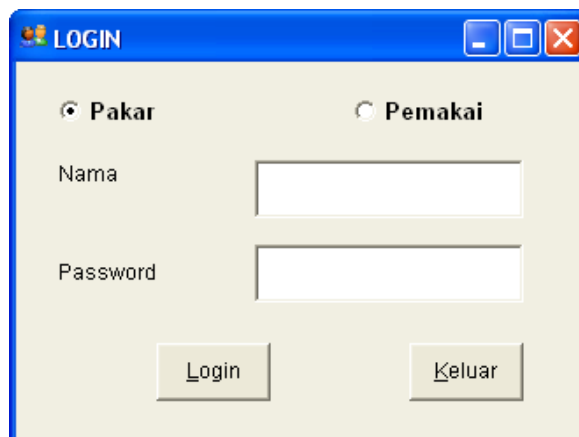
## 4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 4.1. Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap dimana sistem siap dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya sehingga diketahui apa sistem tersebut benar-benar dapat menghasilkan tujuan yang diinginkan. Pada sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan Mesin Kereta Api ini di implementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0, sedangkan pengetahuan disimpan pada basis data menggunakan Microsoft Access 2003. bagian-bagian yang harus dipenuhi dalam membuat sistem pakar, yaitu:

### 4.4 Pemasukan Data

Tampilan di bawah digunakan untuk menginputkan semua data baik dari jenis perusak, gejala kerusakan, dan pengendalian perusak. Menu ini digunakan untuk pakar, dimana seorang pakar harus menginputkan nama dan password terlebih dahulu.



The image shows a Windows-style login window titled "LOGIN". It features a blue title bar with standard window controls (minimize, maximize, close). The main area is light beige and contains two radio buttons: "Pakar" (selected) and "Pemakai". Below these are two text input fields labeled "Nama" and "Password". At the bottom, there are two buttons: "Login" and "Keluar".

Gambar 4.1 Form Login – Pakar



Gambar 4.3 Form Menu Utama – Pakar

#### 4.3. Form Input Data Pengendalian Kerusakan

Pada form ini data tentang pengendalian kerusakan yang telah dimasukkan oleh seorang pakar dapat dilihat. Apabila ada kesalahan dalam pemasukkan datanya maka seorang pakar dapat mengubah atau menghapus data yang telah dimasukkan.

**Data Pengendalian**

Kode: P001

Pengendalian: Kekerasan Baut pengikat dibuat memenuhi Torsi yang ditentukan (Torque Values)

Kode	Pengendalian
P001	Kekerasan Baut pengikat dibuat memenuhi Torsi yang ditentukan (Torque Values)
P002	Kencangkan baut pengikat
P003	Tepatkan Timing pembakaran
P004	Penggangkan Setelan klep (adjuster screw)
P005	Cek per klep
P006	Cek Cam Rol
P007	Cek batang klep
P008	Normalkan Timing pembakaran
P009	Putaran poros engkol ringankan/system pelumasan normalkan
P010	Bersihkan Minyak pelumas MD yang terkontaminasi debu
P011	Ganti Filter minyak lumas yang tidak berfungsi menyaring/rusak
P012	Ganti Kandungan jelaga minyak lumas yang terlalu tinggi
P013	Normalkan tekanan kompresi
P014	Ganti Filter udara bocor
P015	Ganti Filter udara bocor

Jumlah Data : 49

Gambar 4.6 Form Input Data Pengendalian Kerusakan

#### 4.4 Form Input Data Jenis Kerusakan

Pada form ini data tentang jenis kerusakan yang telah dimasukkan oleh seorang pakar dapat dilihat. Apabila ada kesalahan dalam memasukkan datanya maka seorang pakar dapat mengubah atau menghapus data yang telah dimasukkan.

Sistem Pakar - [Input Data Jenis]

Pakar Help

Pengetahuan Penelusuran Penjelasan

**Data Perusak**

Kode Jenis:

Jenis:

Penyebab:

Kode Jenis	Jenis	Penyebab
▶ J001	Silinder Linear Goyang	Silinder Linear yang digunakan pada mesin Goyang
J002	Klep Bocor (Intake Valve/Exha	Klep mesin mengalami kebocoran (Intake Valve/Exhaust Val
J003	Bahan bakar HSD boros	Bahan bakar HSD pada kereta api boros
J004	NOTCH KEATAS ASAP TEBAL	NOTCH KEATAS pada kereta api menyebabkan ASAP TEBAL
J005	TENAGA MOTOR DIESEL LEM	TENAGA MOTOR DIESEL PADA MESIN KERETA API LEMAH
J006	IDLE MATI Setelah diberi tenaga	IDLE pada mesin kereta api MATI Setelah diberi tenaga
J007	MOTOR DIESEL MATI Pada N	MOTOR DIESEL MESIN KERETA API MATI Pada NOTCH 6 K
J008	MOTOR DIESEL panas RPM H	MOTOR DIESEL pada mesin kereta api panas akibat RPM H
J009	Tenaga Lok agak lemah	Tenaga Lok pada mesin kereta api agak lemah
J010	Tenaga Lok hilang	Tenaga Lok pada mesin kereta api hilang
J011	RPM motor diesel sulit untuk	RPM motor diesel pada mesin kereta api sulit untuk naik/ber
J012	Idle Mati	Idle pada mesin kereta api Mati

◀◀ Jenis ▶▶      **Jumlah Data : 12**

Gambar 4.4 Form Input Data Jenis Kerusakan

#### 4.5. Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah keahlian yang dibutuhkan disimpan di dalam *knowledge base* (basis pengetahuan), komputer diprogram sehingga dapat menghasilkan solusi. Penelusuran yang dipakai dalam pembangunan sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan kereta api adalah menggunakan runut maju (*forward chaining*), yaitu konsultasi dimulai dari memilih gejala kerusakan sehingga mendapat solusi permasalahan.

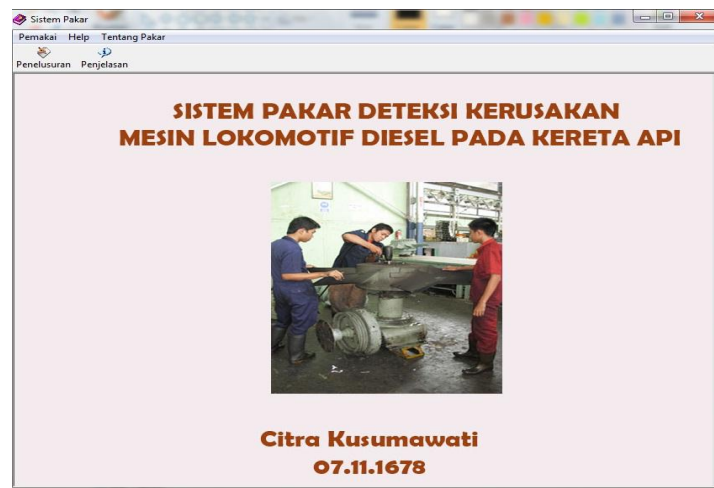
Gambar di bawah ini merupakan user interface untuk mesin inferensi, yang dimulai dari login sampai perbaikan.



The image shows a window titled "LOGIN". At the top, there are two radio buttons: "Pakar" (unselected) and "Pemakai" (selected). Below the radio buttons are two input fields: "Nama" and "Password". At the bottom, there are two buttons: "Login" and "Keluar".

Gambar 4.15 Form Password – Pemakai

Untuk pemakai, langsung pilih menu Pemakai kemudian klik login, setelah login di klik maka tampilan menu utama pemakai akan ditampilkan.



The image shows a window titled "Sistem Pakar". The menu bar includes "Pemakai", "Help", and "Tentang Pakar". Below the menu bar, there are two menu items: "Penelusuran" and "Penjelasan". The main content area features a large title: "SISTEM PAKAR DETEKSI KERUSAKAN MESIN LOKOMOTIF DIESEL PADA KERETA API". Below the title is a photograph of three people working on a train engine. At the bottom, there is a name "Citra Kusumawati" and a phone number "07.11.1678".

Gambar 4.16 Form Menu Utama – Pemakai

**Diagnosa**

Datar Gejala

- G001 Kekerasan Baut pengikat tidak memenuhi Torsi yang ditentukan (Torque Values)
- G002 Baut pengikat kendur
- G003 Timing pembakaran tidak tepat
- G004 Setelan klep (adjuster screw) terlalu rapat
- G005 Per klep lemah/patah
- G006 Cam Rol Macet pada posisi naik
- G007 Batang klep bengkok/macet
- G008 Timing pembakaran terlalu lambat
- G009 Putaran poros engkol berat/system pelumasan tidak normal
- G010 Minyak pelumas MD terkontaminasi debu (mis: batubara, biji besi, semen)
- G011 Filter minyak lumas tidak berfungsi menyaring/rusak
- G012 Kandungan jelaga pada minyak lumas terlalu tinggi
- G013 Tekanan kompresi rendah
- G014 Filter udara bocor
- G015 Penyetelan EXR3 tidak tepat

Pilih      Batal

Gejala Terpilih

1. Kekerasan Baut pengikat tidak memenuhi Torsi yang ditentukan (Torque Values)
2. Baut pengikat kendur
3. Per klep lemah/patah

Diagnosa      Tutup

Gambar 4.17 Form Konsultasi

Penyebab

Klep mesin mengalami kebocoran (Intake Valve/Exhaust Valve)

Indikasi Hasil Diagnosa Jenis Perusak

Jenis	Persentase Jenis
Klep Bocor (Intake Valve/Exhaust Valve)	100%
Silinder Linear Goyang	50%
Bahan bakar HSD boros	50%

Pengendalian      Tutup

Gambar 4.18 Form Diagnosa



#### **4.6 Kelemahan**

- Keterbatasan mengenai data-data gejala-gejala kerusakan yang ditimbulkan oleh perusak, sehingga seorang pemakai apabila ingin melakukan konsultasi mengalami kekurangan data dan pada pendiagnosaan jenis perusak kurang akurat.
- Pada form basis aturan. Setelah dilakukan pemilihan data (data jenis, gejala dan pengendalian) data yang telah dipilih tidak dapat disimpan semua secara langsung. Data hanya dapat disimpan satu persatu.

### **5. Kesimpulan**

#### **5.1 Kesimpulan.**

Dengan diselesaikannya pembuatan Aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan mesin lokomotif pada kereta api ini, penulis dapat menyimpulkan bahwa:

- Dengan pembuatan aplikasi ini masalah kekurangan tenaga pakar dapat diselesaikan, dengan sistem pakar ini user dapat berinteraksi dengan sistem seperti berinteraksi dengan pakar.
- Kompleknya permasalahan yang timbul dalam diagnosa kerusakan mesin lokomotif kereta api bisa ditangani dengan menggunakan sistem pakar.
- Memberikan informasi kepada user mengenai kerusakan mesin lokomotif kereta api berdasarkan gejala-gejala yang diinputkan user.
- Dengan adanya pembatasan hak akses yang di terapkan pada sistem, proses untuk pengolahan basis pengetahuan dan basis aturan hanya dapat dilakukan oleh pakar.

#### **5.2. Saran.**

- sistem pakar ini masih dapat dikembangkan lagi dan diberikan visualisasi dalam bentuk web sehingga tidak hanya dapat digunakan untuk komputer yang bersifat stand alone tetapi juga dapat diterapkan dalam suatu jaringan yang luas seperti internet.

- Menggunakan metode lain dalam penyelesaian tingkat kepercayaan bisa menjadi alternatif pembandingan untuk mengetahui metode mana yang paling mendekati kenyataan tingkat kebenaran.

## DAFTAR PUSTAKA

Alam, M. Agus J, 2000, *Manajemen Data Base dengan Microsoft Visual Basic 6.0*, P.T. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Daihani, D.U, 2001, *Komputerisasi Pengambilan Keputusan*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Kusrini. 2006. *Sistem Pakar. Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta. Andi Offset, Yogyakarta.

Madcoms, 2003, *Aplikasi Database Visual Basic 6.0 dengan Crystal Report*, Andi Offset, Yogyakarta.

Mclaren, J.F, 1996, *Sistem Informasi Manajemen Jilid 1*, Terjemahan Hendra Teguh, Prenhenkindo, Jakarta.

Muhamad Arhami, 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar* Yogyakarta, Andi Offset, Yogyakarta.

Purnomo, *Masalah Kerusakan dan Kekeliruan pada Mesin Lokomotif*, Yogyakarta.

Tim Penerbit ANDI, 2003, *Pengembangan Sistem Pakar Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta :Andi Yogyakarta.

