

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Kecerdasan Buatan**

Kecerdasan Buatan adalah ide-ide untuk membuat suatu perangkat lunak komputer yang memiliki kecerdasan sehingga perangkat lunak komputer tersebut dapat melakukan suatu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia. Adapun pekerjaan itu adalah berupa konsultasi yang dapat memberikan suatu informasi berupa saran-saran yang akan sangat berguna.

Kecerdasan Buatan memungkinkan komputer untuk berpikir dengan cara menyederhanakan program. Dengan cara ini, Kecerdasan Buatan dapat menirukan proses belajar manusia sehingga informasi baru dapat diserap dan digunakan sebagai acuan di masa-masa mendatang.

Kecerdasan atau kepandaian itu didapat berdasarkan pengetahuan dan pengalaman, untuk itu agar perangkat lunak yang dikembangkan dapat mempunyai kecerdasan maka perangkat lunak tersebut harus diberi suatu pengetahuan dan kemampuan untuk menalar dari pengetahuan yang telah didapat dalam menemukan solusi atau kesimpulan layaknya seorang pakar dalam bidang tertentu yang bersifat spesifik.

Kecerdasan Buatan menawarkan media dan uji teori kecerdasan. Teori ini dapat dinyatakan dalam bahasa program komputer dan dibuktikan melalui eksekusinya pada komputer nyata.

#### **2.2 Sistem Pakar**

Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut (Martin dan Oxman, 1998).

Pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah. Beberapa aktivitas pemecahan yang dimaksud antara lain:

pembuatan keputusan (*decision making*), pemanduan pengetahuan (*knowledge fusing*), pembuatan desain (*designing*), perencanaan (*planning*), prakiraan (*forecasting*), pengaturan (*regulating*), pengendalian (*controlling*), diagnosis (*diagnosing*), perumusan (*prescribing*), penjelasan (*explaining*), pemberian nasihat (*advising*) dan pelatihan (*tutoring*). Selain itu sistem pakar juga dapat berfungsi sebagai asisten yang pandai dari seorang pakar (**Martin dan Oxman, 1998**).

Sistem pakar dibuat pada wilayah pengetahuan tertentu untuk suatu kepakaran tertentu yang mendekati kemampuan manusia di salah satu bidang. Sistem pakar mencoba mencari solusi yang memuaskan sebagaimana yang dilakukan oleh seorang pakar. Selain itu sistem pakar juga dapat memberikan penjelasan terhadap langkah yang diambil dan memberikan alasan atas saran atau kesimpulan yang ditemukannya. Biasanya sistem pakar hanya digunakan untuk memecahkan masalah yang memang sulit untuk dipecahkan dengan pemrograman biasa, mengingat biaya yang diperlukan untuk membuat sistem pakar jauh lebih besar dari pembuatan sistem biasa.

Secara umum, sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan menyelesaikan masalah seperti layaknya seorang pakar. Dengan sistem pakar ini, orang awam pun dapat menyelesaikan masalahnya atau sekedar mencari suatu informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan bantuan para ahli di bidangnya. Sistem pakar ini juga akan dapat membantu aktivitas para pakar sebagai asisten yang berpengalaman dan mempunyai pengetahuan yang dibutuhkan.

Dalam penyusunannya, sistem pakar mengkombinasikan kaidah-kaidah penarikan kesimpulan (*inference rules*) dengan basis pengetahuan tertentu yang diberikan oleh satu atau lebih pakar dalam bidang tertentu. Kombinasi dari kedua hal tersebut disimpan dalam komputer, yang selanjutnya digunakan dalam pengambilan keputusan untuk penyelesaian masalah tertentu.

Konsep dasar sistem pakar mengandung keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan. Keahlian adalah suatu

kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Contoh bentuk pengetahuan yang termasuk keahlian adalah :

- a. Fakta-fakta pada lingkungan permasalahan tertentu.
- b. Teori-teori pada lingkup permasalahan tertentu.
- c. Prosedur-prosedur dan aturan-aturan berkenaan dengan lingkup permasalahan tertentu.
- d. Strategi-strategi global untuk menyelesaikan masalah.

### **2.2.1 Ciri-Ciri Sistem Pakar**

Sistem pakar yang baik harus memenuhi ciri-ciri sebagai berikut menurut (Kusrini:2006) :

- 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 diberikan dengan cara yang dapat dipahami.
- d. Berdasarkan *rule* atau kaidah tertentu.
- e. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
- f. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
- g. Output tergantung dari dialog dengan user.
- h. Knowledge base dan inference engine terpisah.
- i. Dapat digunakan dalam berbagai jenis komputer.

### **2.2.2 Keuntungan Sistem Pakar**

Secara garis besar, banyak manfaat yang dapat diambil dengan adanya sistem pakar, antara lain :

- a. Memungkinkan orang awan bisa mengerjakan pekerjaan para ahli.
- b. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis.
- c. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar.

- d. Meningkatkan output dan produktivitas.
- e. Meningkatkan kualitas.
- f. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar (terutama yang termasuk keahlian langka).
- g. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya.
- h. Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan.
- i. Memiliki reabilitas.
- j. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer.
- k. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian.
- l. Sebagai media pelengkap dalam pelatihan.
- m. Meningkatkan kapabilitas dalam penyelesaian masalah.
- n. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan.

### **2.2.3 Kelemahan Sistem Pakar**

Di samping memiliki beberapa keuntungan, sistem pakar juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain :

- a. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan di mana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadangkala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada dan walaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda.
- b. Untuk membuat suatu sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pengembangan dan pemeliharaannya.
- c. Boleh jadi sistem tak dapat membuat keputusan.
- d. Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan.

#### **2.2.4 Alasan Pengembangan Sistem Pakar**

Sistem pakar sendiri dikembangkan lebih lanjut dengan alasan :

- a. Dapat menyediakan kepakaran setiap waktu dan berbagai lokasi.
- b. Secara otomatis mengerjakan tugas-tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar .
- c. Seorang pakar akan pensiun atau pergi.
- d. Seorang pakar adalah mahal.
- e. Kepakaran dibutuhkan juga pada lingkungan yang tidak bersahabat.

#### **2.2.5 Modul Penyusunan Sistem Pakar**

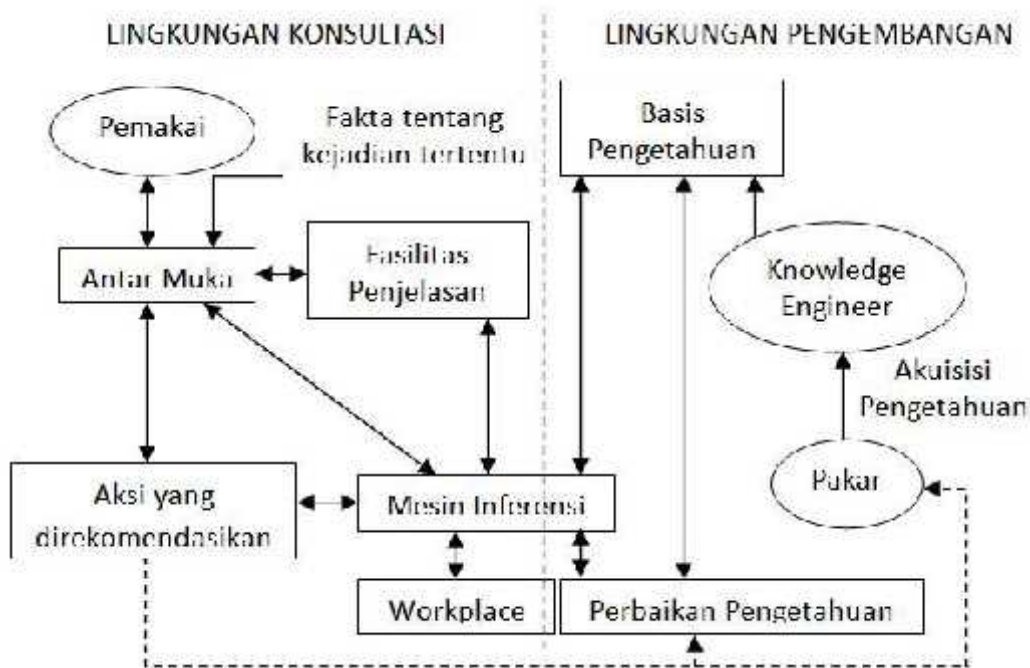
Menurut Staugaard (1987) suatu sistem pakar disusun oleh tiga modul utama yaitu :

- a. Modul Penerimaan Pengetahuan (Knowledge Acquisition Mode).  
Sistem berada pada modul ini, pada saat ia menerima pengetahuan dari pakar. Proses mengumpulkan pengetahuan-pengetahuan yang akan digunakan untuk mengembangkan sistem, dilakukan dengan bantuan knowledge engineer. Peran knowledge engineer adalah sebagai penghubung antara suatu sistem pakar dengan pakarnya.
- b. Modul Konsultasi (Consultation Mode)  
Pada saat sistem berada pada posisi memberikan jawaban atas permasalahan yang diajukan oleh user, sistem pakar berada dalam modul konsultasi. Pada modul ini, user berinteraksi dengan sistem dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh sistem.
- c. Modul Penjelasan (Explanation Mode)  
Modul ini menjelaskan proses pengambilan keputusan oleh sistem (bagaimana keputusan dapat diperoleh).

#### **2.2.6 Struktur Sistem Pakar**

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*) (Turban, 1995). Lingkungan pengembangan sistem

pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar. Komponen- komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.1 Halaman berikut ini :



Gambar 2.1 Arsitektur Sistem Pakar (sumber: Turban (1995))

Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem pakar adalah seperti yang terdapat pada Gambar 2.1, yaitu *User Interface* (antarmuka pengguna), basis pengetahuan, akuisisi pengetahuan, mesin inferensi, *workplace*, fasilitas penjelasan, perbaikan pengetahuan.

### 2.2.6.1 Pakar

Adalah orang yang memiliki ilmu pengetahuan tentang bidang atau keahlian yang khusus terhadap suatu permasalahan, Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis pada bidangnya sendiri.

### **2.2.6.2 Knowledge Enginer**

Pengetahuan pakar adalah pemahaman, formulasi dan penyelesaian masalah.

### **2.2.6.3 Basis Pengetahaun (*Knowledge Base*)**

Basis pengetahuan adalah tempat ditempatkan nya pengetahuan dari seorang pakar didalam lingkungan pengembangan.

### **2.2.6.4 Perbaikan Pengetahuan**

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan tersebut adalah penting dalam pembelajaran terkomputerisasi, sehingga program akan mampu menganalisis penyebab kesuksesan dan kegagalan yang akan dialaminya.

### **2.2.6.5 Motor Inferensi**

Motor inferensi adalah merupakan program komputer yang menyediakan metodologi untuk mempertimbangkan informasi dalam basis pengetahuan dan merumuskan kesimpulan.

#### *1. Forward Chaining*

*Forward Chaining* adalah pendekatan yang dimulai dari informasi yang tersedia atau dari ide dasar, dan kemudian kita mencoba menarik kesimpulan. *Forward chaining* mencari bagian *IF*(*JIKA*) terlebih dahulu. Setelah semua kondisi *IF* (*JIKA*) di penuhi, aturan dipilih untuk mendapat kesimpulan.

#### *2. Backward Chaining*

Pendekatan ini dimulai dari kesimpulan dan hipotesis bahwa kesimpulan adalah benar. Jika semua kondisi *IF* (*JIKA*) adalah benar, maka aturan dipilih dan kesimpulan dicapai. Jika beberapa kondisi salah, maka aturan dibuang dan aturan berikutnya bahwa semua kondisi *IF* (*JIKA*) adalah benar atau salah, maka mesin inferensi terus mencari aturan yang kesimpulannya sesuai dengan kondisi *IF* (*JIKA*) yang tidak

diputuskan untuk bergerak satu langkah kedepan memeriksa kondisi tersebut. Proses *chaining* ini berlanjut hingga suatu set aturan didapat untuk mencapai kesimpulan atau untuk membuktikan tidak dapat mencapai kesimpulan.

Tabel 2.1 Beberapa karakteristik Forward chaining dan backward chaining (Arhami, 2004)

<i>Forward Chainig</i>	<i>Backward Chaining</i>
Perencanaan, monitoring, kontrol	Diagnosis
Disajikan untuk masadepan	Disajikan untuk masa lalu
<i>Antecedent</i> ke konsekuen	Konsekuen ke <i>antecedent</i>
Data memandu, penalaran dari bawa ke atas.	Tujuan memandu, penalaran dari atas ke bawah.
Bekerja ke depan untuk mendapat solusi apa yang mengikuti fakta	Bekerja kebelakang untuk mendapat fakta yang mendukung hipotesis
<i>Bread first search</i> dimudahkan	<i>Dept first search</i> dimudahkan
<i>Antecedent</i> menentukan pencarian	<i>Consequent</i> menentukan pencarian
Penjelasan tidak difasilitasi	Penjelasan di fasilitasi



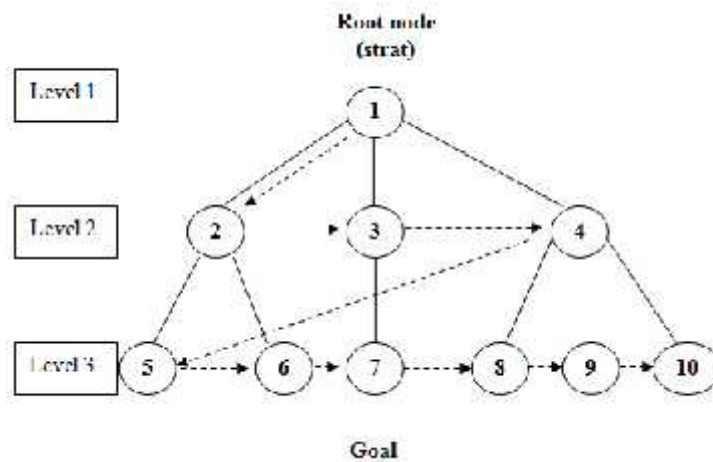
### 2.2.6.5.1 Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah komponen yang berfungsi dalam proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia sehingga memberikan sebuah hasil yang akan ditelusuri motor inferensi.

Ada beberapa contoh mesin inferensi:

#### 1. Breadth first search

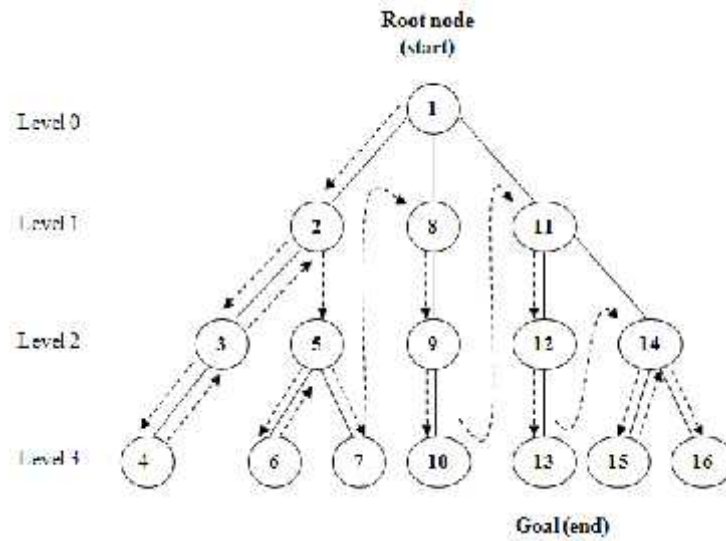
Metode penelusuran ini memeriksa semua node (simpul) pohon pencarian, dimulai dari simpul akar. Simpul-simpul dalam tingkat diperiksa seluruhnya sebelum pindah ke simpul di tingkat selanjutnya. Proses ini bekerja dari kiri ke kanan, baru bergerak ke bawah. Ini berlanjut sampai ke titik tujuan (*goal*).



Gambar 2.2 Breadth first search

#### 2. Depth First Search

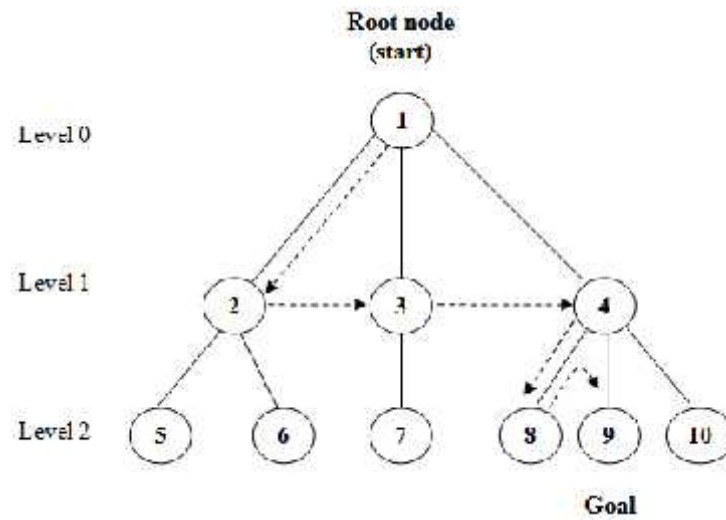
Metode ini memulai penelusuran dari node sampai simpul akar, selanjutnya menuju ke bawah dulu baru bergerak ke samping dari kiri ke kanan, proses ini akan berlanjut sampai ditemukan simpul tujuan. Seperti terlihat pada gambar 2.3. Pada halaman berikut.



Gambar 2.3 Depth first search

### 3. Best First Search

Bekerja berdasarkan kombinasi kedua metode sebelumnya. Gambar 2.4(Rusell Stuart, 1995) menunjukkan penelusuran secara best first search.



Gambar 2.4 Best first search

#### 4. Metode Dempster-shafer

Teori Dempster-Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief functions* dan *plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa. Teori ini dikembangkan oleh Arthur P. Dempster dan Glenn Shafer. Secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval:

#### **[Belief, plausibility]**

*Belief* (Bel) adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan *Plausibility*(P1) jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.

Untuk menentukan nilai *Belief* yaitu dengan menanyakan kepada pakar dan untuk menentukan nilai *plausibility* yaitu dengan cara mengurangi nilai *Belief* contoh di sebagai berikut :

*Plausibility* dinotasikan sebagai:

$$P1 = 1 - Bel(\sim s) \quad [2.1]$$

Keterangan:

P1 : *plausibility*

Bel : *belief*

Jika yakin akan  $\sim s$  maka dikaitkan bahwa  $Bel(s) = 1$  dan  $P1(\sim s) = 0$

Pada teori *Dempster-Shafer* dikenal adanya *frame of discernment* yang dinotasikan dengan  $(\theta) M_Q$ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis (Sulistiyohati, 2008).

1. Contoh kasus penyakit hewan :

Misalkan = {A, B, C, D}

Dengan :

A = Alergi

B = Flu

C = Demam

D = Bronkitis

Tujuannya adalah untuk mengkaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen dari . Tidak semua *evidences* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Sebagai contoh, panas mungkin hanya mendukung {B, C, D}.

Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). nilai m tidak hanya mendefenisikan elemen-elemen saja, tetapi juga semua himpunan bagiannya (sub-set). Sehingga jika berisi n elemen, maka sub-set dari berjumlah  $2^n$ . Sub-set merupakan himpunan bagian dari kombinasi elemen-elemen, sedangkan n elemen adalah jumlah dari elemen semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesa pada . Sehingga pada contoh diatas sub-set yang bisa dihasilkan berjumlah  $2^n$ . Selanjutnya harus ditunjukkan bahwa jumlah semua densitas (m) dalam sub-set sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis, maka nilai :

$$m(\cdot) = 1,0$$

Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flu, demam, dan bronchitis dengan  $m = 0,8$ , maka :

$$m\{B,C,D\} = 0,8$$

$$m\{\cdot\}M_Q = 1 - 0,8 = 0,2$$

Apabila diketahi X adalah sub-set dari , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya. Dengan Y juga merupakan sub-set dari dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka dapat di bentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$  yaitu:

$$m_3(Z) = \frac{m_1(X).m_2(Y)}{1 - m_1(X).m_2(Y)} \quad [2.2]$$

Keterangan :

m : probabilitas densitas

$xny$  : penyakit X irisan penyakit Y

: *frame of discement*

Contoh :

Salah satu ternak pak amri mengalami gejala demam tinggi dan lemah, mengeluarkan saliva, serta limpa besar dan rapuh. Dari diagnosa dokter penyakit yang diderita oleh sapi pak amri adalah Antraks, penyakit ngorok, penyakit mulut dan kuku dan demam tiga hari.

a. Gejala 1 : Demam tinggi dan lemah

Diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi demam tinggi dan lemah sebagai gejala penyakit Antraks, penyakit ngorok dan demam tiga hari.

$$m1 \{A,N,D\} = 0,6$$

$$m1 \{ \} M\_Q = 1 - 0,6 = 0,4$$

Keterangan :

A : Antraks

N : Penyakit Ngorok

D : Demam tiga hari

b. Gejala 2 : Mengeluarkan saliva

Kemudian diketahui juga nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap mengeluarkan saliva sebagai gejala dari penyakit Ngorok, Demam tiga hari dan penyakit mulut dan kuku.

$$m2 \{N,D,P\} = 0,7$$

$$m2 \{ \} M\_Q = 1 - 0,7 = 0,3$$

Tabel 2.2 Aturan kombinasi untuk m3 contoh 1

	{N,D,P} (0,7)	M_Q (0,3)
{A,N,D} (0,6)	{N,D} (0,42)	{A,N,D} (0,18)
M_Q (0,4)	{N,D,P} (0,28)	M_Q (0,12)

Keterangan :

A : Antraks

N : Penyakit ngorok

D : Demam tiga hari

P : Penyakit mulut dan kuku

$$m3 \{N,D\} = \frac{0,42}{1-0} = 0,42$$

$$m3 \{A,N,D\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18$$

$$m3 \{N,D,P\} = \frac{0,28}{1-0} = 0,28$$

$$m3 \{ \} M\_Q = \frac{0,12}{1-0} = 0,12$$

c. Gejala 3: Limpa besar dan rapuh

Kemudian diketahui juga nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap Limpa besar dan rapuh sebagai gejala dari penyakit Antraks.

$$m4 \{A\} = 0,9$$

$$m4 \{ \} M\_Q = 1 - 0,9 = 0,1$$

Tabel 2.3 Aturan kombinasi untuk m5 contoh 1

	{A} (0,9)	M_Q (0,1)
{N,D} (0,42)	Θ(M_Q2) (0,378)	{N,D} (0,042)
{A,N,D} (0,18)	{A} (0,162)	{A,N,D} (0,018)
{N,D,P} (0,28)	Θ (M_Q2) (0,252)	{N,D,P} (0,028)
M_Q (0,12)	{A} (0,108)	M_Q(0,012)

Keterangan :

- A : Antraks
- N : Penyakit ngorok
- D : Demam tiga hari
- P : Penyakit mulut dan kuku
- Θ : Tidak beririsan (M\_Q2)

Sehingga dapat dihitung :

$$m5 \{N,D\} = \frac{0,042}{1-(0,378 + 0,252)} = 0,113$$

$$m5 \{A,N,D\} = \frac{0,018}{1-(0,378 + 0,252)} = 0,048$$

$$m5 \{A\} = \frac{0,162 + 0,108}{1-(0,378 + 0,252)} = 0,729$$

$$m5 \{N,D,P\} = \frac{0,028}{1-(0,378 + 0,252)} = 0,075$$

$$m5 \{ \}M_Q = \frac{0,012}{1-(0,378 + 0,252)} = 0,032$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa probabilitas densitasnya terbesar penyakit yang dialami sapi pak amri adalah Anraks dengan probabilitas densitas sebesar  $0,729 \times 100\% = 72,9 \%$ .

2. Contoh kasus kerusakan seeda motor matic :

Salah satu pengguna motor matic saudara bro eri mengalami gejala atau penyebab Baut rumah cvt kurang kencang (K090), Karet pas putus dan tidak pas (K091), Pengisian oli cvt tidak bersih (K092). Dari hasil pemeriksaan mekanik, kerusakan yang di alami motor matic bro eri adalah CVT masuk air (K20).

Terlihat pada halaman berikut :

Tabel 2.4 Probabilitas densitas

No	Penyebab	Denistas (m)	
		Belief	Plusibility
1	Baut rumah cvt kurang kencang (Kx1)	0,5	0,5
2	Karet pas putus dan tidak pas (Kx2)	0,3	0,7
3	Pengisian oli cvt tidak bersih (Kx3)	0,4	0,6

Keterangan :

1. Baut rumah cvt kurang kencang

$$\text{Nilai belief} = m1 \{K20\} = 0,5$$

$$m1 \{ \} = 1 - 0,5 = 0,5$$

2. Karet pas putus dan tidak pas

$$\text{Nilai belief} = m2 \{K20\} = 0,3$$

$$m2 \{ \} = 1 - 0,3 = 0,7$$

Tabel 2.5 Aturan kombinasi untuk m3 contoh 2

		m2 {K20} (0,3)	m2 (0,7)
m1 {K20} (0,5)		{K20} (0,15)	{K20} (0,35)
m1 (0,5)		{K20} (0,15)	(0,35)

$$m3 \{K20\} = \frac{0,15 + 0,35 + 0,15}{1-0} = 0,65$$

$$m3 \{ \} = \frac{0,35}{1-0} = 0,35$$

3. Karet pas putus dan tidak pas

$$\text{Nilai belief} = m4 \{K20\} = 0,4$$

$$m4 \{ \} = 1 - 0,4 = 0,6$$

Tabel 2.6 Aturan kombinasi untuk m5 contoh 2

		m4 {K20} (0,4)	m4 M_Q (0,6)
m3 {K20} (0,65)		m5 {K20} (0,26)	m5 {K20} (0,39)
m3 M_Q (0,35)		m5 {K20} (0,14)	m5 M_Q (0,21)

$$m5 \{K20\} = \frac{0,26 + 0,39 + 0,14}{1-0} = 0,79$$

$$m5 \{ \} M_Q = \frac{0,21}{1-0} = 0,21$$



Sehingga dapat disimpulkan bahwa probabilitas densitasnya terbesar kerusakan yang dialami motor matic bro eri adalah CVT masuk air dengan probabilitas densitas sebesar  $0,79 \times 100\% = 79\%$ .

Untuk hasil kesimpulan dari sistem yaitu pengguna motor matic di haruskan tune-up motor matic nya ke bengkel atau dealer resmi YAMAHA dan mengganti spareparts – spareparts yang rusak atau tidak layak di pakai demi kenyamanan pemakaian motor matic untuk waktu yang cukup lama.

#### **2.2.6.6 Pemakai (*User*)**

Pemakai (*User*) adalah orang yang menggunakan sistem untuk memberikan masukan kepada sistem pakar.

#### **2.2.6.7 Antar Muka Pengguna (*User Interface*)**

*User interface* merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai. Menurut McLeod (1995), pada bagian ini terjadi dialog antara program dan pemakai, yang memungkinkan sistem pakar menerima intruksi dan informasi (*input*) dari pemakai, juga memberikan informasi (*output*) kepada pemakai.

#### **2.2.6.8 Fasilitas Penjelasan**

Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai. Fasilitas penjelasan dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut (**Turban, 1995**):

- a. Mengapa pertanyaan tertentu ditanyakan oleh sistem pakar ?
- b. Bagaimana kesimpulan tertentu diperoleh ?
- c. Mengapa alternatif tertentu ditolak ?
- d. Apa rencana untuk memperoleh penyelesaian ?

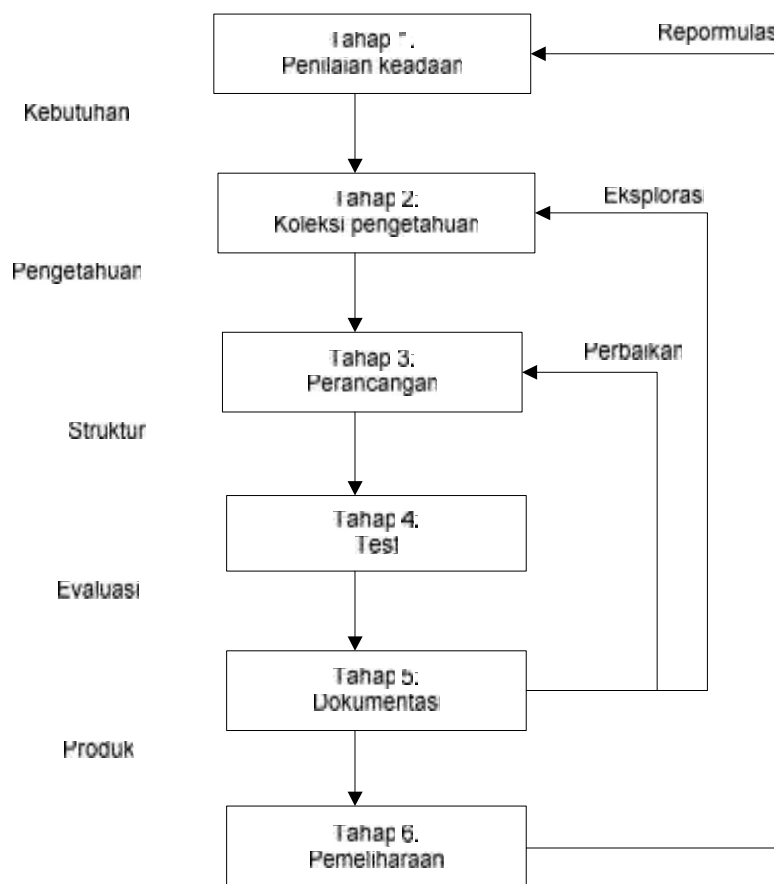
### 2.2.6.9 Workplace

*Workplace* merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*). *Workplace* digunakan untuk merekam hasil-hasil antara dan kesimpulan yang dicapai. Ada 3 tipe keputusan yang direkam, yaitu:

- a. Rencana : Bagaimana menghadapi masalah.
- b. Agenda : Aksi-aksi yang potensial.
- c. Solusi : calon aksi yang akan dibangkitkan.

### 2.2.7 Klasifikasi Sistem Pakar

Seperti layaknya pengembangan perangkat lunak, pada pengembangan sistem pakar ini juga diperlukan beberapa tahapan seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Tahap-tahap pengembangan sistem pakar  
(sumber: kusumadewi, 2003 )

Secara garis besar pengembangan sistem pakar pada gambar 2.2 adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah dan kebutuhan. Mengkaji situasi dan memutuskan dengan pasti tentang masalah yang akan dikomputerisasikan dan apakah dengan sistem pakar bisa lebih membantu atau tidak.
2. Menentukan masalah yang cocok. Ada beberapa syarat yang harus di penuhi sistem pakar dapat bekerja dengan baik. Yaitu:
  - a. Domain masalah tidak terlalu luas
  - b. Kompleksitasnya menengah, artinya jika masalah terlalu mudah atau masalah yang sangat kompleks seperti peramalan inflasi tidak perlu menggunakan sistem pakar.
  - c. Tersedia nya ahli atau pakar.
  - d. Menghasilkan mental bukan fisik, artinya sistem pakar hanya memberikan anjuran tidak bisa melakukan aktivitas fisik seperti merasakan.
  - e. Tidak melibatkan hal-hal yang bersifat common sense, yaitu penalaran yang diperoleh dari pengalaman, seperti adanya gravitasi membuat benda jatuh atau lampu lalu lintas merah maka kendaraan harus berhenti.
3. Mempertimbangkan alternatif. Dalam hal ini 2 alternatif yaitu menggunakan sistem pakar atau computer tradisional.
4. Menghitung pengembalian investasi, termasuk diantaranya biaya pembuatan sistem pakar, biaya pemeliharaan dan biaya training.
5. Memilih alat pengembangan, bisa digunakan software pembuatan sistem pakar (seperti : SHELL) atau dirancang dengan bahasa pemrograman sendiri.
6. Rekayasa pengetahuan. Perlu dilakukan penyempurnaan terhadap aturan-aturannya yang sesuai.
7. Merancang sistem. Bagian ini termasuk pembuatan *prototype*, serta menterjemahkan pengetahuan menjadi turan-aturan.

8. Melengkapi pengembangan, termasuk pengembangan *prototype* apabila sistem yang telah ada sudah sesuai dengan keinginan.
9. Menguji dan menari kesalahan sistem.

### **2.3 Continuously Variable Transmission (CVT)**

CVT (*Continuously Variable Transmission*) adalah alat penggerak pada sepeda motor automatic. CVT umumnya berbahan dasar karet, sehingga perlu perawatan yang ekstra, agar mendapatkan tenaga motor yang sempurna.

Mengenal istilah CVT, CVT inilah yang membantu skutik untuk berjalan. Dan CVT ini juga yang membuat skutik semakin praktis dan mudah. Karena skutik hanya tinggal menggegas dan rem, pada skutik gigi transmisi tidak ada. Bila bicara tentang CVT maka tidak akan terpisahkan dengan yang namanya *V-Belt (undersize)*.

*V-BELT* ini tugasnya adalah menyalurkan putaran dari puli primer ke puli sekunder. Dan perpindahan percepatan sangat tergantung pada *V-BELT* ini, karena merupakan komponen utama dalam penggerak CVT maka *V-belt* harus benar-benar diperhatikan. Karena *V-Belt* dituntut untuk kuat, lebih tahan panas dan elastis. Untuk penjadwalan pengecekan disarankan untuk diperiksa 8 ribu sekali.

Gejala awal bila *V-Belt* ini sudah rusak maka ada keluhan di tarikan awal, suara berisik dan kick starter tidak mau balik saat dipakai. Indikasi bila *V-Belt* sudah benar-benar rusak adalah jika lebarnya sudah tidak standar kemudian bila ditekek maka terlihat retak-retak.

Cara merawat *V-Belt* ini adalah sering-sering diberikan cairan *belt dressing*. Kemudian jangan biarkan *boks* CVT menjadi terbuka atau saluran pendinginan tertutup rapat. Tujuannya adalah supaya CVT tidak cepat kotor dan pendinginan CVT akan tetap lancar.

#### **2.3.1 Sejarah Continuously Variable Transmission (CVT)**

Transisi otomatis atau continuous variable telah lama digunakan di dunia otomotif, Dahulu pernah diluncurkan motor skutik adly dari Taiwan tahun 1980. Motor pertama yang bertransmisi cvt mesin 2 tak dengan 50cc, Tapi produk ini

tidak bertahan lama karna masyarakat tidak mengenal dan mengerti dengan teknologi CVT. Lalu pada tahun 1992 piaggio mencoba menawarkan kembali motor matic bernama *CORSA*, namun tetap sama gagal dan dihentikan pada tahun 1998, lalu kymco membuka pasar matic dengan produk bernama *Trend* pada tahun 2000. Mesin 4 tak 125cc, kemudian Yamaha meledak dengan meluncurkan produk baru yaitu Yamaha mio pada tahun 2004.



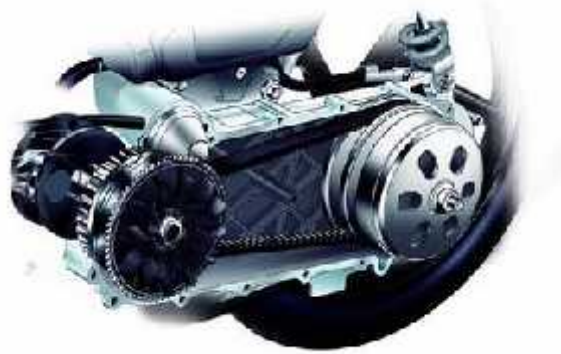
Gambar 2.6 Konstruksi Sistem CVT.

### 2.3.1.1 Prinsip Kerja *Continuously Variable Transmission* (CVT)

#### a. Prinsip cara kerjanya

Pada saat stationer atau putaran rendah, pully depan memiliki radius yang kecil dibandingkan dengan pully belakang atau rasio gigi ringan. Seiring dengan bertambahnya putaran mesin (rpm), maka *pully* depan radiusnya juga ikut membesar sedangkan pully belakang justru mengecil atau sama dengan rasio gigi berat.

Untuk kerja *v-belt* hanya menghubungkan kedua pully tersebut agar dapat berjalan secara bergantian. Jadi saat pully depan membesar maka yang menyebabkan pully belakang mengecil adalah karena desakan dari *v-belt*, karena panjang *v-belt* selalu sama pada proses ini. Karena kerja CVT yang *linear*, maka mesin matik dapat menghasilkan akselerasi yang halus tanpa adanya kehilangan tenaga. dapat di lihat pada gambar 2.2. Berikut.



Gambar 2.7 Prinsip kerja motor *matic*.

### 2.3.1.2 Cara Kerja Sistem Penggerak CVT

#### a. Putaran Lamban

Jika mesin berputar pada putaran rendah, daya putar dari poros engkol diteruskan ke *Pulley Primary V-belt Pulley Secondary* dan Kopling Centrifugal. Dikarenakan tenaga putar belum mencukupi, maka kopling centrifugal belum mengembang. Disebabkan gaya tarik per pada kopling masih lebih kuat dari gaya centrifugal, sehingga kopling centrifugal tidak menyentuh rumah kopling dan roda belakang tidak berputar.

#### b. Saat Mulai Berjalan

Pada saat putaran mesin bertambah kurang lebih 3.000 rpm, maka gaya centrifugal bertambah kuat dibandingkan dengan tarikan per sehingga mengakibatkan sepatu kopling mulai menyetuh rumah kopling dan mulai terjadi tenaga gesek. Dalam kondisi ini *V-belt* di bagian *pulley primary* pada posisi diameter dalam (kecil) dan di bagian *pulley secondary* pada posisi luar (besar) sehingga menghasilkan perbandingan putaran / torsi yang besar menyebabkan roda belakang mudah berputar. Kopling centrifugal menyentuh rumah kopling. Kopling centrifugal mulai mengembang dari putaran 2.550 ke 2.950 rpm. Kopling terkopel penuh pada putaran 4.700 ke 5.300 rpm.

#### c. Putaran Menengah

Pada saat putaran bertambah, pemberat pada pulley primary mulai bergerak keluar karena gaya centrifugal dan menekan *primary sliding sheave* (piringan *pulley* yang dapat bergeser) *system fixed sheave* (piringan *pulley* yang diam) dan menekan *V-belt* kelingkarannya luar dari pulley primary sehingga menjadikan diameter pulley primary membesar dan menarik *pulley secondary* ke diameter yang lebih kecil. Ini dimungkinkan karena panjang *V-belt*-nya tetap. Akhirnya diameter *pulley primary* membesar dan diameter *pulley secondary* mengecil sehingga diameter *pulley* menjadi sama besar dan pada akhirnya putaran dan kecepatan juga berubah dan bertambah cepat.

#### d. Putaran Tinggi

Putaran mesin lebih tinggi lagi dibandingkan putaran menengah maka gaya keluar pusat dari pemberat semakin bertambah. Sehingga semakin menekan *V-belt* ke bagian sisi luar dari *pulley primary* (diameter membesar) dan diameter *pulley secondary* semakin mengecil. Selanjutnya akan menghasilkan perbandingan putaran yang semakin tinggi. Jika pulley secondary semakin melebar, maka diameter *V-Belt* pada pulley semakin kecil, sehingga menghasilkan perbandingan putaran yang semakin meningkat.

#### e. Cara Kerja Kopling *Centrifugal Kering*

Kopling terkopel : Sepatu kopling bergerak keluar dan memindahkan tenaga melalui gaya centrifugal.

#### f. *Torsi Cam / Cam* Penambah Torsi Cam penambah

torsi / torsi cam dapat disebut dengan nama *Sensor torque* perangkat ini dapat membuat sliding sheave / piringan yang dapat bergeser secara otomatis bekerja jika torsi gaya putar yang besar diperlukan, misalnya pada kondisi mendaki atau penambahan kecepatan.

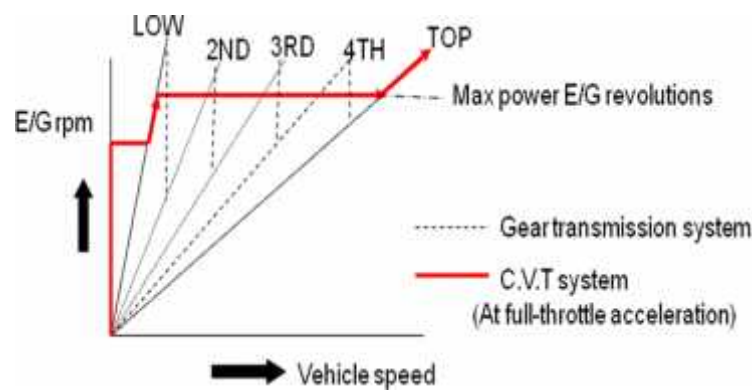
### g. Gear Reduksi

Untuk menghasilkan total perbandingan putaran yang ideal antara poros engkol dan roda belakang diperlukan gear reduksi dengan dua kali reduksi. Tipe pertama roda gigi miring / *helical gear* untuk mengurangi *noise*, adapun untuk *gear main axle* dan *gear drive axle* dengan tipe roda gigi lurus / *spur gear*. Untuk gear reduksi ini menggunakan pelumasan yang ada didalam *gearbox* yang terpisah dengan rumah *V-belt* dan rumah rem.

## 2.3.2 Kelebihan Utama dari sistem CVT

### 1. Manfaat sistem CVT

- a. Memberikan perubahan kecepatan dan perubahan torsi dari mesin ke roda belakang secara otomatis .
- b. Perbandingan ratio yg sangat tepat tanpa harus memindah gigi .
- c. Tidak terjadi hentakan yang biasa timbul pada perpindahan gigi
- d. Perubahan kecepatan sangat lembut dengan kemampuan mendaki yang baik .



Gambar 2.8 Grafik putaran dari sistem CVT



## 2. Kekurangan pada motor *matic* sistem CVT

Yang membuat sepeda motor *matic* kalah di bandingkan transmisi manual adalah terletak pada sistem bahan bakar dan komponen CVT yang sangat mahal dan rentan terjadi kerusakan, di bandingkan dengan transmisi manual jauh lebih tahan dan efisien, kemudian dari segi kerusakan sepeda motor transmisi manual juga jauh lebih unggul mudah dan cepat ditangani oleh para mekanik atau pakar.

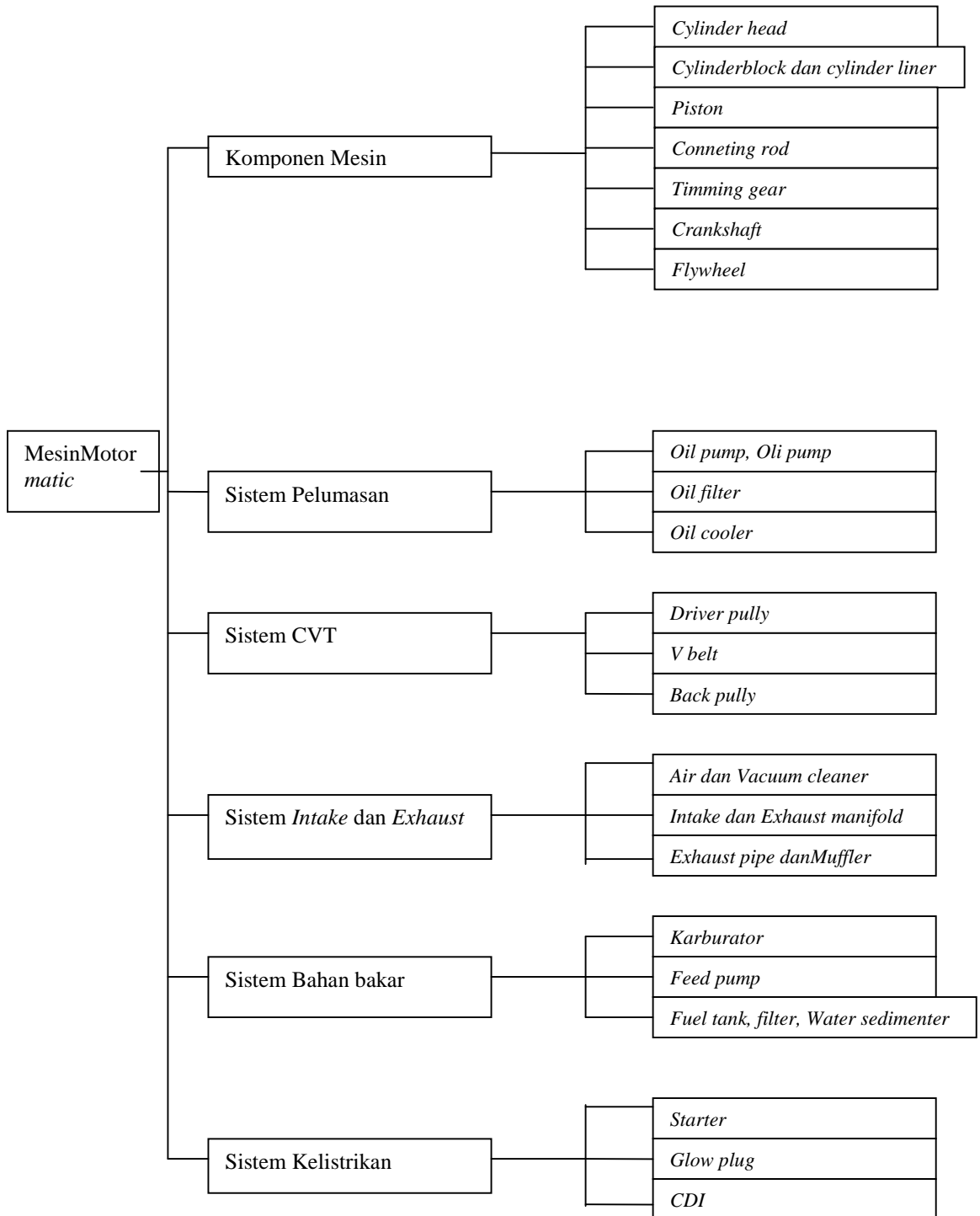
Komponen mesin motor *matic* tidak sama dengan komponen mesin motor transmisi manual, karna komponen mesin *matic* lebih rumit karna kopling dan pully sudah berada didalam sistem CVT, Sistem CVT itulah yang membuat gerakan motor *matic* itu lebih spontan di bandingkan sepeda motor transmisi manual. Permasalahan yang banyak terjadi pada sepeda motor *matic* adalah pada bagian sistem CVT . Sistem CVT pada motor *matic* sangat perlu kelancaran dalam menerima daya dari mesin, CVT berfungsi berfungsi sebagai penghubung putaran mesin ke roda belakang.

Putaran roda belakang sangat tergantung pada kelancaran kinerja dari CVT, kalau terjadi kerusakan pada CVT maka putaran dari roda belakang akan terganggu dan kekuatan gerak dari roda belakang tidak akan maksimal.



Gambar 2.9 Poros roda belakang

### 2.3.3 Konstruksi Mesin Motor Matic



Gambar 2.10 Kontruksi Mesin dan Sistem CVT Motor Matic

### **2.3.3.1 Kelengkapan Mesin Motor Matic**

#### **a. *Cylinder Block* dan *Cylinder Liner***

Berfungsi untuk dudukan komponen mesin dan terdapat *oil jacket* untuk tempat aliran pendingin oli. *Cylinder Liner* adalah *silinder* yang dapat dilepas. *Cylinder liner* dibagi menjadi 2 type : *dry type* dan *wet type*.

#### **b. *Cylinder Head***

Cylinder terbuat dari besi tuang dan berfungsi sebagai dudukan mekanisme katup, injector dan glow plug juga sebagai ruang bakar.

#### **c. *Gasket Kepala Silinder***

*Gasket* kepala silinder letaknya antara blok silinder dan kepala silinder, fungsinya untuk mencegah kebocoran gas pembakaran, air pendingin dan oli.

#### **d. *Piston***

Fungsi utama piston adalah untuk menerima pembakaran dan meneruskan ke poros engkol melalui *connecting rod*. Piston terbuat dari *aluminium alloy* karena ringan dan radiasi panas tinggi.

#### **e. *Batang Piston***

Batang piston (*connecting rod*) berfungsi untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh piston ke *crankshaft*.

#### **f. *Poros Nok***

Poros nok berfungsi untuk menggerakkan mekanisme katup, pompa oli. Untuk mesin besin ditambah untuk menggerakkan pompa bahan bakar.

#### **g. *Poros Engkol Dan Bantalan Poros Engkol***

Poros engkol terbuat dari baja carbon dan berfungsi untuk merubah gerak naik turun piston menjadi gerak putar. Bantalan poros engkol terbuat dari logam putih, logam kelmet, logam aluminium.

#### **h. Roda Penerus**

Roda penerus (*flywheel*) terbuat baja tuang berfungsi untuk menyimpan tenaga putar mesin. *Flywheel* dilengkapi dengan *ring gear* yang berfungsi untuk perkaitan dengan gigi pinion motor starter.

#### **i. Oil Pan**

Oil pan terbuat dari baja dan dilengkapi *separator* untuk menjaga agar permukaan oli tetap rata ketika kendaraan dalam posisi miring. Penyumbat oli letaknya di bagian bawah oli pan yang berfungsi untuk mengeluarkan oli bekas.

#### **j. Mekanisme Katup**

Pada mekanisme katup terbagi beberapa komponen antara lain :

1. *Valve lifter*

*Valve lifter* berfungsi untuk meneruskan gerakan *camshaft* ke *push rod*

2. *Push rod*

*Push rod* berfungsi untuk meneruskan gerakan *lifter* ke *rocker arm*.

3. *Rocker arm dan Shaft*

*Rockerarm* berfungsi untuk menekan katup saat tertekan oleh *push rod*. *Rocker arm* dilengkapi skrup dan mur penyetel celah katup.

#### **2.3.4 Sistem Pelumasan**

Sistem pelumasan berfungsi untuk :

1. membentuk oil film untuk mengurangi gesekan , aus dan panas
2. Mendinginkan bagian-bagian yang dilewati
3. Sebagai seal antara piston dengan dinding silinder
4. Mencegah karat pada bagian-bagian mesin

Sistem pelumasan terbagi menjadi 3 macam, yaitu : tekanan penuh (*fully-pressurized method*), sistem percikan dan sistem kombinasi.

### **2.3.5 Sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT)**

Sistem CVT berfungsi sistem otomatis yang dipasang pada beberapa tipe sepeda motor saat ini. Sistem ini menghasilkan perbandingan reduksi secara otomatis sesuai dengan putaran mesin, sehingga pengendara terbebas dari keharusan memindah gigi sehingga lebih nyaman dan santai.

#### **2.3.5.1 Bagian *Pulley Primary* ( *Pulley Pertama* )**

Pada bagian poros engkol terdapat collar yang dikopel menyatu dengan *fixed sheave* (kita sebut *F sheave*), yaitu bagian *pulley* yang diam dan cam. Adapun *sliding sheave* (kita sebut *S sheave*) piringan *pulley* yang dapat bergeser terdapat pada bagian *collar*. Untuk menarik dan menjepit *V-belt* terdapat rangkaian *slider section*. Piringan *pulley* yang dapat bergeser ( *S sheave* ) akan menekan *V-belt* keluar melalui pemberat (*roller weight*) karena gaya centrifugal dan menekan *S sheave* sehingga bentuk *pulley* akan menyempit mengakibatkan diameter dalam *pulley* akan membesar.

#### **2.3.5.2 *V-Belt***

*V-belt* adalah sejenis belting yang menghubungkan *pully* depan dengan *pully* belakang supaya bisa roda belakang bisa bergerak.

#### **2.3.5.3 *Back pully***

Sebagai penggerak roda belakang mendapat tenaga dari *pully* depan di hubungkan oleh *v-belt*.

### **2.3.6. Sistem Pemasukan dan Pembuangan**

Sistem pemasukan terdiri dari saringan udara, dan *intake manifold*, sistem pembuangan terdiri dari *exhaust manifold*, *exhaust pipe* dan *muffler*. Halaman berikut :

1. Saringan Udara

Berfungsi untuk membersihkan udara yang masuk ke silinder.

2. *Manifold*

Berfungsi sebagai tempat pemasukan udara yang akan ke silinder.

Exhaust manifold berfungsi untuk menampung gas bekas dari semua silinder untuk dialirkan ke *exhaust pipe*.

### 3. Pipa Buang dan *Muffler*

Pipa buang adalah pipa baja yang mengalirkan gas bekas dari *exhaust manifold* ke udara bebas.

*Muffler* berfungsi untuk mendinginkan gas buang agar saat dilepas ke udara luar tidak akan meledak.

#### **2.3.7 Sistem Bahan Bakar**

Pada sistem bahan bakar motor *matic*, *feed pump* menghisap bensin dari tanki bahan bakar. Bahan bakar disaring oleh *fuel filter* dan kandungan air dalam bahan bakar dipisahkan oleh *water sedimenter* sebelum dialirkan ke pompa karburator.