

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Motor Bakar**

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energy termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Wardono, 2004).

#### **2.2 Prinsip Kerja Motor Bensin**

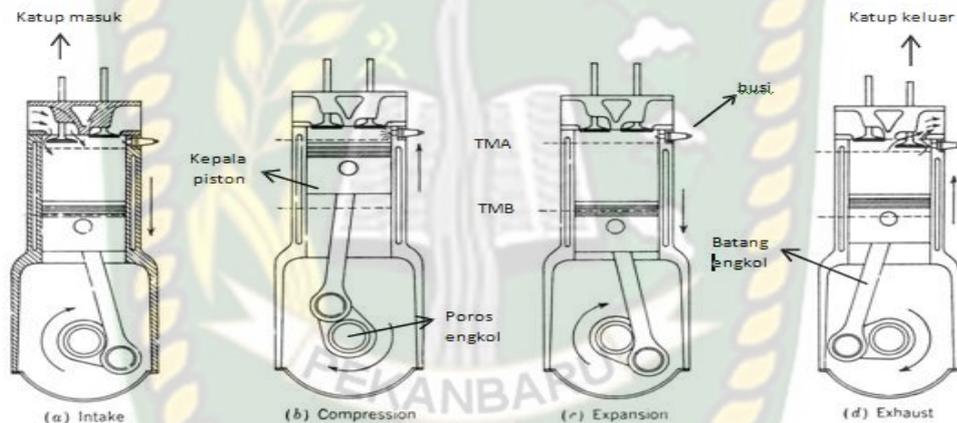
Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi hasil gas panas atau hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran terjadi didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas (Hidayat,2012:14)

Motor bensin jenis torak yang gerakan torak merupakan gerakan bolak-balik (translasi) diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerak putar atau rotasi lebih mudah untuk digunakan sebagai kebutuhan manusia.

#### **2.3 Motor bensin Empat Langkah ( 4 Tak )**

Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol jadi dalam satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan (Heywood,1998). Dibandingkan

dengan motor 2tak ,motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya.Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas(TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB).Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 (empat) langkah dapat diterangkan sebagai berikut :



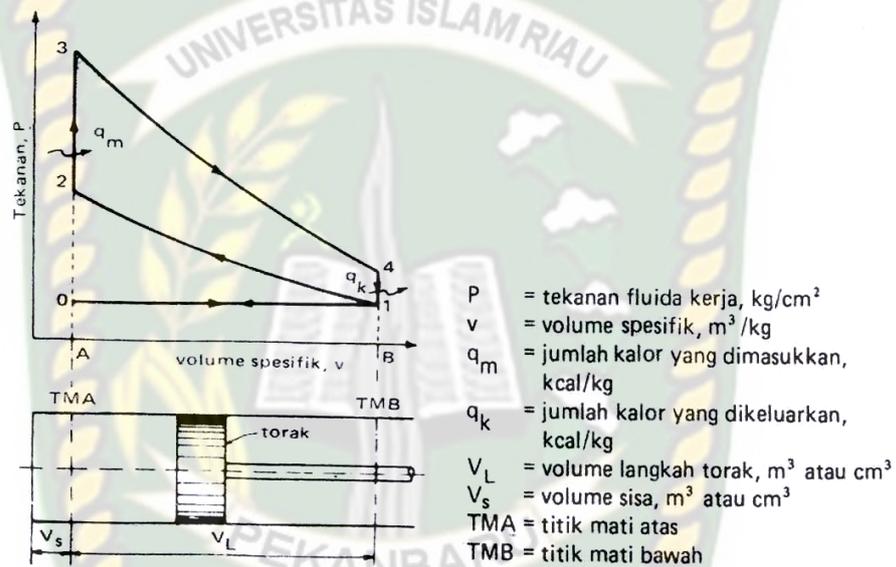
Gambar 2.1.Siklus motor bakar 4 langkah

(Sumber: Heywood, 1998)

#### 2.4 Siklus Otto Siklus udara Volume Konstan

Siklus Otto pada mesin bensin disebut juga dengan siklus volume konstan, dimana pembakaran terjadi pada saat volume konstan.Pada mesin bensin dengan siklus Otto dikenal dua jenis mesin, yaitu mesin 4 langkah (*four stroke*) dan 2 langkah (*two stroke*). Untuk mesin 4 langkah terdapat 4 kali gerakan piston atau 2 kali putaran poros engkol (*crank shaft*) untuk tiap siklus pembakaran, sedangkan untuk mesin 2 langkah terdapat 2 kali gerakan

piston atau 1 kali putaran poros engkol untuk tiap siklus pembakaran. Sementara yang dimaksud langkah adalah gerakan\ piston dari TMA (TitikMatiAtas) atau *TDC* (*Top Death Center*) sampai TMB (TitikMatiBawah) atau *BDC* (*Bottom Death Center*) maupun sebaliknya dari TMB ke TMA, dapat dilihat pada gambar 2.2 diagram P-V:



Gambar 2.2 Diagram p-v siklus Otto

(Sumber : Werlin S Nainggolan. Termodinamik)

Pada diagram terlihat proses dari gerakan piston motor bensin dimana proses yang terjadi adalah sebagai berikut :

0-1: Proses langkah hisap (Isentropic)

Pemasukan udara dan bahan bakar (Isentropic) dimana volume berubah sedangkan tekanan konstan.

1-2 : Proses langkah kompresi (*Adiabatik*), tekanan meningkat dan volume mengecil.

2-3:Proses langkah pemasukan kalor (*Isokhorik*) atau dimana busi memercikkan bunga api pada volume konstan dan tekanan meningkat.

3-4 : proses langkah ekspansi atau langkah kerja (*Adiabatis*) dengan tekanan menurun dan volume membesar.

4-0: proses langkah pembuangan kalor (*Isokhorik*) dimana tekanan menurun sedangkan volume konstan.

Setelah putaran di hasilkan dari hasil pembakaran, kemudian putaran di teruskan dari poros engkol ke sistem transmisi.

## 2.5 Transmisi

Prinsip dasar transmisi adalah bagaimana bisa digunakan untuk merubah kecepatan putaran suatu poros menjadi kecepatan yang diinginkan untuk tujuan tertentu. Gigi transmisi berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dan momen (tenaga putaran) mesin sesuai dengan kondisi yang dialami sepeda motor.

Adapun syarat penting yang diperlukan transmisi adalah:

- a. Pengoperasian yang mudah, tepat, dan cepat kerjanya.
- b. Dapat memindahkan tenaga dengan lembut dan tepat.
- c. Ringan, praktis dalam bentuk, bebas masalah, dan mudah dioperasikan.
- d. Ekonomis dan efisien

## 2.6 Klasifikasi Transmisi

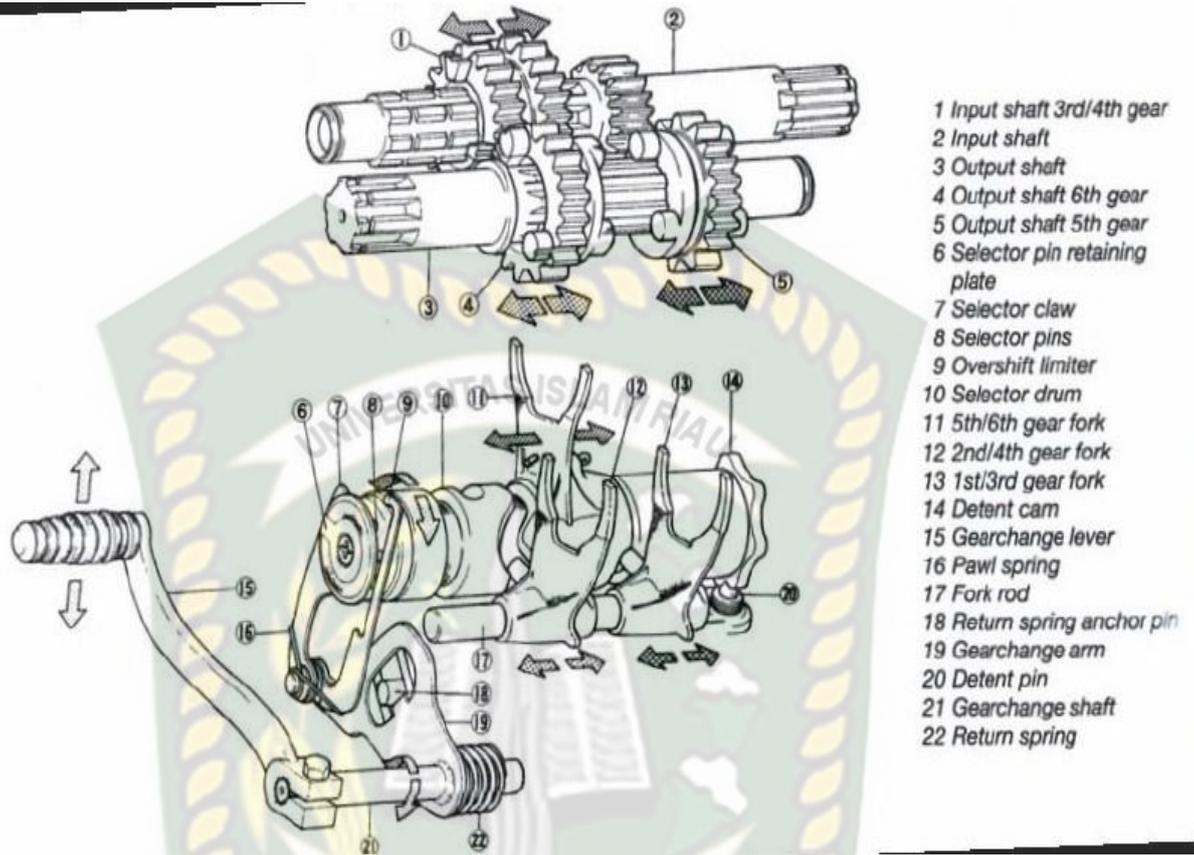
Pada umumnya sistem transmisi pada sepeda motor di bagi menjadi dua tipe yaitu :

1. Transmisi manual
2. Transmisi otomatis CVT (*Continuously Variable Transmission*).

### 2.6.1 Transmisi Manual

Transmisi manual adalah tipe transmisi yang digunakan pada kendaraan bermotor. Sistem ini menggunakan *clutch* yang di operasikan oleh pengemudi untuk mengatur perpindahan torsi dari mesin menuju transmisi, serta perpindahan gigi yang di operasikan dengan tangan (pada mobil) dan kaki (pada motor). Gigi percepatan dirangkai di dalam kotak gigi/gearbox untuk beberapa kecepatan, biasanya, berkisar antara 4 sampai 6 gigi percepatan maju dan ditambah dengan 1 gigi mundur (R) pada mobil. Gigi percepatan yang di gunakan tergantung kepada kecepatan kendaraan pada kecepatan rendah atau menanjak digunakan gigi 1 dan seterusnya kalau kecepatan semakin tinggi.

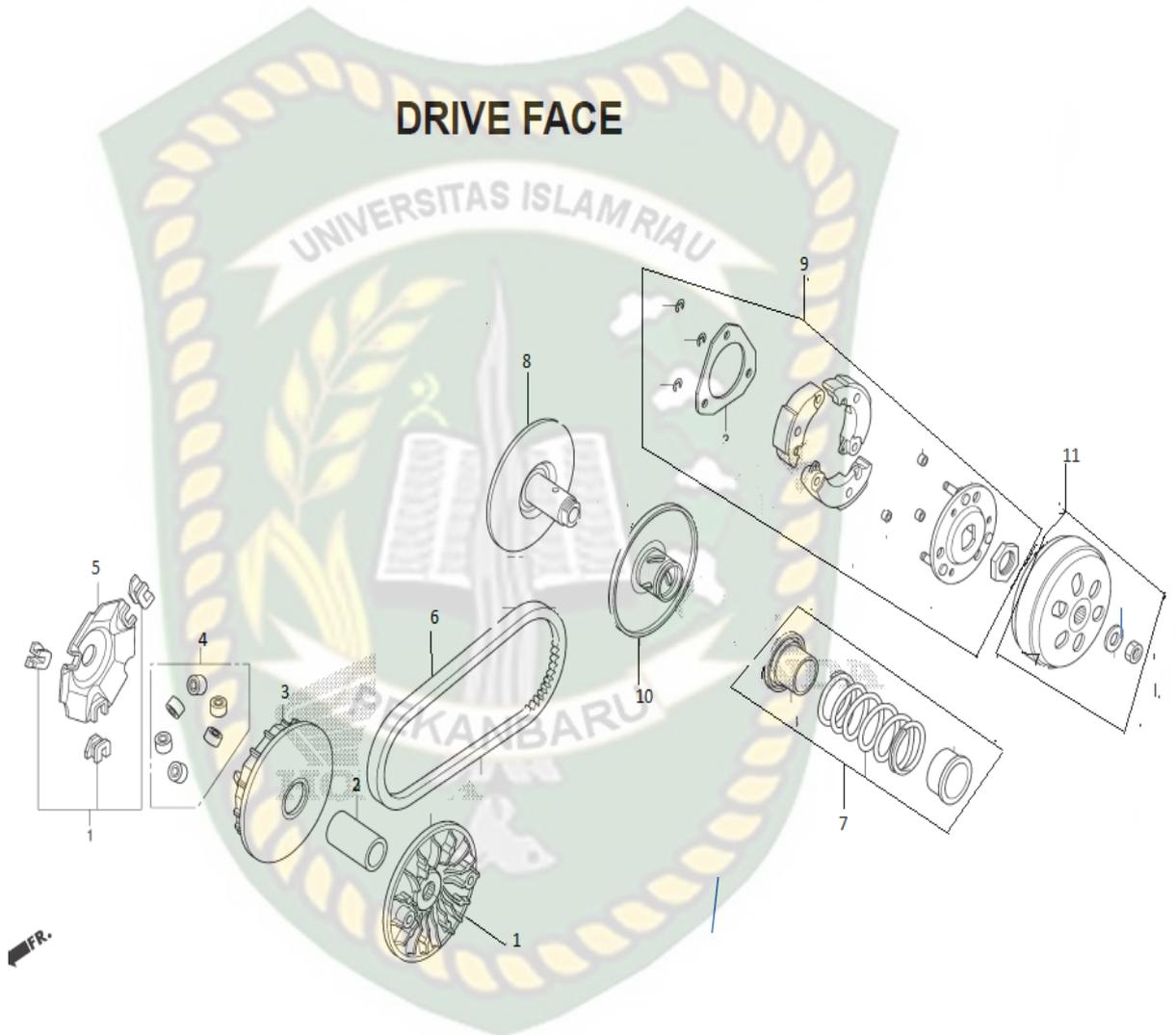
Tipe transmisi yang umum digunakan pada sepeda motor adalah tipe constant mesh, yaitu untuk dapat bekerjanya transmisi harus menghubungkan gigi-giginya yang berpasangan. Untuk menghubungkan gigi-gigi tersebut digunakan garu pemilih gigi/garpu persnelling (*gearchange lever*)



Gambar 2.3. Contoh Konstruksi Transmisi Manual  
(Sumber : Priya Adityas, 2012 )

### 2.6.2 Transmisi Otomatis CVT (*Continuously Variable Transmission*)

CVT adalah sistem transmisi daya dari mesin menuju ban belakang menggunakan sabuk yang menghubungkan antara drive pulley dengan driven pulley. Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor tipe skuter (scooter), meskipun saat ini sudah mulai diterapkan juga pada sepeda motor tipe cub. Transmisi otomatis yang digunakan yaitu transmisi otomatis "V" Belt atau yang dikenal dengan CVT (*Continuous Variable Transmission*). CVT tidak lagi menggunakan roda-roda gigi untuk melakukan pengaturan



Gambar 2.4 Konstruksi CVT

(Sumber : *Parts Catalog*, Honda Vario techno 125)

### 2.7 Komponen Utama CVT (*Continuously Variable Transmission*)

Pada gambar 2.4 dapat kita lihat konstruksi CVT dan berikut penjelasan nama dan fungsi dari konstruksi CVT pada gambar 2.4 :

### **1. Puli tetap dan kipas pendingin**

Puli tetap yang ditunjukkan oleh no.1 seperti pada gambar 2.4 merupakan komponen puli penggerak tetap. Selain berfungsi untuk memperbesar perbandingan rasio di bagian tepi komponen ini terdapat kipas pendingin yang berfungsi sebagai pendingin ruang CVT agar belt tidak cepat panas dan aus.

### **2. Puli bergerak/*movable drive face***

Puli bergerak seperti pada no.3 pada gambar 2.4 merupakan komponen puli yang bergerak menekan *Belt* agar diperoleh rasio perbandingan yang diinginkan.

### **3. *Bushing/Spacer/Collar***

Komponen ini yang ditunjuk oleh no.2 pada gambar 2.4 berfungsi sebagai poros dinding dalam puli agar dinding dalam dapat bergerak mulus sewaktu bergeser.

### **4. *Roller***

*Roller* yang ditunjuk oleh no.4 seperti pada gambar 2.4 adalah bantalan keseimbangan gaya berat yang berguna untuk menekan dinding dalam puli primer sewaktu terjadi putaran tinggi.

### **5. *Cam Plate***

Komponen yang ditunjuk oleh no.5 pada gambar 2.4 ini berfungsi untuk menahan gerakan dinding dalam agar dapat bergeser ke arah luar sewaktu terdorong oleh roller.

## 6. *Belt*

*Belt* yang ditunjuk oleh no.6 pada gambar 2.4 berfungsi sebagai penghubung putaran dari puli primer ke puli sekunder. Besarnya diameter *belt* bervariasi tergantung pabrikan motornya. Besarnya diameter *belt* biasanya diukur dari dua poros, yaitu poros *crankshaft* poros *primary drive gear shift*. *belt* terbuat dari karet dengan kualitas tinggi, sehingga tahan terhadap gesekan dan panas.

## 7. *Dinding luar puli sekunder (Secondary Sliding Sheave)*

Dinding luar puli sekunder yang ditunjuk oleh no.8 pada gambar 2.4 berfungsi menahan sabuk sebagai lintasan agar sabuk dapat bergerak ke bagian luar. Bagian ini terbuat dari bahan yang ringan dengan bagian permukaan yang halus agar memudahkan *belt* untuk bergerak.

## 8. *Dinding dalam puli sekunder/ Secondary fixed Sheave*

Bagian yang ditunjuk oleh no.10 pada gambar 2.4 ini memiliki fungsi yang kebalikan dengan dinding luar puli primer yaitu sebagai rel agar sabuk dapat bergerak ke posisi paling dalam puli sekunder.

## 9. *Spring CVT*

Pegas yang ditunjuk oleh no.7 pada gambar 2.4 ini berfungsi untuk mengembalikan posisi puli ke posisi awal yaitu posisi *belt*

terluar. Prinsip kerjanya adalah semakin keras pegas maka *belt* dapat terjaga lebih lama di kondisi.

#### **10. Centrifugal Clutch**

Komponen yang ditunjuk oleh no.9 pada gambar 2.4 ini berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan putaran mesin ke roda menggunakan prinsip kerja gaya sentrifugal yang memanfaatkan putaran. Pada saat mesin stasioner maka kopling akan memutuskan putaran mesin ke roda.

#### **11. Drum Clutch**

Komponen yang ditunjuk oleh no.11 pada gambar 2.4 ini berfungsi sebagai penerima putaran dari *sentrifugal clutch* dan diteruskan ke *Final Gear* untuk kemudian memutar roda.

### **2.8 Prinsip Kerja Transmisi CVT**

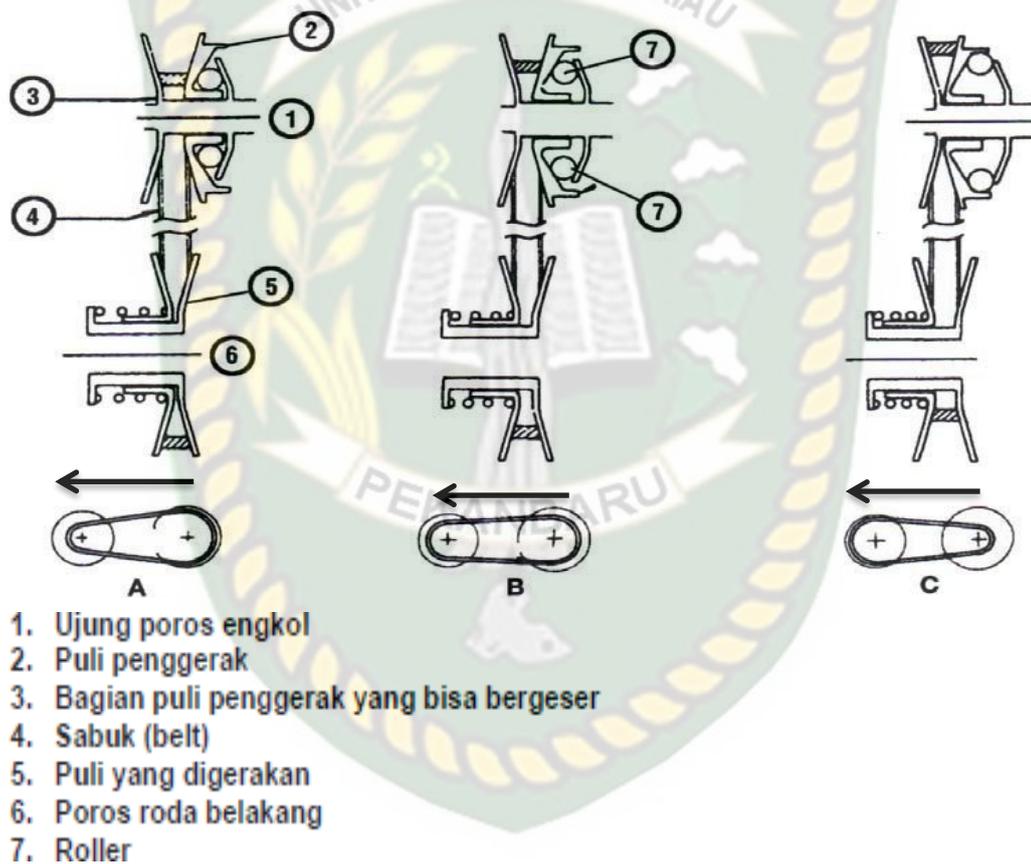
Transmisi CVT terdiri dari; dua buah puli yang dihubungkan oleh sabuk (*belt*), sebuah kopling sentrifugal untuk menghubungkan ke penggerak roda belakang ketika throttle gas di buka (diputar), dan gigi transmisi satu kecepatan untuk mereduksi (mengurangi) putaran. Puli penggerak/*drive pulley* sentrifugal unit diikatkan ke ujung poros engkol (*crankshaft*), bertindak sebagai pengatur kecepatan berdasarkan gaya sentrifugal. Puli yang digerakkan/*driven pulley* (pada gambar 2.5 no.3) berputar pada bantalan poros utama (*Input Shaft*) (gambar 2.5 no.1). Bagian sentrifugal/*centrifugal clutch* diikatkan/dipasangkan ke puli dan ikut berputar bersama puli tersebut. *Drum* kopling/*clutch drum* berada pada alur poros utama (*input shaft*) dan

akan memutar poros tersebut jika mendapat gaya dari kopling. (Priya Adityas, 2012). Kedua puli masing-masing terpisah menjadi dua bagian, dengan setengah bagiannya dibuat tetap dan setengah bagian lainnya bisa bergeser mendekat atau menjauhi sesuai arah poros. Pada saat mesin tidak berputar, celah puli penggerak berada pada posisi maksimum dan celah puli yang digerakkan berada pada posisi minimum (lihat ilustrasi C pada gambar 2.5).

Pergerakan puli dikontrol oleh pergerakan *roller*. Fungsi *roller* hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentrifugal. Ketika putaran mesin naik, *roller* akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang bias bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit (ilustrasi no.7 gambar 2.5). Ketika celah puli mendekat, maka akan mendorong sabuk ke arah luar. Hal ini akan membuat puli tersebut berputar dengan diameter yang lebih besar. Setelah sabuk tidak bisa diregangkan lagi maka sabuk akan meneruskan putaran dari puli primer ke puli sekunder/ puli yang digerakkan.

Jika gaya dari puli mendorong sabuk ke arah luar lebih besar dibandingkan dengan tekanan pegas yang menahan puli yang digerakkan, maka puli akan tertekan melawan pegas, sehingga sabuk akan berputar dengan diameter yang lebih kecil. Kecepatan sepeda motor saat ini sama seperti pada gigi tinggi untuk transmisi manual (lihat ilustrasi bagian C). Jika kecepatan mesin menurun, *roller* puli penggerak akan bergeser ke bawah lagi dan menyebabkan bagian puli penggerak yang bisa bergeser

merenggang (ilustrasi bagian B). Secara bersamaan tekanan pegas di pada puli akan mendorong bagian puli yang bisa digeser dari puli tersebut, sehingga sabuk berputar dengan diameter yang lebih besar pada bagain belakang dan diameter yang lebih kecil pada bagain depan. Kecepatan sepeda motor saat ini sama seperti pada gigi rendah untuk transmisi manual (lihat ilustrasi bagian A)



Gambar 2.5, Cara Kerja CVT

(Sumber : Priya Adityas, 2012)

### 2.9 Roller CVT

*Roller* merupakan salah satu komponen yang terdapat pada transmisi otomatis CVT. *Roller* berfungsi untuk menekan dinding dalam puli primer

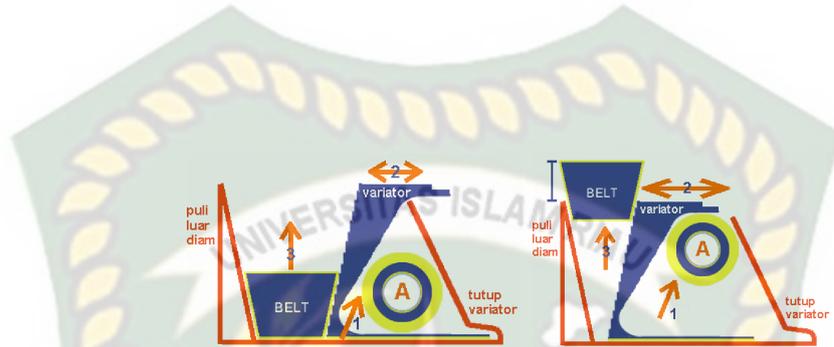
sewaktu terjadi putaran tinggi. Prinsip kerja *roller*, hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentrifugal. Ketika putaran mesin naik, *roller* akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang bisa bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit. *Roller* bekerja akibat adanya putaran yang tinggi dan adanya gaya sentrifugal (Pirya Aditya, 2012).



Gambar 2.6. *Roller CVT pada Movable Drive Face/Primary Sliding Sheave*

Besar kecilnya gaya tekan *roller* sentrifugal terhadap *sliding sheave movable drive face* ini berbanding lurus dengan berat *roller* sentrifugal dan putaran mesin. Semakin berat *roller* sentrifugal semakin besar gaya dorong *roller* sentrifugal terhadap *movable drive face* sehingga semakin besar diameter dari puli primer tersebut. Sedangkan pada puli sekunder pergerakan puli diakibatkan oleh tekanan pegas, puli sekunder ini hanya mengikuti gerakan sebaliknya dari puli primer, jika puli primer membesar

maka puli sekunder akan mengecil, begitu juga sebaliknya. Jadi berat *roller* sentrifugal sangat berpengaruh terhadap perubahan ratio diameter dari puli primer dengan puli sekunder (Budiana, 2008)



Gambar 2.7. Cara kerja *Roller CVT*  
 (Sumber : Priya Adityas, 2012)

### 2.10 Gaya Sentrifugal

Gaya sentrifugal adalah gaya yang apabila di putar cenderung menjauhi titik pusat. Dalam kasus gerak melingkar beraturan, gaya sentrifugal didefinisikan sebagai negatif dari hasil kali massa benda dengan percepatan sentripetalnya. Artinya gaya sentripetal dan gaya sentrifugal mempunyai besar yang sama, akan tetapi arahnya berbeda. Gaya sentrifugal adalah gaya yang arahnya menjauhi pusat sedangkan gaya sentripetal adalah gaya yang arahnya menuju pusat (*Sains Fisika 1*, Hari Subagya – Agus Taranggono). Dengan kata lain, rumus menentukan besarnya gaya sentrifugal sama dengan gaya sentripetal yaitu:

$$\sum F = ma \rightarrow \sum F_R = ma_r = m \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots \text{Pers 2.1}$$

Dengan :

$F_R$  = Gaya Sentrifugal (N)

$m$  = Massa (kg)

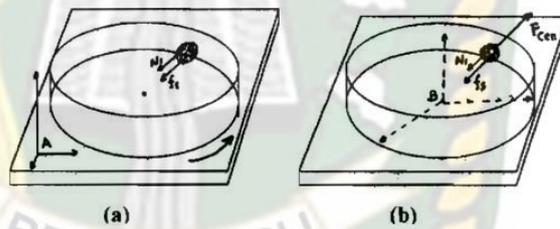
$a_r$  = Percepatan Sentripetal ( $m/s^2$ )

$V$  = Kecepatan Tangensial (m/s)

$r$  = Jari-jari (m)

(Sumber : Sutopo, 1997)

Gaya sentrifugal hanya ada jika kita bekerja pada kerangka noninersial (tepatnya kerangka berputar). Jika kita berada di kerangka inersial (misalnya kerangka yang diam terhadap pusat kerangka berputar maka gaya sentrifugal tadi hilang).



Gambar 2.8. Ilustrasi Gaya Sentrifugal (a) kerangka yang diam, (b) kerangka yang berputar (Sumber : Sutopo, 1997)

Gaya sentrifugal ialah sebuah gaya yang timbul akibat adanya gerakan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung atau melingkar. Semakin besar massa dan kecepatan suatu benda maka gaya sentrifugal yang dihasilkan akan semakin besar (M. Yamin, 2011).

## 2.11 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja dari diam sampai bergerak, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energy yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar d dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = \frac{P.60}{2\pi n} \quad (Nm) \dots\dots\dots \text{Pers 2.2}$$

Dimana :

T = Torsi benda berputar (Nm)

P = Daya (HP)

Karena adanya torsi ini lah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Torsi dan daya didapat melalui pengujian menggunakan alat yang dinamakan dynamometer/ dynotest dimana dynotest adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin/RPM dan torsi dimana tenaga atau daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung tanpa memindahkan mesin kendaraan dari rangka kendaraan.

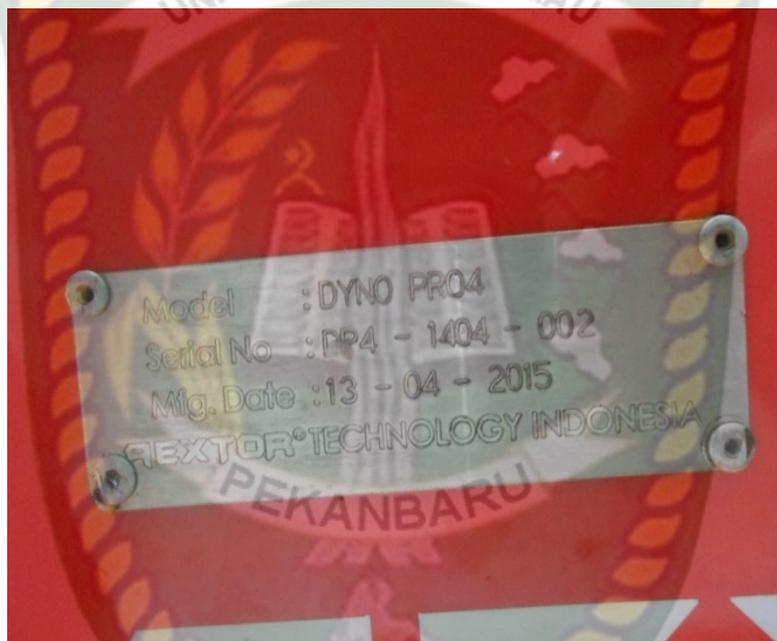
Jenis dynamometer yang digunakan

Name : REXTOR TECHNOLOGY INDONESIA

Model : DYNO PRO4

Serial No : DP4-1404-002

Mfg Date :13-04-2015



Gambar 2.9 Jenis dynotest Rextor di Draco Motor

(Sumber : Tamtama Adi, 2016)

Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 Rpm beban ini nilainya sama dengan torsi poros, dengan stator yang dikenai beban sebesar w. mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dynamometer untuk mengukur torsi mesin pada poros. Jumlah energi yang

dihasilkan mesin setiap waktunya adalah yang disebut daya mesin. Sedangkan energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros.

### 2.12 Daya

Daya atau power yang dihitung dengan satuan kW (Kilo watts) atau HP (Horse Power) mempunyai hubungan erat dengan torsi. Power dirumuskan sebagai berikut:

$$P = T \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60 \times 1000} \quad (\text{kW}) \dots\dots\dots \text{Pers 2.3}$$

$$P = T \text{ (Lbs. ft)} \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{5252} \quad (\text{HP}) \dots\dots\dots \text{Pers 2.4}$$

Pada motor bakar, daya yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasa disebut daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang berkerja bolak balik dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu, operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin. Mesin selama bekerja mempunyai komponen-komponen yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya membentuk kesatuan yang kompak (Tamtama Adi, 2016).

Komponen pada mesin juga merupakan beban yang harus diatasi daya indikator. Sebagai contoh pompa air untuk sistem pendingin, pompa pelumas untuk sistem pelumasan, kipas radiator, dan lain-lain. Komponen ini biasa disebut asesoris mesin. Asesoris ini dianggap parasit bagi mesin karena mengambil daya dari daya indikator. Disamping komponen pada

mesin juga merupakan parasit dengan alasan yang sama yaitu mengambil daya indikator.

### 2.13 Pemakaian Bahan Bakar

Pemakaian bahan bakar dihitung untuk menentukan waktu dibutuhkan oleh motor bakar untuk pemakaian bahan bakar dalam satuan volume yang dipengaruhi oleh massa jenis bahan bakar tersebut. Pemakaian bahan bakar

$$\dot{m}_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \text{ (kg/h)} \dots\dots\dots \text{Pers 2.5}$$

Sumber : *Modul .2015. Praktikum Fenomena dan Prestasi Mesin.* Pekanbaru : Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR.

Dimana:

- $\dot{m}_f$  : Laju aliran bahan bakar (kg/jam)
- $V_{bb}$  : Volume bahan bakar (cc)
- $t$  : Waktu pemakaian bahan bakar (second)
- $\rho_{bb}$ : Massa jenis bahan bakar (kg/m<sup>3</sup>)

### 2.14 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (Sfc)

$$Sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kW.jam}} \right) \dots\dots\dots \text{Pers 2.6}$$

Sumber : *Modul .2015. Praktikum Fenomena dan Prestasi Mesin.* Pekanbaru : Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR.