

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Transportasi Gerobak Sampah Motor

Gerobak sampah motor adalah sarana penunjang bagi para pekerja kebersihan, yang menggunakan kemudi untuk mempermudah berjalannya gerobak.

Gerobak sampah motor merupakan alat trobosan baru untuk mempermudah para pekerja kebersihan, gerobak sampah motor ini juga menggunakan mesin (motor bakar) untuk mempercepat pekerjaan dan tidak melelahkan lebih praktis.

2.2 Pengertian Mesin 4 Tak

Untuk pengertian mesin 4 tak adalah sebuah mesin yang dimana bekerja menghasilkan tenaga dengan memerlukan 4 proses langkah naik turun piston , dua kali rotasi kruk as dan satu putaran noken as (*chamsaft*). Atau bisa juga dinamakan mesin 4 tak yaitu karena dalam satu proses kerjanya mesin motor tersebut membutuhkan 4 langkah kerja untuk satu kali proses.

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah piston. Sekarang ini, mesin pembakaran dalam pada mobil, sepeda motor, truk, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya, umumnya menggunakan siklus empat langkah. Empat langkah tersebut meliputi langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang. Yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin atau mesin diesel.

2.3 Prinsip Motor 4 Tak/Langkah

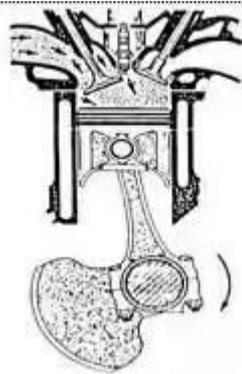
Untuk prinsip kerja motor 4 tak kurang lebih dibagi menjadi 4 step diantaranya yaitu sebagai berikut ini :

1. Langkah Isap (*Intake*)

langkah ini yaitu bertujuan untuk memasukan kabut udara -bahan bakar ke dalam silinder mesin motor. Dimana seperti yang kita ketahui bahwa tenaga mesin diproduksi tergantung dari seberapa banyak jumlah bahan bakar yang terbakar selama proses pembakaran.

Untuk prosesnya diantaranya yaitu :

- Piston bergerak dari titi mati atas atau yang biasanya disingkat dengan istilah (TMA) dalam dunia otomotif menuju ke titik mati bawah atau singkatan dari (TMB)
- Kemudian Klep *In* (intake valve) terbuka dan Klep *Ex* (*exhaust valve*) akan tertutup.
- Kruk as akan berputar 180°
- Noken as beputar 90°
- Selanjutnya tekanan yang dibuat oleh piston tersebut maka campuran bahan bakar dan juga udara yang telah dibuat menjadi kabut oleh karburator akan terhisap melalui intake port



Gambar 2.1 Langkah Isap

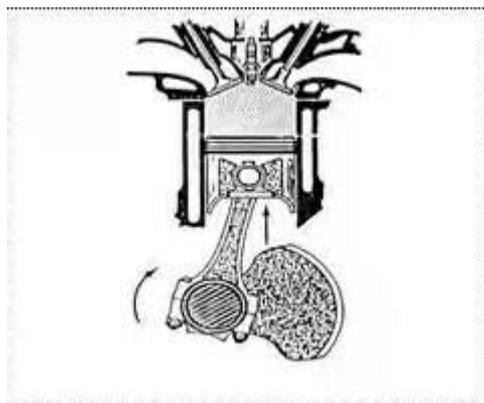
Sumber : (www.google.com)

2. Langkah Kompresi (*Compression*)

Langkah ini yaitu dengan piston bergerak dari TMB (titik mati bawah) ke TMA (titik mati atas), posisi katup masuk dan keluar tertutup, yang mengakibatkan udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi beberapa saat sebelum piston sampai pada posisi TMA (titik mati atas). Tujuan dari langkah kompresi ini yaitu untuk meningkatkan temperatur sehingga campuran udara dan juga bahan bakar dapat bersenyawa. Rasio kompresi ini juga nantinya akan berhubungan erat dengan produksi tenaga pada mesin motor.

Untuk prosesnya sebagai berikut :

- Piston bergerak kembali dari TMB ke TMA.
- Klep In menutup, Klep Ex tetap tertutup.
- Bahan Bakar termampatkan ke dalam kubah pembakaran (*combustion chamber*).
- Sekitar 15° sebelum TMA, busi mulai menyalakan bunga api dan memulai proses pembakaran.
- Kruk as mencapai satu rotasi penuh (360°).
- Noken as mencapai 180° .



Gambar 2.2 Langkah Kompresi

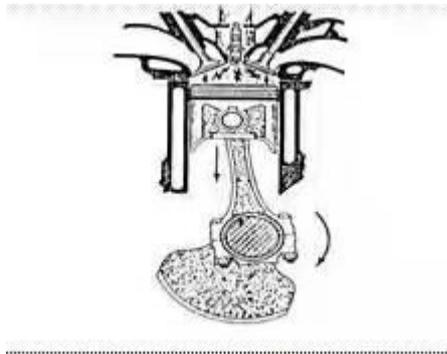
Sumber : (www.google.com)

3. Langkah Pembakaran (*Combustion*)

Langkah ini yaitu dimulai dengan menyalakan busi yang menyebabkan terbakarnya bahan bakar tadi ,nah dalam proses pembakaran tersebut maka akan menyebabkan yang namanya ledakan yang akan mendorong piston menuju ke bawah nutuk menggerakkan Kruk AS (*crankshaft*), yang mana perputaran atau gerakan kruk as ini akan memutar *fly wheel* yang akhirnya memutar gear untuk memutar roda kendaraan.

Untuk prosesnya adalah :

- Ledakan tercipta secara sempurna di ruang bakar
- Piston terlempar dari TMA menuju TMB
- Klep inlet menutup penuh, sedangkan menjelang akhir langkah usaha klep buang mulai sedikit terbuka.
- Terjadi transformasi energi gerak bolak-balik piston menjadi energi rotasi kruk as
- Putaran Kruk As mencapai 540°
- Putaran Noken As 270°



Gambar 2.3 Langkah Usaha

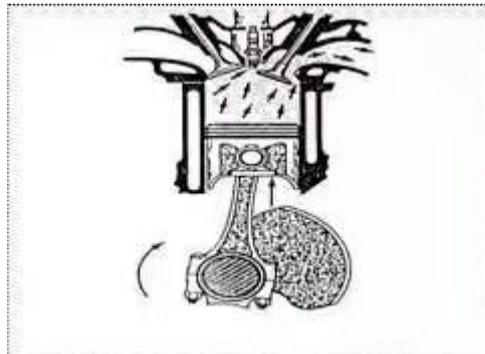
Sumber : (www.google.com)

4. Langkah Pembuangan (*Exhaust*)

Nah untuk langkah yang terakhir yaitu klep ex akan terbuka dan klep in akan tertutup , yang kemudian dilanjutkan dengan piston naik karena dorongan balik dari kruk as tersebut setelah proses pembakaran dilakukan. Masa sisa pembakaran tersebut akan didorong keluar oleh piston melalui exhaust port ,maka setelah satu siklus kerja dari sebuah mesin 4 tak dan siklus tersebut akan terjadi berulang ulang dengan sangat cepat.

Untuk prosesnya adalah sebagai berikut ini :

- *Counter balance weight* pada kruk as memberikan gaya normal untuk menggerakkan piston dari TMB ke TMA.
- *Klep Ex* terbuka Sempurna, *Klep Inlet* menutup penuh.
- Gas sisa hasil pembakaran didesak keluar oleh piston melalui port exhaust menuju knalpot.
- Kruk as melakukan 2 rotasi penuh (720°).
- Noken as menyelesaikan 1 rotasi penuh (360°).



Gambar 2.4 Langkah Buang

Sumber : (www.google.com)

2.4 Transmisi (*Gearbox*)

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu Transmisi (*gearbox*) yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *Gearbox* merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan Transmisi (*gearbox*) juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar adapun fungsi *gear box* itu sendiri.



Gambar 2.5 Transmisi

Sumber : (www.google.com)

2.4.1 Fungsi Transmisi

Fungsi Transmisi (*gearbox*) atau transmisi adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan *feeding*. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi.

Transmisi manual atau lebih dikenal dengan sebutan *gearbox*, mempunyai beberapa fungsi antara lain :

1. Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke spindel mesin.
2. Menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
3. Menghasilkan putaran mesin tanpa selip.

2.4.2 Macam – Macam Transmisi

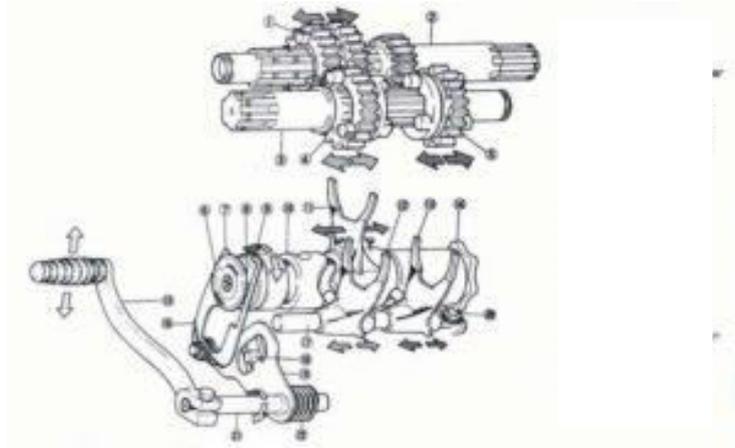
1. Transmisi Manual Sepeda Motor

Cara kerja transmisi manual adalah sebagai berikut:

Pada saat pedal/tuas pemindah gigi ditekan, poros pemindah gigi berputar. Bersamaan dengan itu lengan pemutar *shift drum* akan mengait dan mendorong shift drum hingga dapat berputar. Pada *shift drum* dipasang garpu pemilih gigi yang diberi pin (pasak). Pasak ini akan mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar shift drum dapat berhenti berputar pada titik yang dikendaki, maka pada bagian lainnya (dekat dengan pemutar *shift drum*), dipasang sebuah roda yang dilengkapi dengan pegas dan bintang penghenti putaran shift drum. Penghentian putaran *shift drum* ini berbeda untuk setiap jenis sepeda motor, tetapi prinsipnya sama.

Garpu pemilih gigi dihubungkan dengan gigi geser (*sliding gear*). Gigi geser ini akan bergerak ke kanan atau ke kiri mengikuti gerak garpu pemilih gigi. Setiap pergerakannya berarti mengunci gigi kecepatan yang dikehendaki dengan bagian poros tempat gigi itu berada.

Gigi geser, baik yang berada pada poros utama (*main shaft*) maupun yang berada pada poros pembalik (*counter shaft/output shaft*), tidak dapat berputar bebas pada porosnya. Lain halnya dengan gigi kecepatan (1, 2, 3, 4, dan seterusnya), gigi-gigi ini dapat bebas berputar pada masing-masing porosnya. Jadi yang dimaksud gigi masuk adalah mengunci gigi kecepatan dengan poros tempat gigi itu berada, dan sebagai alat penguncinya adalah gigi geser.



Gambar 2.6 Transmisi Manual Sepeda Motor

Sumber : (Hidayat, 2008, 184)

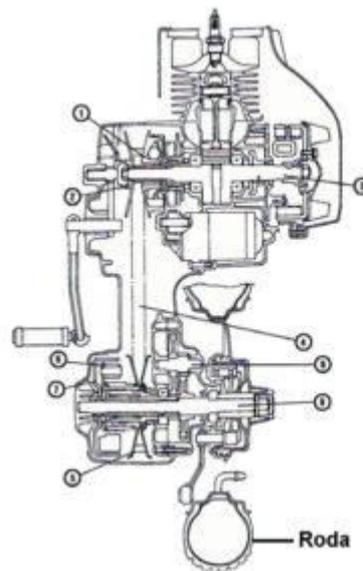
2. Transmisi Otomatis Sepeda Motor

Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor jenis scooter (skuter). Transmisi yang digunakan yaitu transmisi otomatis “V” belt atau yang dikenal dengan CVT (*Constantly Variable Transmission*). CVT merupakan transmisi otomatis yang menggunakan sabuk untuk memperoleh perbandingan gigi yang bervariasi.

Seperti terlihat pada gambar di atas transmisi CVT terdiri dari; dua buah puli yang dihubungkan oleh sabuk (*belt*), sebuah kopling sentripugal 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* sentripugal unit diikatkan ke ujung poros engkol (*crankshaft*); bertindak sebagai pengatur kecepatan berdasarkan gaya sentripugal. Puli yang digerakkan/*driven pulley* berputar pada bantalan poros utama (*input shaft*) transmisi. Bagian tengah kopling sentripugal/*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.

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.

Fungsi roller hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentripugal. 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.



Gambar 2.7 Transmisi Otomatis Sepeda Motor

Sumber : (Hidayat, 2008, 184)

2.5 Jumlah Putaran Mesin/ Motor Penggerak Gerobak Sampah

Semua mesin penggerak baik untuk mobil, sepeda motor, perahu dan genset serta lainnya harus dihidupkan dan diputar dulu sbelum akhirnya bisa bergerak dan berjalan. Putaran pancingan ini membuat siklus pembakaran di dalam mesin atau motor penggerak bisa dimulai. Tenaga dari awal putaran inilah yang akan menjadi penggerak putaran mesin atau motor selanjutnya.

Jumlah putaran motor atau mesin penggerak gerobak sampah motor (n) ditentukan dari besar daya (HP) dan torsi (T) yang digunakan dalam perancangan gerobak sampah motor.

Rumus Perhitungan :

$$n = \frac{5250 \times HP}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan ;

n = Jumlah putaran motor (rpm)

HP = Daya motor (watt)

T = Torsi Motor (Nm)

Gaya Konstan = 5250

2.6 Daya Motor/ Mesin Penggerak Gerobak Sampah

Daya motor atau mesin penggerak gerobak sampah motor (HP) ditentukan dari besar Torsi (T) dan kecepatan (n) yang digunakan dalam perancangan gerobak sampah motor.

Rumus Perhitungan :

$$HP = T \cdot n \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

n = Kekuatan putaran motor (rpm)

HP = Daya motor (HP)

T = Torsi Motor (Nm)

2.7 Sprocket

Sprocket adalah roda bergerigi yang berpasangan dengan rantai, track, atau benda panjang yang bergerigi lainnya. Sprocket berbeda dengan roda gigi; sprocket tidak pernah bersinggungan dengan sprocket lainnya dan tidak pernah cocok. Sprocket juga berbeda dengan puli di mana sprocket memiliki gigi sedangkan puli pada umumnya tidak memiliki gigi.

Sprocket yang digunakan pada sepeda, sepeda motor, mobil, kendaraan roda rantai, dan mesin lainnya digunakan untuk mentransmisikan gaya putar antara dua poros di mana roda gigi tidak mampu menjangkaunya.

Pada sepeda, perubahan rasio kecepatan putar secara keseluruhan dilakukan dengan memvariasikan diameter dari sprocket. Perubahan diameter sprocket akan mengubah jumlah gigi dari sprocket. Ini adalah dasar dari *derailleur gear*. Misal, sepeda dengan 10 *speed* bisa didapatkan dengan menggunakan dua sprocket pada poros penggerak dan 5 sprocket pada poros roda. Rasio kecepatan yang rendah menguntungkan pengguna sepeda di jalan yang menanjak, sedangkan rasio kecepatan yang tinggi memudahkan untuk bergerak cepat di jalan yang datar.

Pada sepeda motor, tidak ada perubahan diameter sprocket ketika bergerak. Namun perubahan diameter sprocket secara manual mampu mengubah tingkat akselerasi dan kecepatan tertinggi dari sepeda motor.

Sprocket juga digunakan pada kendaraan roda rantai. Pada kendaraan jenis ini, jumlah sprocket yang terlibat banyak, namun sprocket yang menggerakkan hanya satu, dua, atau tiga. Sprocket yang menggerakkan, jika jumlahnya satu, biasanya berada di depan atau belakang kendaraan. Dengan dua sprocket penggerak, posisi sprocket ada di depan dan belakang. Sprocket penggerak ketiga bisa terletak di mana saja dan biasanya posisinya lebih tinggi dari sprocket penggerak yang lain. (www.wikipedia.org, diakses tanggal 22 November 2017).



Gambar 2.8 Sprocket
(Sumber : Achmad, 1999)

Tabel 2.1 Sprocket Wheel

Ukuran Rantai				Ukuran Roda					
Type pxb	Pitch p	Lebar b_r	Pin d_R	Lebar b	\varnothing pitch < 16 d_a	\varnothing pitch < 16 d_a	Radius R_a	\varnothing kaki d_f	\varnothing bush d_i max
Rantai Sepeda									
1/2'' x 1/8''	12,7	3,50	7,75	2,8	d + 3,5	d + 4,7	13	d - 7,75	d - 12,7
1/2'' x 3/16''	12,7	4,88	7,75	4,3	d + 3,5	d + 4,7	16	d - 7,75	d - 12,7
5/8'' x 1/8''	15,875	3,50	7,75	2,8	d + 3,5	d + 4,7	13	d - 7,75	d - 12,7
Rantai sepeda motor									
1/2'' x 3/16''	12,7	4,88	7,75	4,3	d + 3,5	d + 4,7	13	d - 7,75	d - 12,7
1/2'' x 1/4''	12,7	6,40	7,75	5,7	d + 3,5	d + 4,7	13	d - 7,75	d + 12,7
Rantai mobil/ industry									
1/2'' x 5,2 mm	12,7	5,21	8,51	4,6	d + 3,8	d + 5,1	13	d - 8,51	d - 14,5
1/2'' x 1/4''	12,7	6,4	8,51	5,7	d + 3,8	d + 5,1	13	d - 8,51	d - 14,5
1/2'' x 5/16''	12,7	7,75	8,51	7,0	d + 3,8	d + 5,1	13	d - 8,51	d - 14,5
Rantai pengatur/ magnet									

8 mm x 1/8"	8	3,15	5,0	27		d + 23	d + 3	8	d - 5	d - 9
3/8" x 1/8"	9,525	5,9	6,0	28		d + 2,7	d + 3,6	10	d - 6	d - 11
3/8" x 5/32"	9,525	7,75	6,35	34		d + 2,9	d + 3,8	10	d - 6,35	d - 11
Rantai ganda dua										
8 mm x 1/8"	8	3,15	5	8,3	2,9	d + 2,3	d + 3	8	d - 5	d - 9
3/8" x 7/32"	9,525	5,9	6,35	15,5	5,1	d + 2,9	d + 3,8	10	d - 6,35	d - 11
1/2" x 5/16"	12,7	7,75	8,51	20,9	6,9	d + 3,8	d + 5,1	13	d - 8,51	d - 14,5
Rantai ganda tiga										
3/8" x 7/32"	9,525	5,9	6,35	25,8	5,1	d + 2,9	d + 2,9	10	d - 6,35	d - 11
1/2" x 5/16"	12,7	7,75	8,51	34,8	6,9	d + 3,8	d + 4,8	13	d - 8,51	d - 14,5
1/2" x 5/16"	12,7	7,94	7,94	35,7	7,4	d + 3,6	d + 4,8	13,5	d - 7,94	d 14,5
$R_R = 0,54 d_g$	$2\alpha = 40^\circ \text{ a } 50^\circ - 60^\circ$						SA.min : 0,5		V = 18 ; Z40 V = 3 ; Z12	

(Sumber : Sularso, 2008)

2.7.1 Rumus Perhitungan Sprocket

Rumus pembuatan sprocket :

$$\text{PCD} : \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{Z}\right)} \dots\dots\dots (2.5)$$

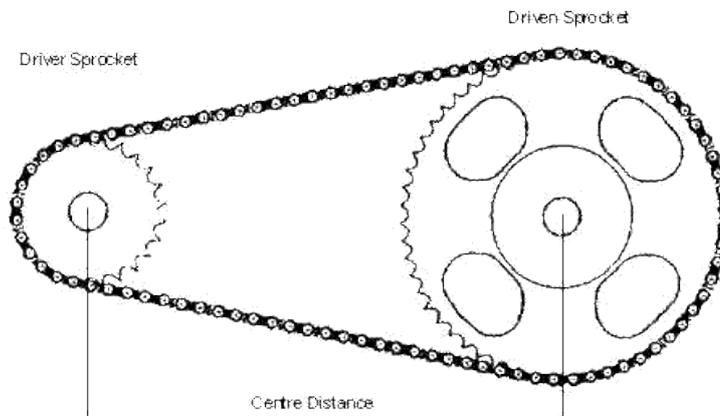
Dimana : PCD = Point Center Diameter (mm^2)

P = Pitch

Z = Jumlah gigi (buah)

2.8 Rantai

Rantai transmisi daya digunakan dimana jarak poros lebih besar dari pada transmisi roda gigi tetapi lebih pendek dari pada transmisi sabuk. Rantai mengait pada gigi sprocket dan meneruskan daya tanpa selip, jadi menjamin putaran tetap sama seperti ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.9 Rantai Transmisi Daya

(Sumber : *Sularso, 2008*)

Rantai sebagai transmisi mempunyai keuntungan-keuntungan seperti: mampu meneruskan daya yang besar karena kekuatannya yang besar, tidak memerlukan tegangan awal, keausan kecil pada bantalan dan pemasangan yang mudah karena keuntungan-keuntungan tersebut, rantai mempunyai pemakaian yang luas seperti roda gigi dan sabuk.

Di lain pihak rantai mempunyai beberapa kekurangan, yaitu: variasi kecepatan yang tidak dapat dihindari karena lintasan busur pada sprocket yang mengait mata rantai. Suara dan getaran karena tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi sprocket, perpanjangan rantai karena keausan penadatan bus yang diakibatkan oleh gesekan dengan sprocket. Karena kekurangan-kekurangan tersebut maka rantai tak dapat digunakan untuk transmisi pada kecepatan tinggi, sampai ditemukan dan dikembangkan rantai gigi.

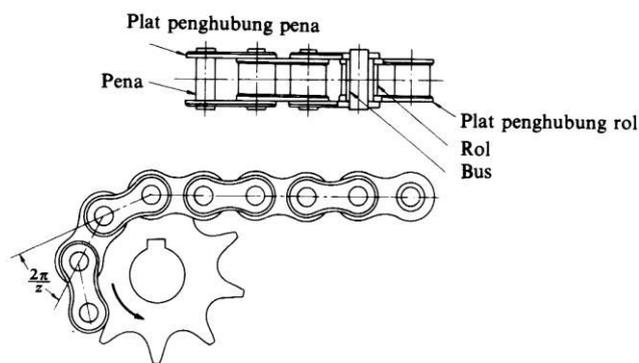
2.8.1 Fungsi Rantai

Fungsi rantai adalah rantai pemutar yang memindahkan daya dari mesin ke roda yang kemudian menggerakannya. Rantai juga digunakan sebagai penghubung antara gear depan dengan gear bagian belakang yang kemudian menyalurkan daya putar dari pedal gear depan.

2.8.2 Tipe Rantai

a. Rantai rol

Rantai transmisi daya digunakan dimana jarak poros lebih besar dari pada transmisi roda gigi tetapi lebih pendek dari pada transmisi sabuk. Rantai mengait pada gigi sprocket dan meneruskan daya tanpa slip, jadi menjamin perbandingan putaran yang tepat, sama seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 Rantai Rol

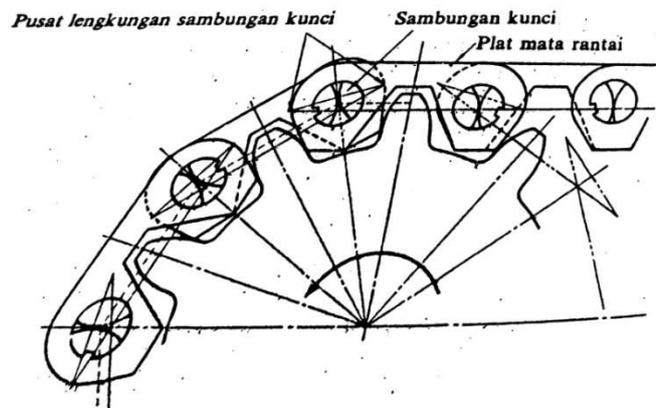
(Sumber : *Sularso*, 2008)

Rantai sebagai transmisi mempunyai keuntungan-keuntungan seperti: mampu meneruskan daya yang besar karena kekuatannya yang besar, tidak memerlukan tegangan awal, keausan kecil pada bantalan dan pemasangan yang mudah karena keuntungan-keuntungan tersebut, rantai mempunyai pemakaian yang luas seperti roda gigi dan sabuk. Di lain pihak rantai mempunyai beberapa kekurangan, yaitu: variasi kecepatan yang tidak dapat dihindari karena lintasan busur pada sprocket yang mengait mata rantai, Suara dan getaran karena tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi sprocket, Perpanjangan rantai karena keausan penadan bus yang diakibatkan oleh gesekan dengan sprocket. Karena kekurangan - kekurangan tersebut maka

rantai tak dapat digunakan untuk transmisi pada kecepatan tinggi, sampai ditemukan dan dikembangkan rantai gigi.

b. Rantai gigi

Ciri yang menonjol pada rantai gigi ialah bahwa segera setelah mengait secara meluncur dengan gigi sprocket yang berprofil *involut*, mata rantai berputar sebagai satu benda dengan sprocket. Hal ini berbeda dengan rantai rol dimana bus mata rantai mengait sprocket pada dasar kaki gigi. Dengan cara kerja diatas, tumbukan padan rantai gigi jauh lebih kecil dari pada rantai rol. Sambungan kunci bertindak sedemikian rupa hingga memperkecil efek busur. Sekalipun demikian, perbandingan variasi kecepatan tidak berubah. Karena hal – hal diatas, maka bunyi akan sangat berkurang dan tidak akan bertambah keras sekalipun kecepatan bertambah tinggi.



Gambar 2.11 Rantai gigi

(Sumber : Sularso, 2008)

2.8.3 Perhitungan Rantai

- a. Menentukan diameter jarak bagi rantai (*pitch circle*)

$$P = \frac{d}{N_t} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana : N_t = jumlah gigi (buah)

d = diameter roda gigi (cm)

b. Menentukan perbandingan kecepatan (R_v)

$$R_v = \frac{N_{t1}}{N_{t2}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana : N_{t1} = jumlah gigi sprocket kecil (buah)

N_{t2} = jumlah gigi sprocket besar (buah)

c. Menentukan panjang rantai

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2 C_p + \frac{[(z_2 - z_1)/6,28]^2}{C_p} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana : Z_1 = jumlah gigi sprocket kecil (buah)

Z_2 = jumlah gigi sprocket besar (buah)

C = jarak sumbu poros (mm)

d. Menentukan jarak sumbu poros

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left(L - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) + \sqrt{\left(L - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (z_2 - z_1)^2} \right\}$$

$$C = C_p \cdot p \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana : L = panjang rantai (mm)

C = jarak sumbu poros (mm)

P = jarak bagi rantai (cm)

e. Menentukan kecepatan rantai

$$v = \frac{p \cdot z_1 \cdot L}{1000 \times 60} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana : p = jarak bagi rantai (cm)

z_1 = jumlah gigi sprocket kecil (buah)

L = panjang rantai (mm)

f. Menentukan beban pada rantai

$$F = \frac{102 P_d}{v} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana : p = jarak bagi rantai (cm)

V = kecepatan rantai (m/s)