

BAB II

DASAR TEORI

2.1 REM

2.1.1 Fungsi Rem

Pada saat kendaraan mulai meluncur di jalanan, maka kelajuan akan tetap ada pada kendaraan itu walaupun mesin sudah dimatikan atau permindahan tenaga yang menggerakkan roda telah dibebaskan oleh kopling. Agar kendaraan bias berhenti maka dibutuhkan seperangkat rem. Tetapi masalahnya tidak berhenti sampai disini aja, sebab rem yang dibutuhkan harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain harus dapat berhenti dengan waktu yang sesingkat-singkatnya dan dengan jarak yang seminim mungkin.

Torsi pengereman total :

$$TB = (EK + EP) \frac{R}{XB} \quad (\text{Wilson, Charles E, Machine Design}) \quad (2.1)$$

Dimana:

EK : Energi Kinetik (j)

EP : Energi Potensial (j)

R : Radius Roda (m)

XB : Jarak Henti Pengereman (m)

Energy kinetic pada saat pengereman dimulai adalah:

$$EK = (M v^2 + J \omega^2) / 2 \quad (2.2)$$

Dimana:

- M : Massa total Elemen yang berputar (kg)
- V : Kecepatan Kendaraan (m/s)
- J : Momen Inersia total Elemen yang berputar (kg.m)
- ω : kecepatan sudut rata-rata roda gaya (rad/s)

Momen inersia total yang berputar:

$$J = M \cdot R^2 / 2 \quad (2.3)$$

Dimana :

M= Massa total Elemen yang berputar (kg)

R= Radius Elemen yang berputar (m)

Energi potensial pada saat pengereman dimulai adalah:

$$EP = W \cdot XB \sin \varphi \quad (2.4)$$

Dimana:

W = total berat kendaraan

φ = sudut kemiringan jalan (saat menuruni bukit)

XB = jarak henti pengereman (m)

Jarak henti pengereman,

$$XB = v^2 / (2A_d) \quad (2.5)$$

Dimana:

v = kecepatan kendaraan (m/s)

A_d = Deselerasi (m/s^2)

2.1.2 Limit Pengereman

Limit Pengereman adalah harga maksimum gaya pengereman roda dimna kontak antara roda dengan jalan tersebut masih dalam kondisi *rolling*. Dengan diketahuinya limit gaya pengereman maka dapat dicari harga limit perlambat.

(Thomas D, Gillespie , 1994 : 64)

$$F_{bf maks} = \mu \cdot W_f = \frac{\mu W [lr + h(\mu + fr)]}{L} \quad (2.6)$$

$$F_{br maks} = \mu \cdot W_r = \frac{\mu W [lf + h(\mu + fr)]}{L}$$

Dimana :

- μ : koefisien ahdesi pada jalan
- $F_{bf maks}$: gaya pengereman pada poros roda depan
- $F_{br maks}$: gaya pengereman pada poros roda belakang
- K_{bf} / K_{br} : perbandingan gaya pengereman depan belakang

2.1.3 Jenis-Jenis Rem

Pada umumnya rem yang digunakan pada kendaraan bermotor dapat digolongkan sebagai berikut:

1. penggolongan menurut cara pelayanan.
 - Rem tangan
 - Rem kaki
2. Penggolongan menurut mekanisme
 - Rem Mekanik
 - Rem Hidrolik

- Rem Mekanik-Hidrolik
3. Penggolongan menurut jenis gesekan
- Rem Blok
 - Rem Drum
 - Rem Cakram
 - Rem Pita

2.1.4 Persyaratan Rem

Rem yang baik memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Rem harus cukup kuat untuk menghentikan kendaraan dengan jarak minimum mungkin pada saat pengereman mendadak. Selain itu harus diperhatikan faktor keamanan pengemudi harus siap diri untuk mengontrol kendaraan pada saat pengereman darurat.
2. Rem harus memiliki karakter antisipasi yang baik antara lain efektifitas rem tidak boleh berkurang dan memiliki aplikasi yang diperpanjang secara konstan.

2.1.5 Efisiensi Rem dan Jarak Henti

Gaya perlambatan maksimum diaplikasikan oleh rem pada roda dan tergantung dari koefisien gesek antara jalan dengan permukaan ban. Jika koefisien gesek tertinggi dapat dicapai, total gaya perlambatan yang dihasilkan pada roda tersebut ekuivalen dengan berat kendaraan itu sendiri. Jika kasus ini terjadi maka perlambatan yang dialami oleh kendaraan ekuivalen dengan percepatan gravitasi, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ dan rem dikatakan memiliki efisiensi 100%.

Pada kasus sebenarnya efisiensi 100% jarang dipergunakan untuk kendaraan biasa. Karena pertimbangan keamanan penumpang pada kendaraan biasa. Pengurangan efisiensi rem dilakukan karena terlalu tinggi, efisiensi rem memberikan perlambatan yang besar sehingga dapat membuat kendaraan terjungkal dan penumpang terluka pada saat pengereman dilakukan. Efisiensi rem pada kendaraan bervariasi antar 50% sampai 80%.

Tabel 2.1 Jarak Henti

| Kecepatan (kph) | Jarak Henti (m) | Kondisi Rem |
|-----------------|-----------------|-------------|
| 30 | 5 | Sempurna |
| | 7 | Baik |
| | 12 | Baik |
| 50 | 10 | Sempurna |
| | 16 | Baik |
| | 25 | Buruk |
| 80 | 31 | Sempurna |
| | 47 | Baik |
| | 71 | Buruk |
| 100 | 45 | Sempurna |
| | 70 | Baik |
| | 100 | Buruk |

(Ruggeri T.L., *Diktat of safety.*, Fakultas Teknik Mesin Universitas Atma Jaya., Jakarta: 2000).

2.1.6 Masalah yang sering timbul pada Sistem Rem

Masalah yang sering muncul pada sistem rem adalah sebagai berikut:

1. Hilangnya Efisiensi Rem

Efisiensi rem dapat hilang atau berkurang disebabkan oleh:

- Masuknya kotoran atau oli kedalam rem sehingga menyebabkan licinnya *break lining* dengan demikian pengereman tidak akan berlangsung dengan sempurna. Untuk mengatasinya dilakukan penggantian sepatu rem atau membersihkan dengan sabun agar sepatu rem dan *break lining* dapat bersih dari oli.
- *Break lining* sudah aus sehingga perlu segera untuk diganti dengan yang baru.

2. Rem Merekat (Lengket)

- Pegas yang terdapat pada sepatu rem sudah lemah atau rusak sehingga tidak dapat kembali pada posisinya setelah pedal rem dilepas. Untuk mengatasinya perlu diganti dengan yang baru.
- Sepatu rem rusak karena terkena minyak rem atau grease.

3. Panas yang Berlebihan

Over heating atau panas yang berlebihan dapat timbul karena melekatnya sepatu rem pada dinding tromol atau karena pengereman yang terlalu lama, misalnya pada saat menuruni bukit.

2.2 Geometri Roda

2.5.1 Fungsi geometri roda

Fungsi dari *wheel alignment* atau geometri roda adalah untuk memaksimalkan kerja sistem kemudi, menstabilkan kendaraan, menghasilkan daya balik kemudi yang baik dan mencegah terjadinya keausan yang lebih cepat. Pengaturan sudut-sudut ini setiap kendaraan berbeda-beda, semuanya tergantung dari sistem suspensi yang digunakan, jenis sistem kemudi dan sistem penggerak roda yang digunakan.

Roda meliputi ban dan pelek, keduanya memerlukan perawatan tersendiri secara berpisah. Jika keduanya disatukan menjadi sebuah roda maka perawatan jadi tidak sama. Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada roda adalah keseimbangan dan ketepatan posisinya. Keseimbangan roda-roda sangat berpengaruh pada kenyamanan pengemudi. Roda yang tidak seimbang akan menimbulkan getaran yang akan terasa oleh pengemudi.

Roda depan berbeda dengan roda belakang pada cara melayannya. Pemasangan roda depan bukan hanya sekedar untuk dapat diputar dan dibelokkan. Roda-roda depan dipasang sedemikian rupa sehingga tidak mengurangi kenyamanan terutama pada saat membelok. Beberapa hal yang penting pada pemasangan roda-roda depan adalah:

1. *Toe in*

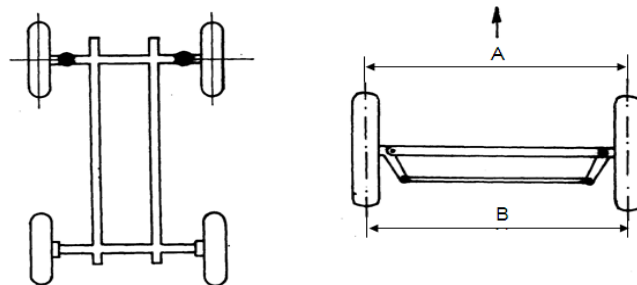
Toe in adalah besarnya selisih jarak garis tengah kedua roda bagian depan dengan jarak garis tengah kedua roda bagian belakang. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar berikut:

Untuk menentukan besarnya *toe in* bisa dilihat pada besarnya *toe in* secara umum pada mobil penggerak roda belakang antara 0-5mm (*toe in* positif). Untuk penggerak roda depan adalah antara 0 sampai -2mm (*toe in* negatif).

- *Toe* Dan Sudut Belok

Selisih jarak antara roda bagian depan dengan roda bagian belakang jika dilihat dari atas kendaraan

a. *Toe* – Nol (0)

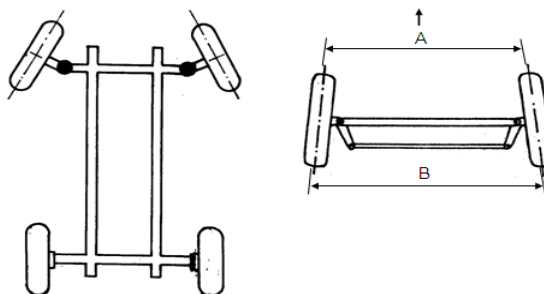


Gambar 2.1 Toe nol

Toe nol, roda kiri dan kanan pada posisi paralel

$$\text{Jarak } A = B$$

b. *Toe* – In (Toe Positif)



Gambar 2.2 *Toe in* (positif)

Roda bagian depan berada pada posisi saling mendekat

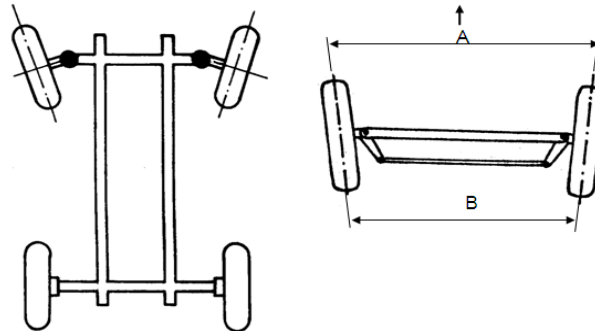
$$\text{Toe-in} : A < B$$

Disebut juga *toe* positif

Penyetelan *toe-in* umumnya :

$$0 + 5 \text{ mm}$$

c. *Toe Out* (*Toe* Negatif)



Gambar 2.3 *Toe out* (negatif)

Roda bagian depan berada pada posasi saling menjauh

$$\textit{Toe-out} : A > B$$

Penyetelan *toe – out* umumnya :

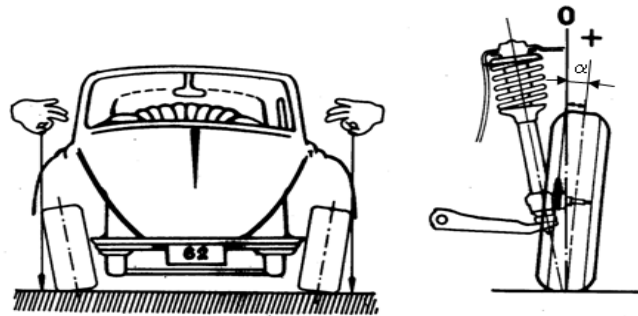
$$0 \div 2 \text{ mm}$$

2. *Camber*

Camber adalah besarnya sudut yang dibentuk oleh garis tengah roda dengan garis vertical dilihat dari depan. Sudut *camber* ada yang positif dan ada yang negatif. Sudut positif adalah apabila bagian atas roda miring keluar. Sudut negatif adalah apabila bagian atas roda miring kedalam. Besar sudut *camber* antara 1° sampai 3° .

Kemiringan roda bagian atas ke dalam atau keluar terhadap garis vertikal jika dilihat dari depan kendaraan

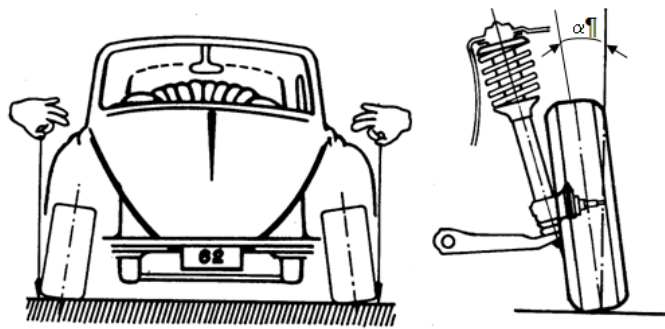
a. *Camber* Positif (+).



Gambar 2.4 *Camber positif*

Bagian atas miring keluar jika dilihat dari depan kendaraan, sehingga garis vertikal dengan garis tengah roda membentuk sudut α (sudut *camber* “ + “)

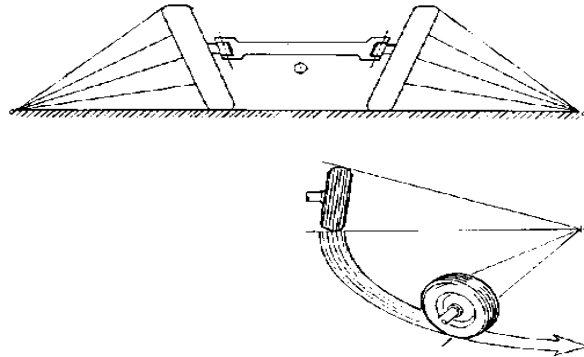
b. *Camber negatif* (-).



Gambar 2.5 *Camber negative*

Bagian roda miring ke dalam jika dilihat dari depan kendaraan , sehingga garis vertikal dengan garis tengah roda membentuk sudut α (sudut “ - “).

- Fungsi *Camber*



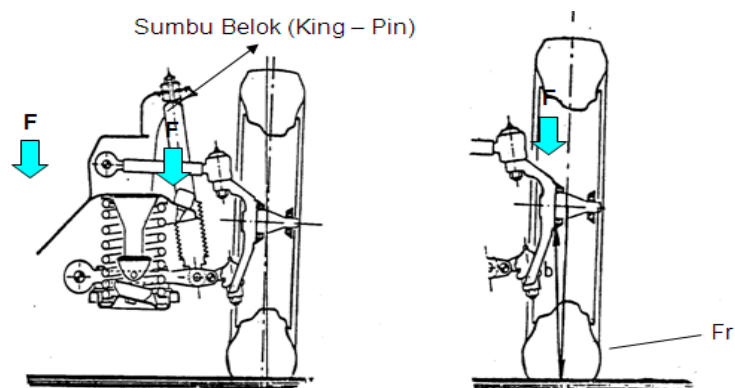
Gambar 2.6 Fungsi *camber*

Perpanjangan garis tengah roda akan bertemu pada permukaan jalan “0” sehingga roda akan cenderung menggelinding mengelilingi titik “0” (*rolling camber*). Dengan adanya *rolling camber*, gaya untuk memutar kemudi menjadi lebih ringan. *Camber* positif menyebabkan pengemudian menjadi ringan

Penggunaan : Hampir semua jenis kendaraan

Letak Beban Pada *Spindel*

a. *Camber positif*



Gambar 2.7 Letak beban *spindel camber* positif

Keterangan :

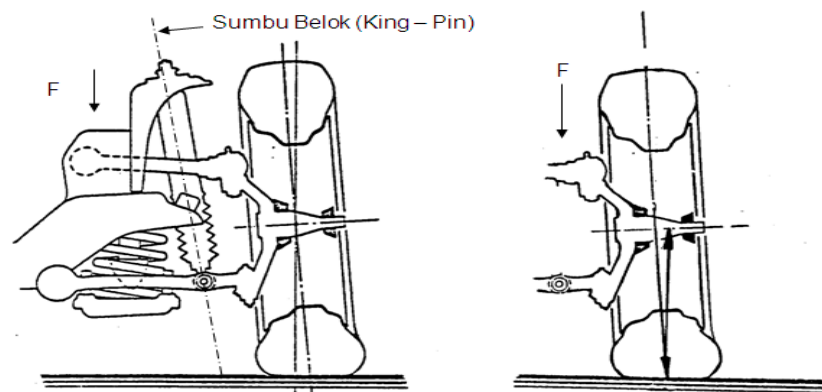
F = Gaya berat kendaraan

F_r = Gaya reaksi (gaya tegak lurus)

Pada *camber* positif gaya reaksi (gaya tegak lurus) pada poros roda (*spindel*) mendekati sumbu belok kendaraan (*king - pin*)

Camber positif dapat memperkecil momen bengkok *spindel*

b. *Camber Negatif*



Gambar 2.8 Letak beban *spindel* *camber* negatif

Keterangan :

F = Gaya berat kendaraan

F_r = Gaya reaksi (gaya tegak lurus)

Pada *camber* negatif gaya reaksi (gaya tegak lurus) pada poros roda (*spindel*) menjauhi sumbu belok roda (*king - pin*).

3. *Caster*

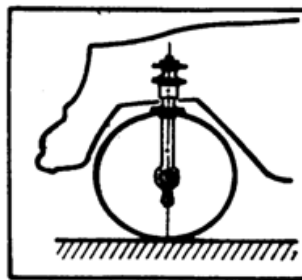
Caster adalah sudut antar *king pin* garis vertical dilihat dari samping roda.

Apabila kemiringan *king pin* ke arah belakang mobil maka sudut casternya positif sedangkan jika kemiringan *king pin* ke arah depan mobil maka sudut casternya negatif.

Kemiringan sumbu putar kemudi (*king pin*) terhadap garis tengah roda vertical jika dilihat dari samping kendaraan.

a. *Caster Nol*

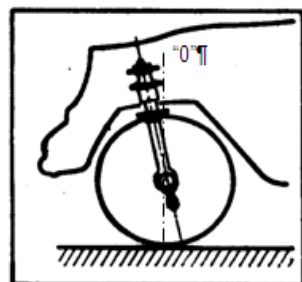
Tidak ada kemiringan pada sumbu *king pin* terhadap garis tengah roda vertical “0”.



Gambar 2.9 *Caster Nol*

b. *Caster Negatif (-)*

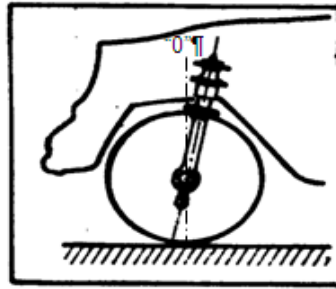
Bagian atas sumbu king pin berada di depan garis tengah roda vertical “0” dan bagian bawah sumbu *king pin* berada di belakang.



Gambar 2.10 *Caster Negatif*

c. *Caster positif (+)*

Bagian atas sumbu king pin berada di belakang garis tengah roda vertical “0” dan bagian bawah sumbu *king pin* berada di depan.

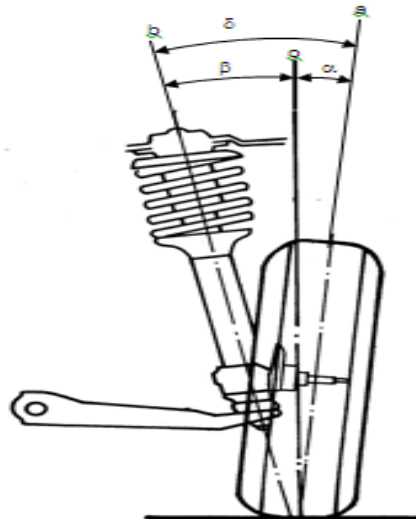


Gambar 2.11 *Caster Positif*

4. Sudut *King pin*

Sudut *king pin* adalah sudut yang dibentuk oleh garis tengah *king pin* dengan garis vertical dilihat dari depan mobil. Bagian atas *king pin* pada mobil di miringkan ke arah dalam sehingga membentuk sudut dengan garis vertical. Besarnya sudut ini sekitar 7° .

- Sudut *King – Pin Dan Offset*



Gambar 2.12 Sudut *King-pin* dan *Offset*

Keterangan :

$^\circ$ = Garis vertikal

β = Sudut *king-pin*

α = Sudut *camber*

b = Sumbu *king-pin*

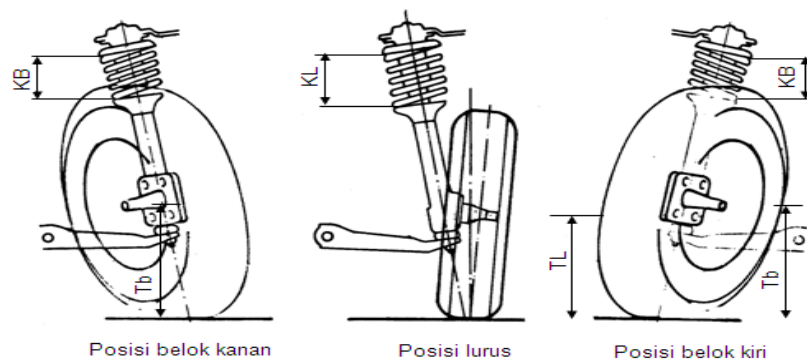
a = Sumbu roda

δ = Sudut *camber* ditambah

Sudut *king-pin* (*Included angle*)

Sudut *king-pin* adalah : Kemiringan sumbu *king-pin* terhadap garis vertikal jika dilihat dari depan kendaraan.

- Fungsi Sudut *King-Pin*



Gambar 2.13 Fungsi sudut *kingpin*

TL = Tinggi saat posisi lurus KL = Panjang pegas saat lurus

Tb = Tinggi saat belok KB = Panjang pegas saat belok

Perhatikan pada gambar pada saat belok kanan *king-pin* terangkat ke atas dan saat belok kiri juga naik.

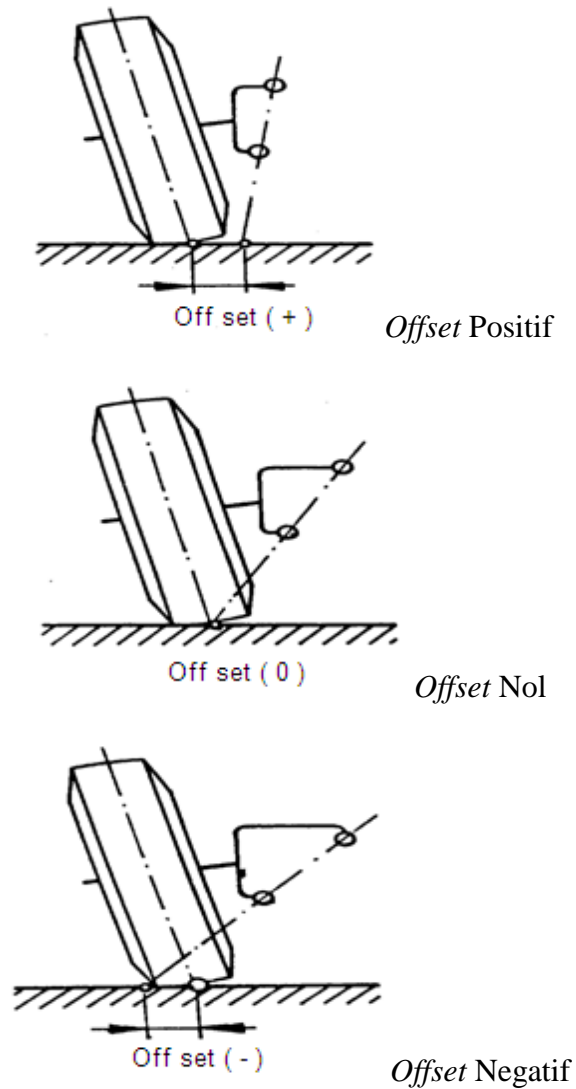
Goresan ke atas *king-pin* diteruskan ke pegas dan body kendaraan (melepas gaya berat kendaraan FW).

Perubahan tinggi *king-pin* menyebabkan gaya balik kemudi ke posisi lurus

Sudut *king-pin* berfungsi untuk mengembalikan sikap roda ke posisi lurus setelah membelok.

Definisi *Offset*:

Jarak antara titik temu, garis tengah roda terhadap permukaan jalan dengan titik temu perpanjangan garis sumbu *king pin* terhadap permukaan jalan disebut “*Off Set*”.



Gambar 2.14 *Offset* Nol, Negatif dan Positif

2.5.2 Bantalan Roda

Fungsi bantalan roda adalah untuk memperkecil gesekan perputaran antara poros dan rumahnya atau sebaliknya. Oleh karena itu, maka sebuah bantalan roda

harus tahan terhadap keausan karena bantalan roda secara terus menerus berputar, jika sudah aus berarti harus diganti. Bantalan roda juga harus tahan karat dan mempunyai koefisien gesek yang kecil sehingga kerugian tenaga akibat gesekan relative kecil. bantalan mampu bekerja pada temperature tinggi dan mampu tanpa diberi pelumasan. Syarat terakhir sangat perlu karena poros yang berputar akan terus naik suhunya, dan pelumasan pada bantalan agak sulit dikerjakan. Apabila harus sering dilubasi maka hal ini bukan suatu pekerjaan yang mudah.

Bantalan roda dalam jangka waktu tertentu harus dilumasi sekurang-kurangnya pada saat dibongkar atau diganti. Pelumasan bantalan roda umumnya cukup dengan vet yang juga berfungsi untuk menjaga kotoran agar tidak masuk ke dalam cincinnya, di samping untuk mencegah keausan dan meneruskan gesekan.

Bagian-bagian utama dari sebuah cincin luar, elemen gelinding, cincin dalam sangkar, dan sangkar. Elemen gelinding bantalan bermacam-macam bentuknya, yaitu elemen gelinding peluru bola, silinder, busur, dan kerucut. Bantalan peluru bola biasanya dipakai pada sistem penggerak depan. Bantalan ini tidak dapat disetel. Jika terjadi kelonggaran maka harus diganti dan tak perlu dilumasi karena sudah terisi vet dan tertutup sil. jenis bantalan rol silinder sama dengan jenis bantalan peluru bola. Digunakan pada aksel rigid yang menggerakkan roda. Bantalan yang dapat di setel dan di lumasi adalah bantalan jenis kerucut. biasanya digunakan pada yang tidak menggerakkan roda.