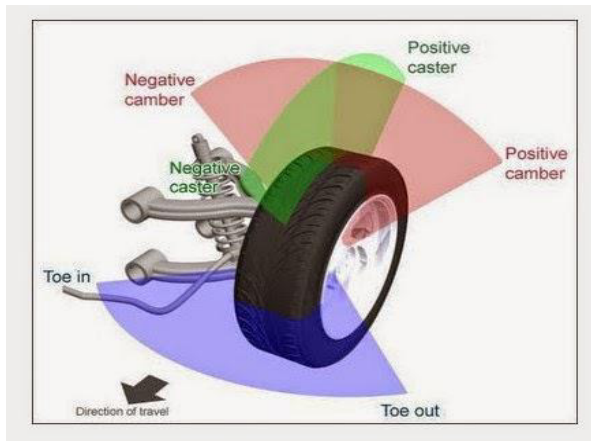


KESEIMBANGAN RODA (*SPOORING AND BALANCING*)

A. Keseimbangan Roda (*Wheel Alignment*)



Gambar 1. Keseimbangan roda
(Sumber: otodiy.blogspot.co.id, 2009)

Roda-roda kendaraan dipasang dengan besar sudut tertentu sesuai dengan persyaratan tertentu untuk menjaga agar pengemudian ringan, nyaman dan stabil serta keausan ban normal. Sudut-sudut pemasangan roda tersebut dinamakan *wheel alignment*. Kebanyakan kendaraan yang ada di Indonesia *wheel alignment* utamanya adalah untuk roda depan (FWA).

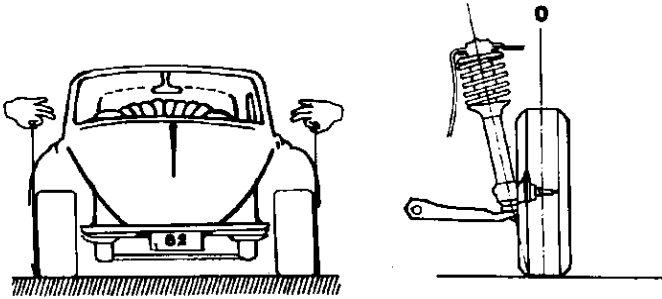
1. Macam-Macam Keseimbangan Roda

Keseimbangan roda memiliki beberapa macam istilah sebagai berikut:

a. Camber

Camber merupakan kemiringan roda bagian atas ke dalam atau keluar terhadap garis vertikal jika dilihat dari depan kendaraan.

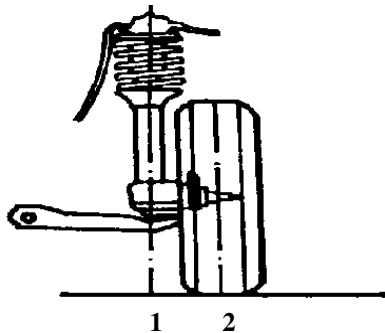
1) Camber Nol



Gambar 2. Posisi Camber Nol
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Garis tengah roda sejajar dengan garis vertikal jika dilihat dari depan kendaraan disebut camber 0.

Fungsi Camber Nol



Gambar 3. Camber Nol
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

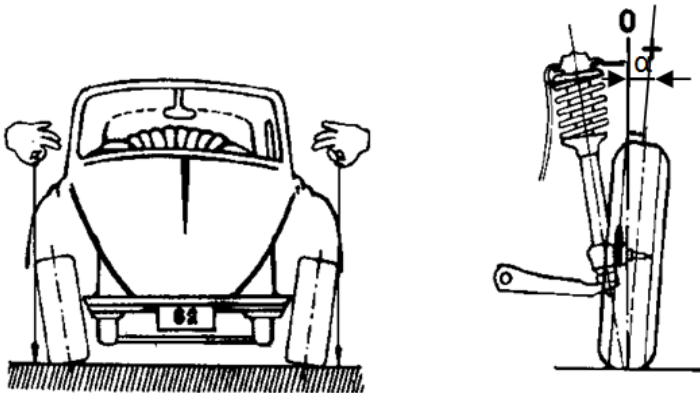
- Pada camber nol, *rolling camber* tidak ada.

- Jarak titik 1 dan 2 masih cukup besar.

Tidak ada *rolling camber* dan jarak 1 dan 2 cukup besar menyebabkan stabilitas pengemudian berkurang. *Camber nol menyebabkan stabilitas pengemudian berkurang.*

Contoh penggunaan : Mercy type 2000, 200, 2400, 240 TD, 300 D, 300 TD, 230, Honda Civic 1300, 1500 dan mobil FORD

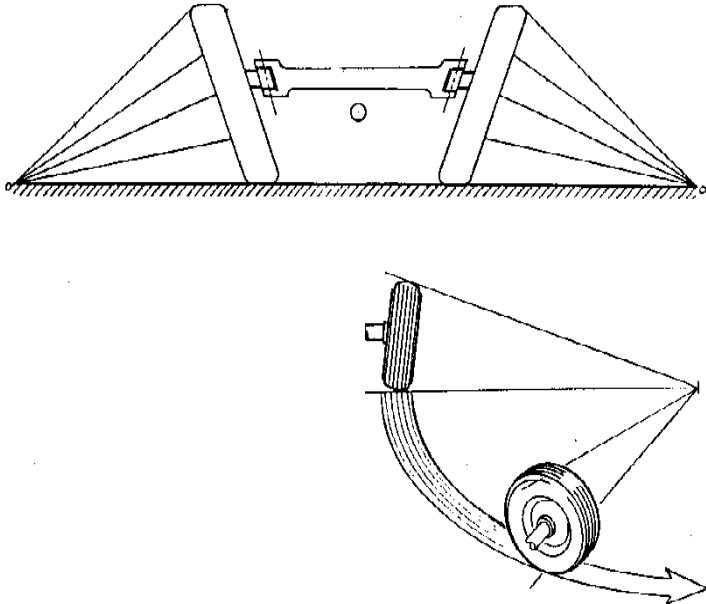
2) Camber Positif



Gambar 4. Posisi Camber Positif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

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

Fungsi Camber Positif

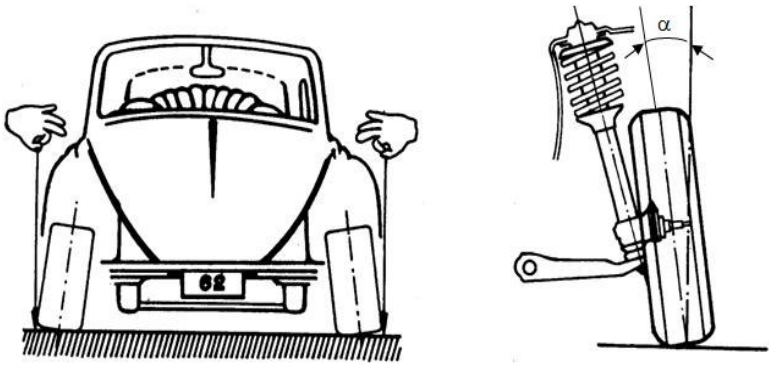


Gambar 5. Camber positif saat berbelok
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

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

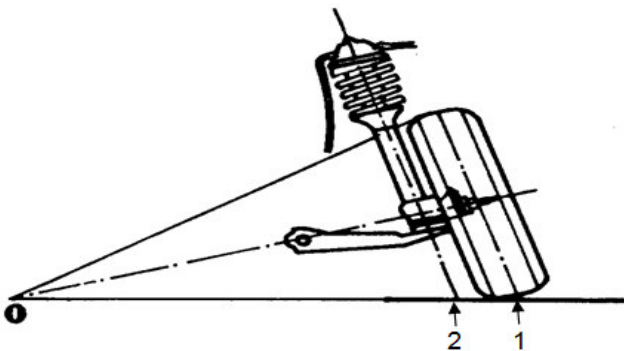
3) Camber Negatif



Gambar 6. Posisi Camber Negatif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

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

Fungsi Camber Negatif



Gambar 7. Camber Negatif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Pada camber negatif jarak titik kontak terhadap jalan (1) dengan titik putar kemudi terhadap jalan (2) makin jauh Rolling camber mengarah ke dalam (0)

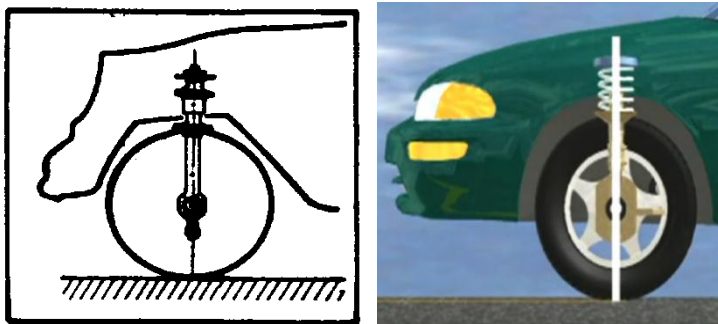
Arah *rolling camber* dan jarak titik (1) dan (2) menyebabkan gaya ke samping besar. *Camber negatif* menyebabkan *pengemudian berat*.

Penggunaan : Pada mobil dengan kecepatan tinggi / mobil balap

b. Caster

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

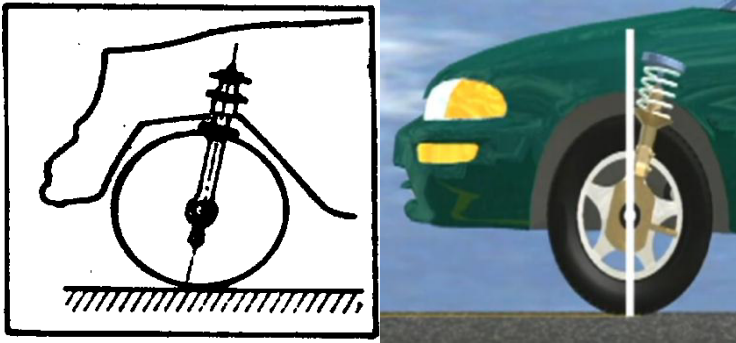
a) Caster Nol



Gambar 8. Posisi Caster Nol
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Tidak ada kemiringan pada sumbu king-pin terhadap garis tengah roda vertikal “ 0 “

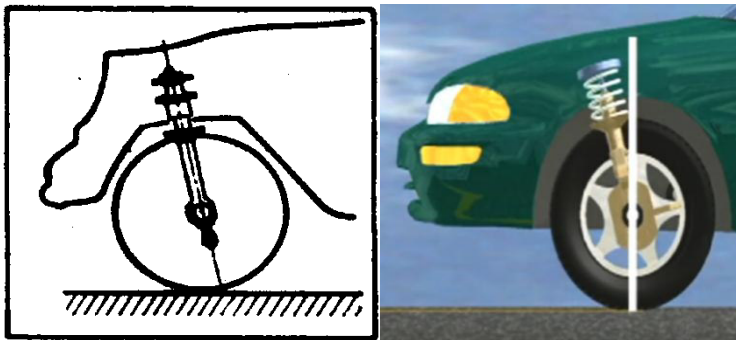
b) Caster Positif



Gambar 9. Posisi Caster Positif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Bagian atas sumbu *king-pin* berada di belakang garis tengah roda vertikal “ 0 “ dan bagian bawah sumbu *king-pin* berada di depan

c) Caster Negatif



Gambar 10. Posisi Caster Negatif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

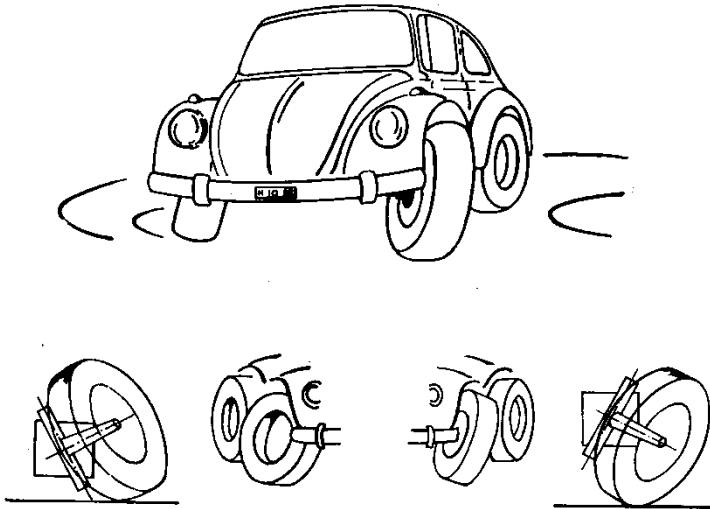
Bagian atas sumbu *king-pin* berada di depan garis tengah roda vertikal “ 0 “ dan bagian bawah sumbu *king pin* berada di belakang.

Fungsi Caster

1. Saat Jalan Lurus

Saat jalan lurus, caster berfungsi menggerakkan roda tetap stabil dalam posisi lurus walau roda kemudi dilepas.

2. Saat Berbelok



Gambar 11. Posisi Caster saat berbelok
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Spindel bergerak naik

Badan mobil kanan bergerak turun dan camber berubah ke arah negatif.

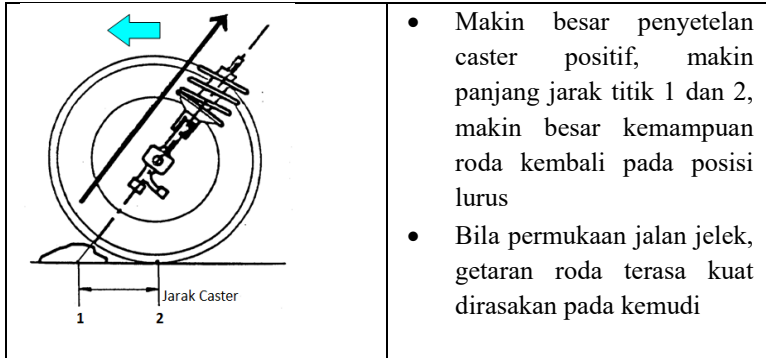
Spindel bergerak turun

Ban dan mobil kiri bergerak naik camber berubah ke arah positif

Dengan berubahnya camber roda luar ke arah negatif → ban menopang pada permukaan jalan dengan baik. (Tidak mudah slip keluar radius jalan).

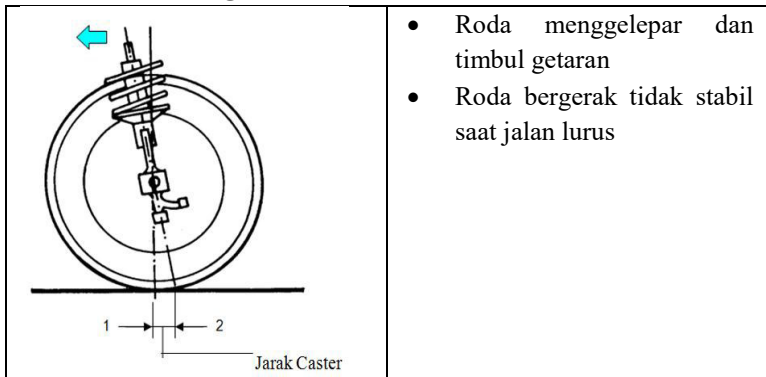
Pengaruh Caster Terhadap Pengemudian

Caster Terlalu Positif



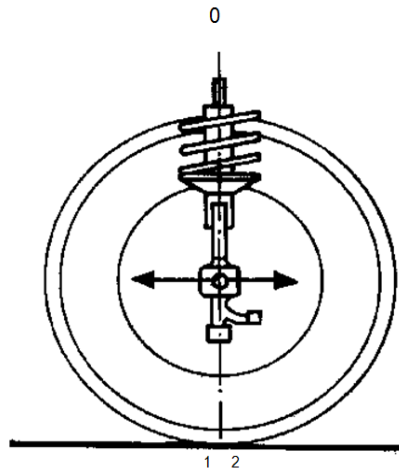
Gambar 12. Caster terlalu positif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Caster Terlalu Negatif



Gambar 13. Caster Terlalu Negatif
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Caster Nol



Gambar 14. Caster posisi nol
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Pada caster nol titik temu sumbu putar kemudi (1) dan titik kontak ban (2) berada tepat (sejajar)

Artinya tidak ada caster (jarak caster adalah 0)

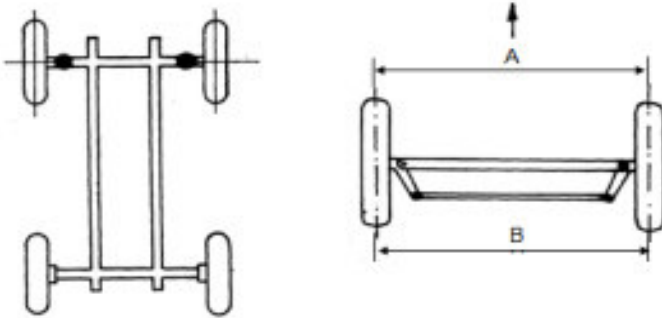
Saat Jalan Lurus

Roda tidak cenderung mencari sikap lurus, sehingga tidak ada kestabilan saat jalan lurus → **Akibat caster nol**

c. *Toe Angle*

Toe Angle merupakan selisih jarak antara roda bagian depan dengan roda bagian belakang jika dilihat dari atas kendaraan.

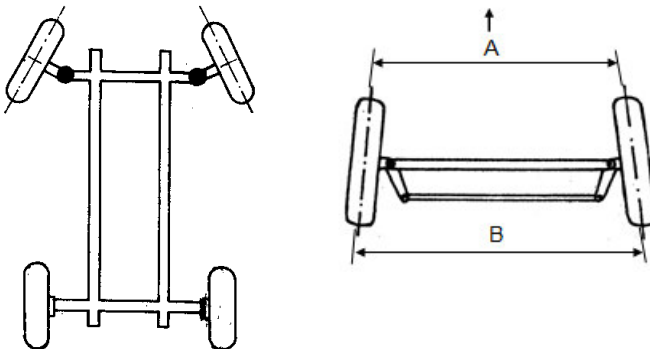
a) **Toe Nol**



Gambar 15. Posisi Toe Nol
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Toe nol, roda kiri dan kanan pada posisi paralel
Jarak $A = B$

b) **Toe In**



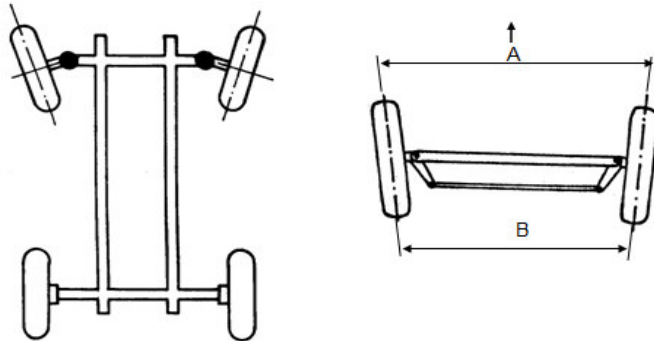
Gambar 16. Posisi Toe In
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Roda bagian depan berada pada posisi saling mendekat

Toe-in : $A < B$

Disebut juga toe positif

c) *Toe Out*

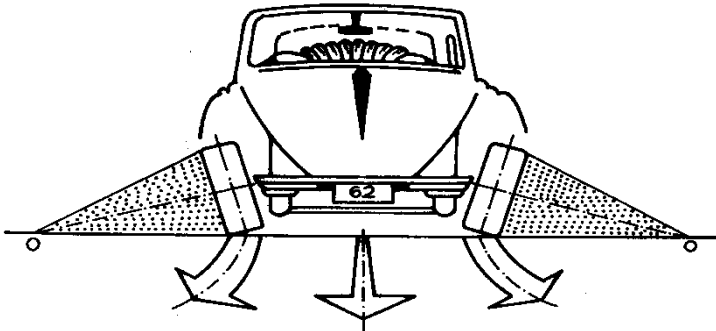


Gambar 17. Posisi Toe Out
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Roda bagian depan berada pada posaisi saling menjauh
Toe-out : $A > B$

Fungsi Toe

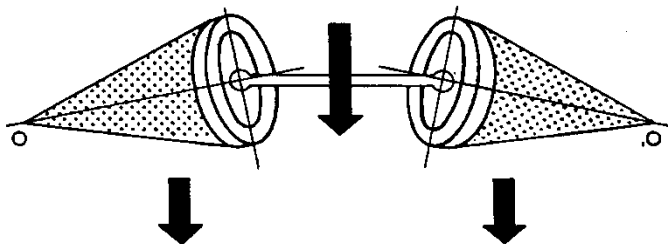
- Sebagai Koreksi Camber (Saat Jalan Lurus)



Gambar 18. Reaksi *Rolling Camber*
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Reaksi *rolling camber* menyebabkan roda menggelinding ke arah luar oleh sambungan kemudi roda dipaksa bergerak lurus ke

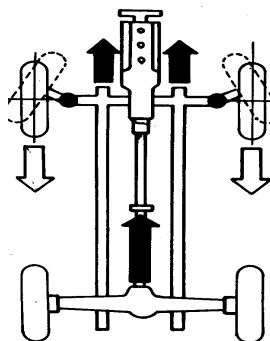
arah jalannya kendaraan. Akibatnya roda menggelinding dengan ban menggosok pada permukaan jalan



Gambar 19. Reaksi Toe In
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Reaksi toe-in mengakibatkan roda menggelinding ke arah dalam, sehingga efek *rolling camber* ke arah luar dapat diatasi sehingga roda dapat menggelinding lurus tanpa terjadi ban menggosok pada permukaan jalan, sehingga dapat :

- Menghemat ban / keausan ban merata
- Pengemudian stabil / tidak timbul getaran
- **Sebagai Koreksi Gaya Penggerak**



Gambar 20. Gaya penggerak roda belakang
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Mobil dengan penggerak roda belakang

Gaya penggerak dari *aksel* belakang diteruskan ke aksel depan melalui rangka.

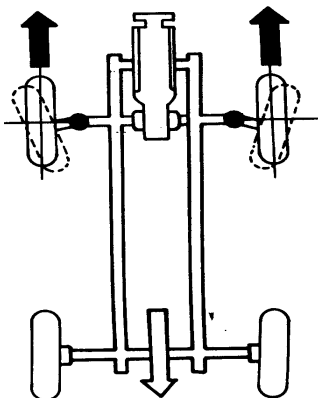
Reaksi tahanan gelinding ban roda depan yang mengarah ke belakang menyebabkan roda bagian depan cenderung bergerak ke arah luar

Untuk mengatasi reaksi roda bagian depan cenderung bergerak ke arah luar perlu penyetelan.

Toe in (Toe positif)

Penyetelan toe-in umumnya : 0 + 5 mm

Mobil dengan penggerak roda depan



Gambar 21. Gaya penggerak roda depan
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Gaya penggerak diteruskan ke *aksel* belakang melalui rangka

Reaksi tahanan gelinding roda belakang yang mengarah ke belakang menyebabkan roda bagian depan cenderung bergerak ke arah dalam

Untuk mengatasi reaksi roda bagian depan cenderung bergerak ke arah dalam perlu penyetelan :

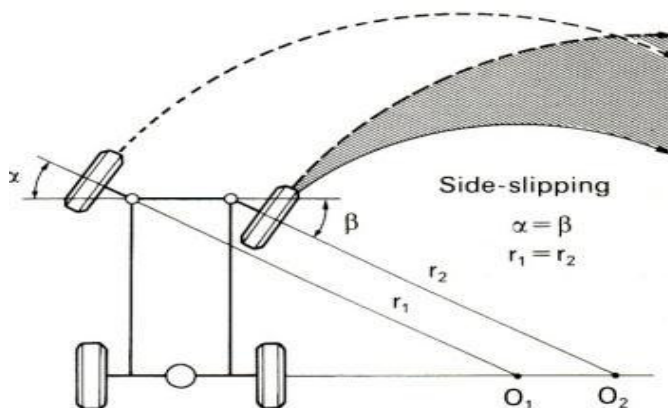
Toe out (toe negatif)

Penyetelan toe – out umumnya : 0 ÷ 2 mm

d. Turning Angle (Sudut Belok)

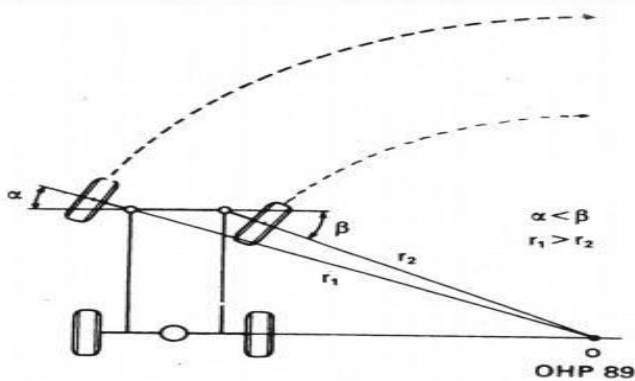
Sudut belok (*turning angle*) adalah sudut masing-masing roda saat kemudi diputar maksimum. Sudut belok roda dalam lebih besar dibandingkan sudut belok roda luar. Fungsi utama turning angle adalah mencegah terjadinya *side slip*, memperkecil keausan ban dan menjaga kestabilan pengemudian.

Bila roda depan kanan dan kiri harus mempunyai sudut belok yang sama besar, *turning radiusnya* harus sama ($r_1 = r_2$). Akan tetapi masing masing roda akan berputar mengelilingi pusat yang berbeda (O_1 dan O_2). Akibatnya kendaraan tidak dapat membelok dengan lembut karena terjadinya *side-slip* pada roda-roda.



Gambar 22. Sudut Belok
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Untuk mencegah ini, *knuckle arm* dan *tie rod* disusun agar pada saat membelok roda-roda sedikit *toe out*. Akibatnya sudut belok roda inner sedikit lebih besar dari pada sudut belok roda outer dan titik pusat putaran roda kiri dan kanan berhimpit. Akan tetapi *turning radiusnya* berbeda ($r_1 > r_2$). Prinsip ini disebut prinsip *Ackerman*.

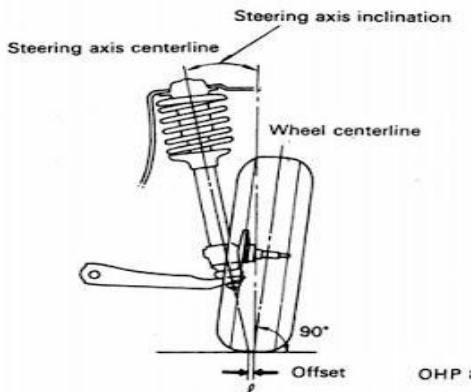


Gambar 23. Sudut belok tipe *tie-rod* dibelakang *spindle*
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Untuk tipe suspensi yang *tie-rod*nya terletak dibelakang *spindle*, *knuckle arm* sedikit diserongkan ke arah dalam (O).

e. *Steering Axis Inclination (Kingpin Inclination)*

Caster adalah kemiringan *steering axis inclination/ king-pin* jika dilihat dari arah depan/ belakang. Caster berperan untuk kelurusan dan kestabilan kemudi, memperkecil *steering effort* dan memperkecil daya balik atau tarikan ke satu arah .

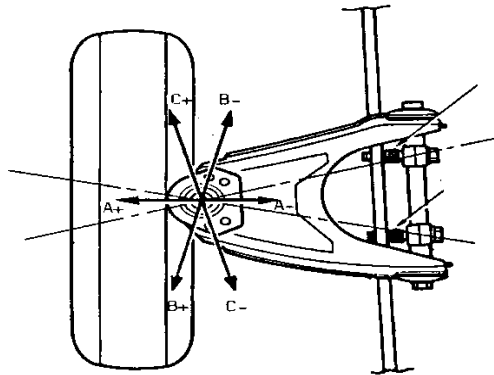


Gambar 24. *Steering axis inclination*
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

2. Letak Penyetelan Geometri Roda

a. Suspensi Wishbone

Penyetelan camber dan caster



Gambar 25. Letak penyetelan camber dan caster suspensi wishbone

(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Contoh Penggunaan suspensi wishbone:

Toyota Kijang, Colt L-300, Toyota Hiace

Penyetelan camber dengan menggunakan shim. Caranya dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya sama

Penyetelan caster :

Dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya berbeda

A+ = Camber bertambah, caster tetap

A- = Camber berkurang, caster tetap

B+ = Caster bertambah, caster bertambah

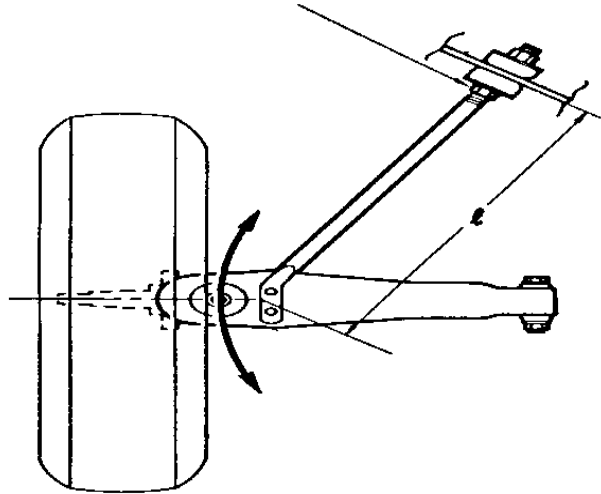
B- = Caster berkurang, camber berkurang

C+ = Caster berkurang, camber bertambah

C- = Caster bertambah, camber berkurang

b. Suspensi Mac Pherson

Penyetelan caster pada lengan penahan



Gambar 26. Letak penyetelan camber dan caster suspensi
Mac Pherson
 (Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Contoh :

Honda Civic, Suzuki Carry, Daihatsu Zebra

Penyetelan camber tidak ada, hanya ada penyetelan caster

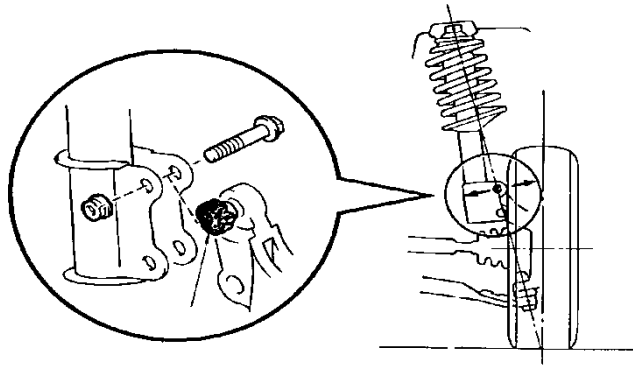
Caranya :

Dengan memendekkan atau menjangkan lengan penahan

A+ = Caster bertambah

A- = Caster berkurang

c. Penyetelan camber pada pengikat nakel kemudi

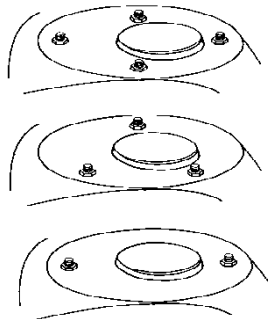


Gambar 27. Letak penyetelan camber dan caster *nakel* pengemudi
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Contoh :Toyota Corolla GL, Corons dan Carina II

Penyetelan camber dilakukan dengan jalan memutar baut *eksentrik* pada pengikat *nakel* kemudi.

d. Penyetelan caster pada pengikat *shock breaker* bagian atas



Gambar 28. Letak penyetelan camber dan caster pada *shock breaker*

(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

Contoh :Mazda

Penyetelan caster dapat dilakukan dengan jalan memutar atau memindah posisi baut pengikat *shock braeker* pada dudukannya

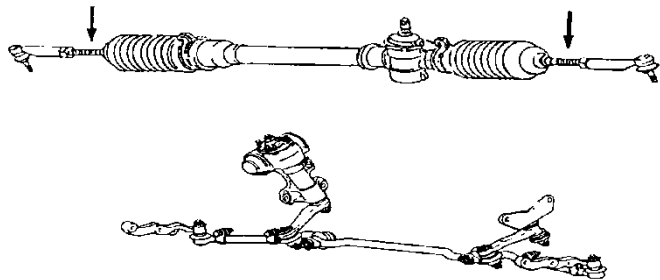
e. Sistem Kemudi

Pada sistem kemudi letak penyetelan geometri roda pada *tie-rod* (Penyetelan *Toe – in/Toe out*)

Cara penyetelan :

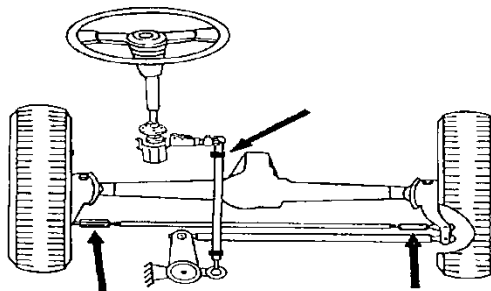
Memutar *tie rod* kiri dan kanan kalau penyetelannya dua

a) Sambungan kemudi pada suspensi independen



Gambar 29. Letak penyetelan toe
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

b) Sambungan kemudi pada aksel rigid



Gambar 30. Letak penyetelan toe aksel rigid
(Sumber: PPPTG VEDC Malang, 2000)

B. Spooling