

N-59

**OTOMOTIP**



DRS. AGUS S. PATASIK

**LARAS IMBANG RODA DEPAN**

# LARAS IMBANG RODA DEPAN

Penulis :

**Drs. Agus S. Patasik**

Penilai :

**Drs. I. Wayan Linas**

**Edisi Pertama**

Maret 1992

Dicetak oleh :

Media Cetak PPPG Teknologi Bandung

Jl. Pasantren Km. 2 Cinahi - 40513

Telp. (0229) 2326 - 4406 Fax. 4698

## PENGANTAR

Pengembangan Sekolah Seutuhnya (PSS) adalah suatu pendekatan yang dipakai oleh Proyek Kerjasama Indonesia - Belanda (N-59) dalam kegiatannya membangun STM.

Dengan pendekatan PSS ini, semua komponen kegiatan Proyek N-59 yang meliputi : Pengadaan dan rehabilitasi peralatan, pelatihan Guru dan Kepala Sekolah, rehabilitasi gedung, pengadaan buku bahan ajaran dan perbantuan tenaga ahli Belanda, kesemuanya secara jelas terprogram diarahkan untuk meningkatkan mutu lulusan 43 STM yang terkait pada Proyek ini.

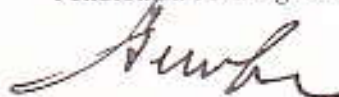
Pengadaan buku ini sebagai salah satu komponen kegiatan pada Proyek N-59, terprogram secara terpadu dengan komponen-komponen kegiatan lainnya sehingga ciri aplikasi teori pada praktek terasa menonjol pada buku ini, dengan harapan secara nyata dapat efektif membantu peningkatan mutu pendidikan di STM.

Sebanyak 51 judul buku yang telah diterbitkan melalui Proyek N-59 ini, diharapkan :

1. Memberi sumbangan yang berarti mengatasi sebagian masalah kelangkaan buku-buku keterampilan teknik.
2. Memberi dorongan rasa percaya diri kepada para penulis untuk mewujudkan karyanya dalam bentuk buku.

Buku ini tidak hanya dimaksudkan untuk 43 STM yang terkait dengan Proyek N-59 tetapi diharapkan dapat bermanfaat juga untuk STM-STM lainnya baik negeri maupun swasta bahkan juga oleh kursus-kursus keterampilan teknik industri dalam masyarakat luas pada umumnya.

Direktur  
Pendidikan Menengah Kejuruan



**Prof. Dr. B. Suprpto**  
NIP. 130143924

# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Sudut-sudut Laras Imbang Roda Depan .....	1
B. Pengukuran dan Penyetelan.....	2
<b>BAB II LARAS IMBANG RODA DEPAN (FRONT WHEEL ALINEMENT)</b>	
A. Prinsip-prinsip Laras Imbang Roda Depan .....	3
B. Sudut-sudut Laras Imbang Roda Depan .....	4
<b>BAB III PEMERIKSAAN, PENGUKURAN DAN PENYETELAN LARAS IMBANG RODA DEPAN</b>	
A. Pemeriksaan Laras Imbang Roda dan Penyetelan Kember.....	27
B. Penyetelan Toe-in .....	47
C. Mengukur Toe-Out Belok .....	53
D. Mengukur Kemiringan Poros Kemudi .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>



# B A B I

## PENDAHULUAN

Buku yang berjudul "Laras Imbang Roda Depan" ini merupakan buku yang sangat erat kaitannya dengan buku-buku lain yang diterbitkan antara lain buku : Casis Otomotif, Kemudi dan Suspensi, Pemeliharaan dan Perbaikan Kemudi Suspensi dan judul-judul lain.

Laras Imbang Roda Depan (Front Wheel Alignment) sesungguhnya adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan tentang pengukuran, pemeriksaan dan penyetelan pasa bagian kemudi dan suspensi. Hal ini sangat mempengaruhi tentang berat-ringan pengemudian, tarikan kekiri-kekanan dan kelurusan roda, juga untuk menghindari pemakaian/keausan ban yang tidak merata antara satu sisi dengan yang lain.

Untuk mengetahui dan menjamin hal-hal tersebut diatas, pada prinsip-prinsip laras imbang roda depan terdapat sudut-sudut antara lain sudut kester (Caster), kembar (Camber), sudut inklinasi kemudi (steering axis inclination), radius perputaran (turning radius) dan toe in.

Sudut-sudut tersebut di atas didesain oleh pabrik sedemikian rupa untuk memenuhi tuntutan yang diinginkan.

Karena konstruksi dan ukuran setiap mobil berbeda-beda maka lebar setiap sudutpun akan tidak sama antara satu mobil dengan mobil lain.

### A. Sudut-sudut Laras Imbang Roda Depan,

#### 1. Kester

Kester adalah sudut yang mengontrol pengemudian atau arah kelurusan kendaraan sewaktu berjalan. Sudut ini terbentuk oleh garis tegak lurus (true vertikal) dengan garis sumbu king pin atau ball joint atau spindle support arm yang dilihat dari samping atau sisi kendaraan. Sudut kester dapat ditemui lebarnya minus derajat, nol derajat dan positif derajat. Kester yang sudutnya minus ( $- X^{\circ}$ ) adalah bila garis sumbu kingpin atau ball joint berada dibagian depan garis tegak lurus.

Sedangkan sudut kester positif ( $+ X^{\circ}$ ) adalah garis sumbu king pin atau

ball joint berada dibagian belakang garis tegak lurus sudut kester dengan  $0^\circ$  adalah garis sumbu kingpin atau ball joint sejajar dengan garis tegak lurus. Sudut-sudut tersebut baik positif maupun minus, efeknya akan sama terhadap pengemudian hanya dibedakan desain kendaraannya.

## 2. Kember

Sudut kember adalah sudut yang mengontrol pemakaian ban (tire wearing) dan juga membantu mengarahkan kendaraan (directional control). Sudut ini dibentuk oleh garis tegak lurus (true vertical) dengan garis sumbu roda yang dilihat dari depan. Apabila kemiringan roda bagian atas mengarah ke bagian luar dari garis tegak lurus maka sudut ini adalah sudut kember positif dan bila bagian atas menghadap ke dalam maka terbentuk sudut kember negatif.

## B. Pengukuran dan Penyetelan

Sebelum penyetelan sudut-sudut laras imbang roda depan perlu diadakan pengukuran dan pemeriksaan pada bagian-bagian yang menentukan hasil penyetelan. Pengukuran adalah bagian dari diagnosa untuk dapat menentukan bagian mana dari sudut laras imbang yang perlu disetel. Hasil pengukuran yang teliti sangat bermanfaat untuk penyetelan. Disamping pengukuran-pengukuran, juga perlu diadakan pemeriksaan antara lain keausan ban apakah merata atau ada keausan yang berlebihan pada bagian atau sisi tertentu. Hal ini akan menjadi dasar untuk menentukan apa yang perlu disetel. Disamping pemeriksaan pada komponen, juga perlu menjadi perhatian apakah ada beban atau muatan kendaraan yang tentunya mempengaruhi hasil pengukuran dan penyetelan.

Untuk menjamin hasil pengukuran yang akurat, tersedia berbagai bentuk alat ukur mulai dari alat ukur yang paling sederhana secara manual sampai pada alat ukur yang komplis bahkan sekarang sudah banyak alat ukur yang dikendalikan dengan komputer.

Penyetelan dilakukan dengan menyesuaikan spesifikasi yang telah ditentukan oleh pabrik untuk setiap jenis pengukuran dan penyetelan dapat dilihat pada bab-bab selanjutnya dalam buku ini.

## B A B II

### LARAS IMBANG RODA DEPAN (FRONT WHEEL ALINEMENT)

#### A. Prinsip-prinsip Laras Imbang Roda Depan

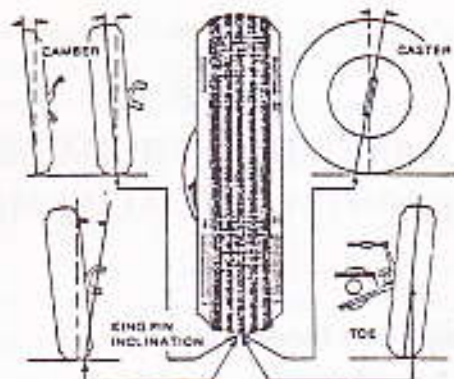
Ada lima sudut yang menentukan sebagai dasar Laras Imbang Roda Depan yaitu : "Caster", "Camber", "Steering axis Inclination", "Turning radius" dan "Toe in".

Sudut-sudut tersebut di atas dirancang oleh pabrik dengan tujuan dapat mendistribusikan beban kendaraan pada bagian yang bergerak seperti suspensi dan roda, penggunaan ban secara baik dan pengontrolan kemudi pada kendaraan secara nyaman.

Yang penting harus dimengerti adalah apa sudut-sudut tersebut, tujuan dan fungsinya, sudut yang mana yang memberikan efek pada keausan ban, sudut mana yang memberikan efek pada keausan ban, sudut mana yang memberikan efek pada kemudi, sudut mana yang dapat di stel dan sudut mana yang tidak dapat di stel. Dalam mempelajari prinsip Laras Imbang Roda Depan bahkan dalam praktek, selalu dimulai dari sudut caster, dan berakhir dengan toe in. Spesifikasi dari pabrik mobil memberikan toleransi jarak setiap sudut.

Gambar 2.1. memperlihatkan sudut-sudut yang disebutkan di atas. Berikut ini akan dibahas satu persatu tentang apa sudut tersebut, bagaimana terbentuknya sudut tersebut serta apa efeknya terhadap mobil.





Gambar 2.1 Prinsip Laras Imbang Roda Depan.

## B. Sudut-sudut Laras Imbang Roda Depan

### 1. Kester (caster)

Kester ini merupakan sudut yang pertama akan dibahas pada prinsip Laras Imbang Roda Depan. Kester merupakan sudut yang akan nte- ngontrol pengemudian atau arah kelurusan kendaraan sewaktu berjalan. Jadi bukan untuk mengontrol pemakaian (keausan) ban. Gambar 2.2 dan gambar 2.3 memperlihatkan sudut kester baik sudut positif terhadap garis tegak lurus maupun sudut negatif. Melihat sepintas pada gambar 2.2 dan 2.3, dapat ditarik kesimpulan bahwa sudut kester dibentuk oleh garis tegak lurus (true vertical) yaitu  $0^\circ$  dengan garis lurus king pin atau ball joint atau spindle support arm yang dilihat dari samping kendaraan. Kalau garis lurus king pin atau spindle support arm berada dibagian belakang dari garis tegak lurus, dikenal dengan "kester positif" (Gbr 1.2). Kalau garis lurus king pin atau ball joint berada dibagian depan garis tegak lurus, dikenal dengan "kester negatif" (Ghr. 2.3).

Dan tentunya apabila spindle support arm tegak lurus dari atas ke bawah, berarti kester akan menjadi  $0^\circ$  (nol derajat).

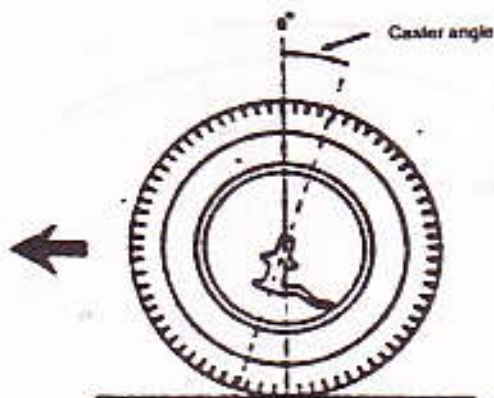
Tujuan kester pada kendaraan adalah untuk mengontrol kendaraan supaya roda depan selalu lurus kedepan atau kembali keposisi lurus



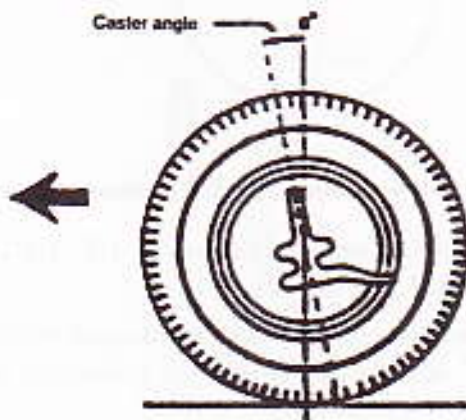
setelah dibelokan.

Untuk mengukur atau menentukan sudut kester, garis tegak lurus selalu menjadi patokan dan diukur dalam derajat.

Dalam pengukuran garis tegak lurus  $0^{\circ}$  selalu menjadi titik permulaan. Kalau kita berbicara tentang derajat, berarti kita mengukur bagian dari suatu lingkaran yang secara lengkap adalah sama dengan  $360^{\circ}$  (gambar 2.4), dimulai dari  $0^{\circ}$  atau tepat jam 12 atau garis tegak lurus.

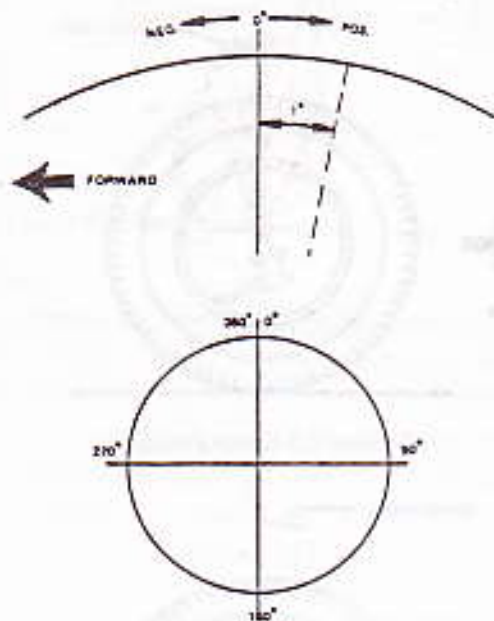


Gambar 2.2 Kester Positif



Gambar 2.3 Kester Negatif

Bergerak ke arah jarum jam sampai jam 3 atau sama dengan  $90^{\circ}$ . Bergerak terus didapatkan sudut  $180^{\circ}$  pada posisi jam 6. Tiga perempat perputaran memutar lingkaran atau pada posisi jam 9, mendapatkan sudut sama dengan  $270^{\circ}$ . Dan kita mendapatkan sudut  $360^{\circ}$  secara lengkap dari suatu lingkaran apabila sampai kembali pada posisi jam 12. Kalau kita memperhatikan gambar 2.5, diambil  $1^{\circ}$  ke arah kanan dan dinamakan derajat positif (P) sedangkan  $1^{\circ}$  ke arah kiri atau berlawanan arah jarum jam, dinamakan derajat negatif ( - ); diambil patokan dari titik  $0^{\circ}$ .



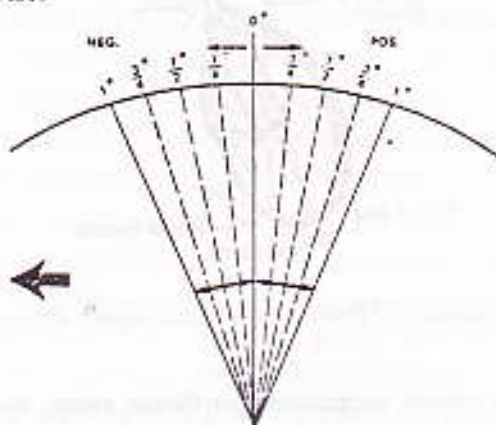
Gambar 2.4 Pengukuran Derajat Lingkaran

Dari  $1^{\circ}$  dapat dibagi dalam empat bagian yaitu :  $1/4^{\circ}$ ,  $1/2^{\circ}$ ,  $3/4^{\circ}$  dan  $4/4^{\circ}$  untuk setiap sisi (Positif dan Negatif).

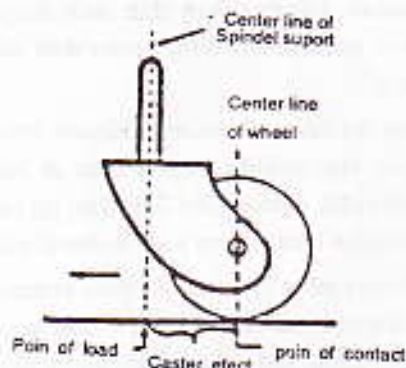
Perlu sekali lagi menjadi catatan bahwa pembacaan derajat selalu berdasar pada titik  $0^{\circ}$  kester pada permobilan prinsipnya sama efeknya dengan kester pada kereta dorong (gbr. 2.6).

Garis lurus spindel merupakan titik beban, sedangkan garis lurus roda

merupakan titik kontak pada jalan. Jarak antara titik beban (Point of load) dengan titik kontak (point of contact) dinamakan "Caster effect". Keadaan seperti inilah yang membuat roda dengan caster effect akan selalu berjalan lurus dan berusaha kembali keadaan lurus pada saat membelok. Semakin besar caster effect, semakin besar kecenderungan roda untuk bereaksi dan semakin kecil caster effect, semakin kecil pula kecenderungan roda untuk bereaksi kearah lurus. Contoh lain yang menunjukkan tentang prinsip kester ialah pada sepeda dayung dan sepeda motor.

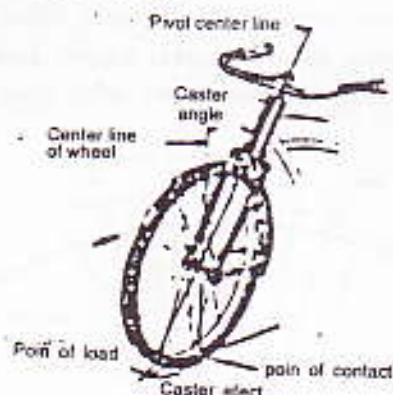


Gambar 2.5 Tanda negatif dan positif pada pengukuran Caster.



Gambar 2.6 Prinsip kester pada kereta dorong

Kester positif yang banyak akan memberikan kemudahan kepada pengendara sepeda untuk mengarahkan sepeda. Kester effect yang ada pada gambar 2.7 adalah jarak antara titik beban (point of load) yaitu titik yang didapatkan dari perpanjangan garis lurus garpu dengan titik kontak pada jalan (point of contact).



Gambar 2.7 Prinsip caster pada sepeda dayung

Kalau garpu sepeda mengalami perubahan sudut, mungkin mendekati garis tegak lurus, maka akan menimbulkan efek terhadap pengemudian sepeda tersebut. Keseimbangan dalam mengendarai sepeda akan berkurang, berat untuk dikemudikan dan sulit berjalan lurus. Hal ini terjadi karena adanya perubahan sudut kester dari sudut positif terbesar ke sudut mendekati  $0^{\circ}$ .

Kedua yang sama terjadi pada mobil. Kester Positif akan terbentuk apabila ujung bagian atas spindle support arm di belakang garis tegak lurus yang ditarik dari titik beban (Gbr 2.8). Hal ini akan memungkinkan kendaraan selalu berjalan lurus tanpa roda kemudi ditahan.

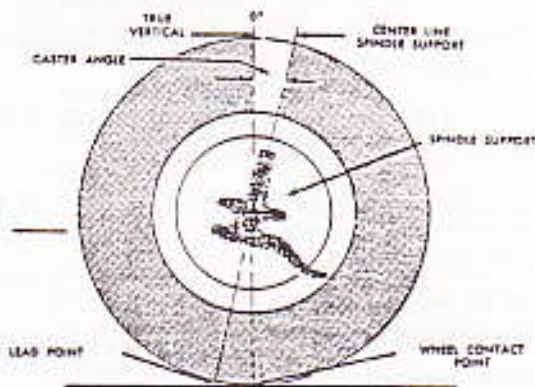
Apabila akan memasuki jalan membelok, roda kemudi diputar untuk mengarahkan roda karena roda cenderung untuk berjalan lurus. Setelah keluar dari jalan membelok, roda akan kembali mengarah ke posisi lurus secara otomatis.



Kalau kita mengamati bahwa kembalinya roda kemudi secara otomatis ini adalah diakibatkan oleh adanya efek dari kster (caster of effect).

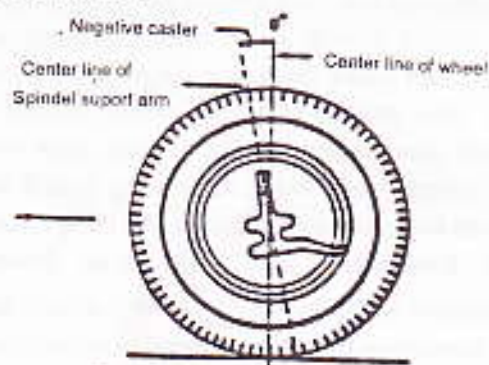
Pada kenyataan sekarang banyak mobil penumpang yang dirancang dari pabrik dengan prinsip kster negatif. Alasan dibuatnya prinsip kster negatif adalah untuk memperingan pengemudian mobil pada kecepatan lambat, dan pengemudian kendaraan dalam kota. Kster negatif, kebalikan dengan kster positif, yaitu garis lurus spindle suport arm berada didepan garis tegak lurus yang ditarik dari titik beban (gambar 2.9). Pada kenyataannya bahwa mobil dengan kster negatif tidak memberikan kestabilan pada jalan lurus dibandingkan mobil yang menggunakan kster positif. Jika dapat ditarik kesimpulan bahwa mobil dengan kster positif akan memberikan kestabilan mengemudi pada jalan lurus dan dapat kembali secara otomatis pada saat membelok.

Sedangkan mobil dengan kster negatif akan memberikan keringanan dalam mengemudian mobil pada kecepatan lambat. Untuk mendapatkan dua keuntungan sekaligus di atas tadi, sekarang umumnya kendaraan agak besar menggunakan kster positif dan untuk memperingan pengemudian digunakan Power steering. Banyak juga pabrik sekarang yang tetap merancang mobil dengan kster yang lain yaitu "steering axis inclination", dan menggunakan roda yang lebar. Roda yang lebar juga



Gambar 2.8. Kster Positif

akan memberikan kestabilan pengemudian kearah lurus. Untuk hal tersebut sekarang sudah umum digunakan ban-ban radial dengan perbandingan lebar yang lebih besar.



Gambar 2.9. Kester Negatif

a. Road Crown

Setiap jalan bebas hambatan dikonstruksi dengan bagian tengah jalan dibuat agak tinggi atau mempunyai puncak ditengah dan perlahan miring ke masing-masing sisi jalan.

Keadaan ini dinamakan "Road Crown" atau "Pitch". Pada saat kendaraan berjalan di atas jalan bebas hambatan, beban kendaraan seolah-olah mengarah ke luar ke sisi jalan yang lebih rendah. Apabila Road Crown tersedia dengan baik pada jalanan, pengemudi akan menahan roda kemudi secara terus menerus untuk mengimbangi jalan yang miring ke sisi.

Karena kalau tidak demikian mobil akan tertarik ke sisi jalan yang lebih rendah dan keluar dari jalan beraspal.

Untuk mengatasi hal tersebut, sudut kester (Caster angle) digunakan untuk mengimbangi penarikan mobil kesisi jalan yang lebih rendah. Dengan demikian pengemudi tidak lagi menahan roda kemudi secara terus menerus. Perlu diingat bahwa "Caster" adalah sudut untuk mengontrol kelurusan pengemudian bukan untuk mengontrol pemakaian atau keausan ban.

Untuk mengatasi penarikan kendaraan akibat "Road Crown", sudut kester dibuat lebih besar ke arah positif pada roda sebelah kiri yaitu

roda yang berada pada jalan yang rendah, sebagai contoh, kita mengambil  $1/2^{\circ}P$  pada roda sebelah kanan, sedang pada roda sebelah kiri diset dengan  $1^{\circ}P$ . Jadi pada roda sebelah kiri akan memberikan efek kester yang lebih besar dari pada roda sebelah kanan sehingga dapat mengimbangi sisi jalan bagian tengah yang agak tinggi.

Sudut kester positif akan memberikan kecenderungan pada roda depan untuk mengarah ke "Toe in" yang lebih besar.

Akibat variasi sudut-sudut roda, juga akan mempengaruhi perbedaan penggunaan atau keausan ban satu dengan yang lainnya.

#### b. Pembacaan Sudut Kester

Untuk membaca atau menentukan sudut kester, digunakan pengukur kester/kember tipe mahnit, yang dipasang pada hub roda depan. Disamping tipe mahnit, ada juga alat yang digunakan untuk mengukur laras imbang roda depan dengan sistem proyeksi sinar disebut "Optical wheel Aligment".

Dalam buku ini akan diuraikan pembacaan sudut-sudut laras imbang roda depan dengan menggunakan tipe mahnit karena lebih simpel dan mudah dimengerti (gambar 2.10).

Urutan penggunaan akan sangat tergantung pada jenis alatnya namun prinsip akan tetap sama sebagai contoh dapat diikuti sebagai berikut.

Pertama, posisikan mobil pada keadaan lurus untuk menormalkan ketinggian suspensi depan, dan tahan pedal rem dalam keadaan tertekan untuk mengunci semua roda, Keadaan ini harus dilakukan untuk semua jenis mobil sebelum mengadakan pembacaan sudut. Penekanan pengereman dimaksudkan untuk pengaman supaya roda tidak bergerak atau berputar pada saat pengukuran.

Langkah Pertama, Roda depan duduk di atas "Turning Radius Gauge" dalam posisi lurus ke depan, dan pasang alat ukur.

Skala pengukuran di stel sampai menunjukkan pembacaan nol pada kedua sisi roda kendaraan.

Perlu menjadi catatan bahwa kedua roda depan harus lurus dengan kedua roda belakang.





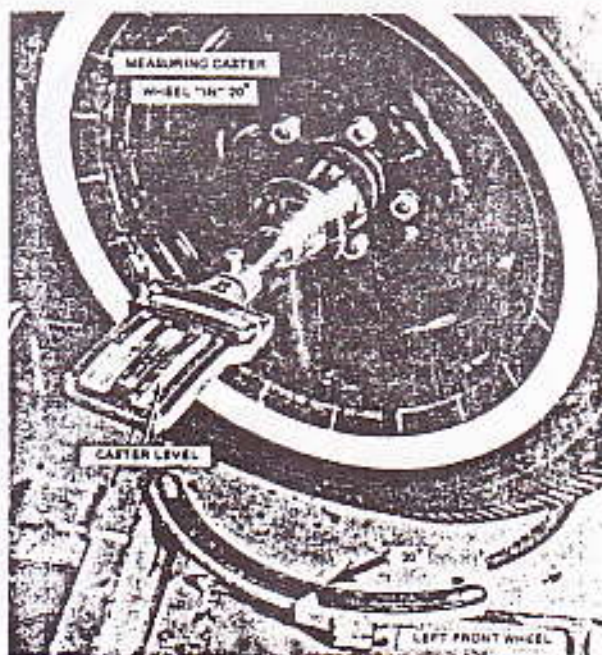
Gambar. 2.10 Magnetic Caster/Camber Gauge

Langkah kedua, dimulai pada sisi roda yang dekat dengan pengemudi, putarkan roda ke arah dalam menuju pusat kendaraan, sampai turning radius scale menunjukkan posisi  $20^{\circ}$ . Dengan skrup penyetel yang berada pada bagian bawah alat ukur, stel jalur kaster sampai gelembung menunjukkan nol.

Gambar 2.11 menunjukkan pengukuran sudut kaster pada roda sebelah kiri dengan roda kemudi pada sisi kiri. Jadi pengukuran dimulai pada roda depan bagian kiri,

Langkah Ketiga : Putarkan kembali roda ke arah luar sebesar  $20^{\circ}$  berarti roda telah berjalan memutar sebanyak  $40^{\circ}$ , karena mulai dari  $20^{\circ}$  dari dalam ke  $0^{\circ}$  dan dari  $0^{\circ}$  keluar sampai  $20^{\circ}$  (Gambar 2.12) sekarang sudut kaster pada roda sebelah kiri dapat dibaca pada roda sebelah kiri dapat dibaca pada "Caster Scale", pada tengah-tengah gelembung.

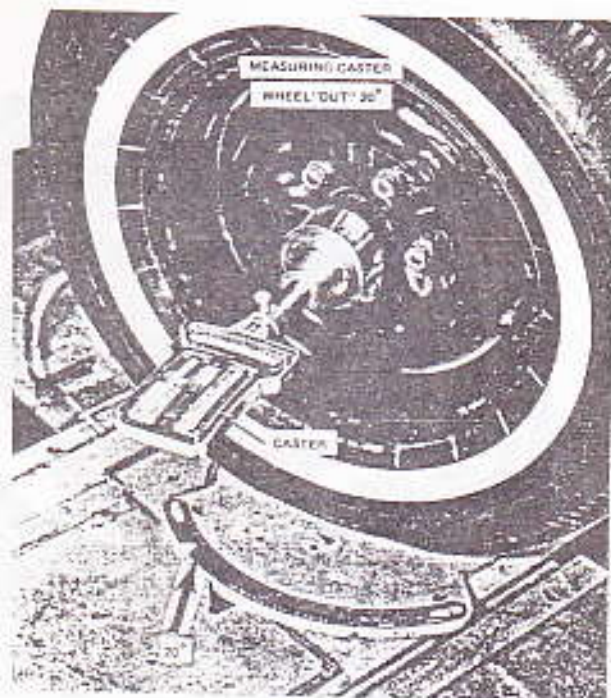




*Gambar. 2.11 Pengukuran sudut kester.  
Memutar roda sebelah kiri 20o ke dalam.*

Catatan : Sudut kester Positif dapat ditunjukkan oleh gelembung yang berada mendekati roda dilihat dari titik nol. Sedangkan sudut kester negatif ditunjukkan oleh gelembung yang berada menjauhi roda, dilihat dari titik nol.

Langkah ke empat, Untuk roda sebelah kanan, mengikuti prosedur roda sebelah kiri.



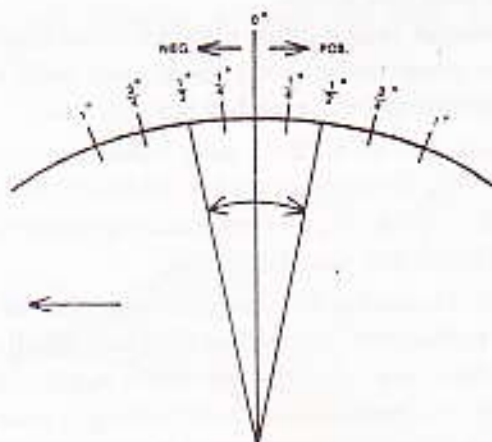
Gambar. 2.12 Pengukuran sudut kester roda kiri diputar 20o ke luar.

c. Penentuan Pembacaan Sudut Kester

Setiap pembacaan sudut kester untuk kedua roda depan akan ditentukan oleh rekomendasi pabrik dengan ketentuan khusus antara lain : model kendaraan, tahun pembuatan ataupun kendaraan untuk keperluan khusus.

Dalam buku petunjuk pabrik, tidak ditentukan secara pasti berapa sudut kester untuk mobil tertentu, baik roda depan kiri maupun roda kanan, tetapi hanya merupakan batas yang diizinkan yaitu batas minimum sampai batas maksimum, jadi kedua roda depan harus berada dalam jarak batas yang diizinkan.

Sebagai contoh untuk sebuah mobil, spesifikasi sudut kester berada antara  $1/2^{\circ}N$  sampai  $1/2^{\circ}P$ . Seperti terlihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Sudut kester  $1/2^{\circ}N$  sampai  $1/2^{\circ}P$ .

Roda Kanan	roda Kiri
$1/2^{\circ} N$	$0^{\circ}$
$1/4^{\circ} N$	$1/4^{\circ} P$
$0^{\circ}$	$1/2^{\circ} P$

Sering terjadi bahwa tidak mutlak untuk menyetel kedua kester roda depan untuk sebuah pekerjaan. Katakanlah apabila kita mengecek suatu mobil dan mendapatkan data. Sudut kester untuk roda sebelah kanan sebesar  $1/4^{\circ}N$  dan untuk roda sebelah kiri sebesar  $3/4^{\circ} P$  sebagai catatan : (1) Bahwa roda sebelah kiri sudut kesternya diluar spesifikasi dan (2), bahwa sudut kester kedua roda lebih besar dari  $1/2^{\circ}$ .

Oleh karena roda sebelah kanan sudah berada dalam batas spesifikasi yang ditentukan, berarti dalam hal ini roda sebelah kiri saja yang membutuhkan penyetelan.



d. Ban Radial Dan Kester

Keuntungan yang dimiliki oleh ban radial adalah menyediakan kestabilan pengemudian yang tinggi serta lebih simpel penangannya jika dibandingkan dengan ban konvensional.

Ada satu atau lebih "Belt" yang terbuat dari baja atau Plyester atau rayon yang secara keseluruhan mengitari ban pada bagian bawah tapak ban yang berfungsi mendukung tapak/telapak ban dan mengatasi kelenturan yang berlebihan.

Dengan adanya hal tersebut, pada waktu mobil berjalan akan menjamin kestabilan pengemudian yang baik sekali serta dapat memperkuat tapak ban sehingga ban dapat betahan lama. Pada dinding samping ban radial akan fleksibel sehingga akan membantu kualitas gesekan peluncuran kendaraan. Dengan hal tersebut, pada waktu mobil berjalan, akan menjamin kestabilan pengemudian yang baik sekali serta dapat memperkuat tapak roda sehingga roda dapat betahan lama.

Dengan konstruksi yang dimiliki oleh ban radial berbeda dengan konstruksi ban konvensional maka apabila ban radial dipasang pada mobil yang telah dirancang untuk menggunakan ban konvensional, dalam hal ini sudut kester akan distel ke arah positif yang lebih besar dari spesifikasi pabrik yang telah ada. Dengan demikian pengemudian mobil akan lebih nyaman dan kestabilan lebih baik jika dibandingkan ban konvensional.

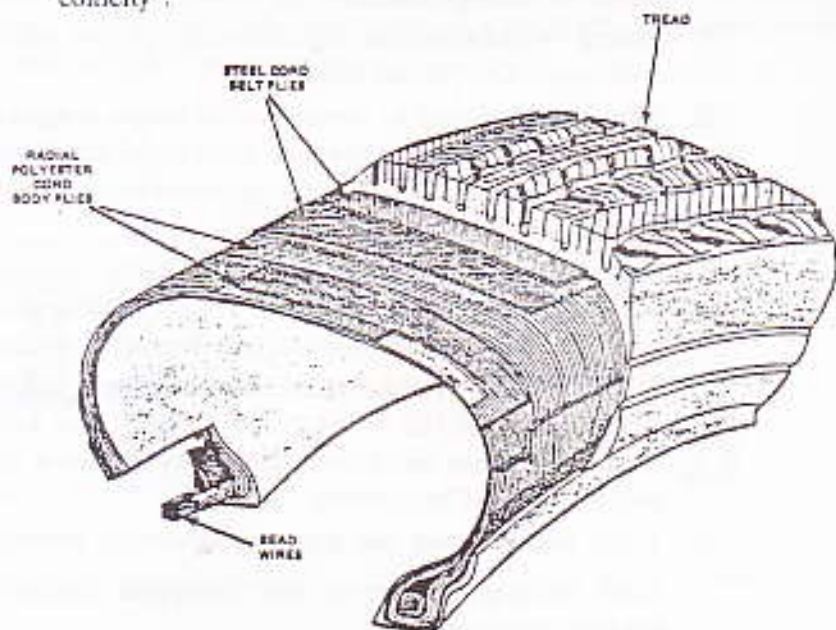
Kalau di atas tadi telah diuraikan keuntungan penggunaan ban radial, bukan berarti tidak mempunyai kelemahan.

Gangguan yang sering terjadi adalah apabila dalam pembuatan ban radial, bel tidak melintas secara sempurna mengelilingi ban, maka pada saat mobil meluncur dengan kecepatan tinggi, roda akan menggelinding di atas dipasang pada kedua roda belakang dan apabila mobil berjalan dalam kecepatan agak tinggi akan terjadi istilah "Dog track" atau dengan kata lain roda belakang tidak paralel dengan roda depan.

Dalam banyak hal gangguan pada ban radial yang menarik atau roda



tidak paralel jalannya, kemungkinan besar gangguannya adalah "conicity".



Gambar 2.14 Konstruksi Ban Radial

e. Langkah Awal Sebelum Melakukan Pengukuran Laras Imbang Roda Depan

Sebelum melakukan pengukuran atau pembacaan sudut-sudut laras imbang roda depan, ada beberapa hal yang harus dilakukan untuk semua jenis mobil. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Posisikan mobil di atas "wheel alinement rack" selurus mungkin
- 2) Roda depan harus betul-betul berada ditengah "turning radius gauges"
- 3) Periksa tekanan udara dalam ban harus disesuaikan dengan spesifikasi yang ada.

- 4) Dongkrak bagian depan kendaraan dan periksa kelonggaran bantalan (bearing). Lakukan penyetulan apabila perlu.
- 5) Pasang "wheel alinement ring clamps and gauges" pada kedua roda depan. Cek "Wheel runout"
- 6) Turunkan kendaraan ke "turning radius gauges dengan pin pengunci dalam keadaan terpadang. Ingat posisi kendaraan tetap lurus ke depan dan roda depan tepat berada ditengah-tengah turning radius.
- 7) Periksa penunjukan pada "turning radius gauge" harus menunjuk angka nol. Kalau tidak, stel sampai menunjukkan nol, setelah itu lepaskan pin pengunci dari "turning radius gauges".
- 8) Pasang penekan pedal rem sehingga keempat roda dalam keadaan terkunci. Hal ini bukan hanya untuk faktor keamanan tetapi lebih utama untuk mencegah roda depan tidak berputar saat mengadakan pengukuran.
- 9) Tekan bagian depan dan belakang kendaraan beberapa kali untuk menempatkan posisi dan ketinggian suspensi pada keadaan sesungguhnya.
- 10) Lakukan pengukuran sudut laras imbang roda depan.

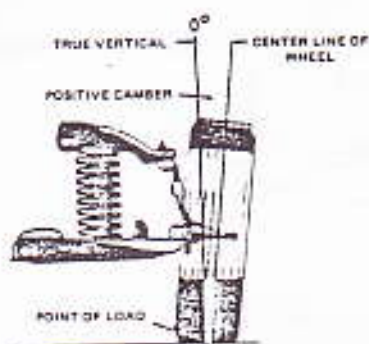
## 2. Kember (camber)

Sudut yang kedua dari prinsip laras Imbang Roda Depan adalah kember (camber). Hal ini merupakan sudut pemakaian ban (Tire wearing). Kalau keadaan sudut kember di luar spesifikasi atau beban kendaraan di atas beban yang normal maka akan mengakibatkan pemakaian ban berlebihan atau terjadi keausan yang sangat cepat dan tidak merata.

Sudut kember disamping untuk mengontrol pemakaian ban, juga akan berfungsi untuk mengarahkan kendaraan (directional control).

Sudut kember (camber angle) adalah sudut yang dibentuk oleh garis tegak lurus (true vertical) atau sudut nol derajat, dengan roda yang dilihat dari depan. Apabila kemiringan roda pada bagian atas mengarah ke luar dari garis tegak lurus, sudut ini dinamakan kember positif (gambar 2.15).

Apabila sudut kemiringan roda pada bagian atas mengarah ke dalam dari garis tegak lurus maka sudut ini dinamakan kember negatif (gambar 2.16). Dan apabila roda sejajar dengan garis tegak lurus maka sudut kember adalah  $0^{\circ}$  (nol derajat).



Gambar 2.15 Kember Positif



Gambar 2.16 Kember Negatif

a. Pemakaian Kember

Kember adalah sudut pemakaian/keausan ban karena kalau roda dimiringkan, maka diameter ban akan berubah pula.

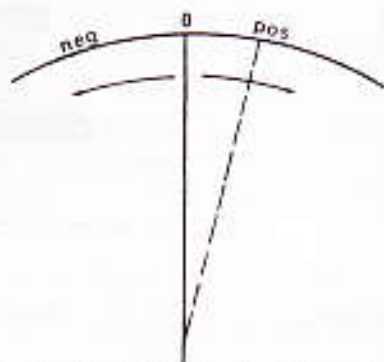
Kalau kemiringan roda ke arah keluar pada bagian atas (gambar 2.17), bagian luar ban diameternya akan lebih kecil jika dibandingkan dengan diameter ban bagian dalam. Secara teoritis, kalau mobil meluncur pada jalan bebas hambatan diameter ban yang lebih kecil akan slip di atas aspal, untuk mengimbangi kecepatan berputar bagian ban yang diameternya lebih besar. Hal inilah yang mengakibatkan keausan ban yang lebih cepat pada bagian luar dari pada bagian dalam.

Kemiringan juga akan membawa beban kendaraan ke salah satu sisi ban sehingga menyebabkan keausan juga pada salah satu sisi.

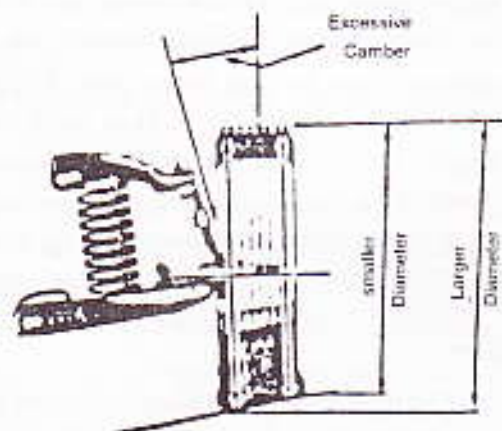
Kember positif yang berlebihan akan mengakibatkan keausan di sekeliling bagian luar ban.

Bagaimana sudut kember ini semakin membesar atau diatas dari spesifikasi yang ditentukan ? Ada dua alasan yaitu :

- 1) Mungkin penyyetelan tidak disesuaikan dengan spesifikasi saat diadakan penysetelan.
- 2) Beban kendaraan yang melebihi kebiasaan akan menyebabkan sudut kember roda akan berubah.



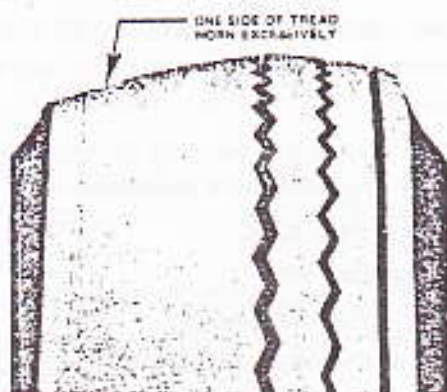
Gambar 2.17 Sudut kember diukur dari titik 0



Gambar 2.18 Kember positif yang berlebihan



Pada pemegasan tipe "Independent front suspension", disainnya memungkinkan bagian atas roda/ban dapat bergerak keluar dan ke dalam sedangkan bagian bawah ban yang berhubungan dengan jalan selalu pada posisinya.



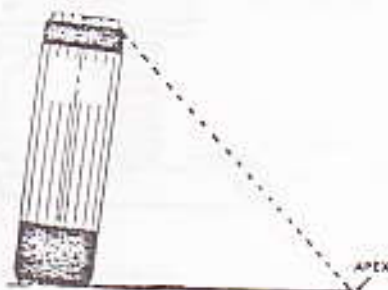
Gambar 2.19 Keausan Ban pada sisi bagian luar

b. Control Pengarah (directional Control)

Kember adalah juga sudut control pengarah. Roda yang miring akan meluncur mengelilingi puncak/titik kerucut seperti terlihat pada gambar 2.20. Ban seolah-olah seperti mangkok tempat es krim.

Kalau diletakkan di atas bidang yang rata, akan mengguling mengitari titik puncak kerucut mangkok.

Keadaan yang sama akan terjadi pada roda yang mempunyai sudut kember yang berlebihan.



Gambar 2.20 Roda yang miring akan mengitari titik puncak kerucut

Kalau kember positif berlebihan, roda akan cenderung berputar mengarah keluar dari garis lurus kendaraan.

Begitu pula kalau kember negatif berlebihan, roda cenderung berputar ke dalam mengarah ke garis sumbu kendaraan.

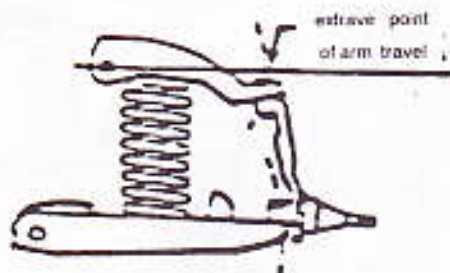
Jika dengan uraian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kendaraan akan selalu tertarik ke bagian sisi roda dengan kember yang berlebihan.

Pada zaman sekarang cenderung kendaraan telah menggunakan sudut kember yang lebih kecil karena beberapa alasan :

- 1) Roda yang lebih kecil
- 2) Ban yang lebih besar
- 3) Kecepatan yang lebih tinggi
- 4) Adanya steering axis inclination

c. Perubahan Kember

Seperti yang telah diuraikan terdahulu bahwa terjadinya perubahan sudut kember oleh karena terjadinya pembebanan kendaraan yang berubah-ubah. Hal ini terjadi pada suspensi jenis Independen yang mempunyai lengan pengontrol atas lebih pendek dari lengan pengontrol bawah. Kalau diadakan pengukuran ketinggian ball joint atas dalam keadaan normal, ada kecenderungan akan lebih rendah dari keadaan yang sesungguhnya (gambar 2.21).



Gambar 2.21. Suspensi bebas

Hal ini dimaksudkan supaya apabila terjadi pembebanan yang normal, pegas spiral akan sedikit tertekan sehingga ball joint bagian tas terangkat sampai ke titik yang terjauh keluar (extreme point).

Keadaan ini akan mengakibatkan penambahan sudut kember ke arah positif.

Dalam keadaan yang sama pula, berat pengemudi kemungkinan akan memperbesar sudut kember pada sisi dimana pengemudi duduk, dan sebaliknya pada sisi yang lain kember akan menjadi kecil mengarah ke titik  $0^0$  atau negatif.

Kalau ada penumpang yang duduk di samping pengemudi, hal ini akan membuat kember pada kedua roda depan kembali seimbang.

d. Tarikan Kember

Kalau berat pengemudi terlalu besar atau beban kendaraan tertumpuk pada salah satu sisi, kendaraan akan tertarik pada salah satu sisi karena perubahan sudut kember.

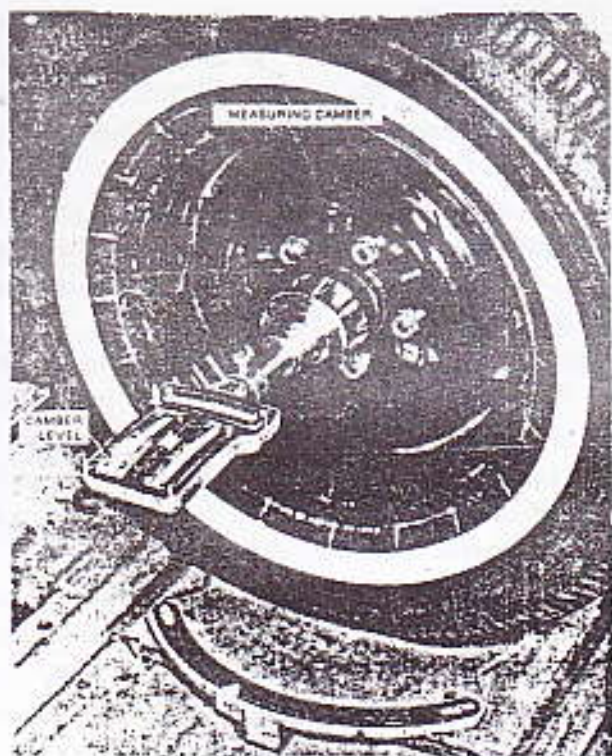
Keadaan ini akan terasa sekali bagi pengemudi yang sudah berpengalaman, sehingga untuk mengatasinya mudah yaitu mengatur posisi penumpang atau muatan kendaraan tersebut.

Kerusakan akibat kember yang tidak tepat;

- 1) Keausan ball joint sangat cepat
- 2) Kerusakan bantalan sangat cepat
- 3) Keausan tapak ban hanya pada salah satu sisi (kember negatif berlebihan terjadi keausan tapak ban bagian dalam; kember positif berlebihan, keausan tapak ban terjadi pada sisi bagian luar).
- 4) Perbedaan sudut kember pada kedua roda depan akan terjadi penarikan ke salah satu sisi.

e. Pembacaan Sudut Kember

Dalam pembacaan sudut kember, digunakan alat sama dengan yang digunakan untuk pembacaan sudut kester (gambar 2.20).

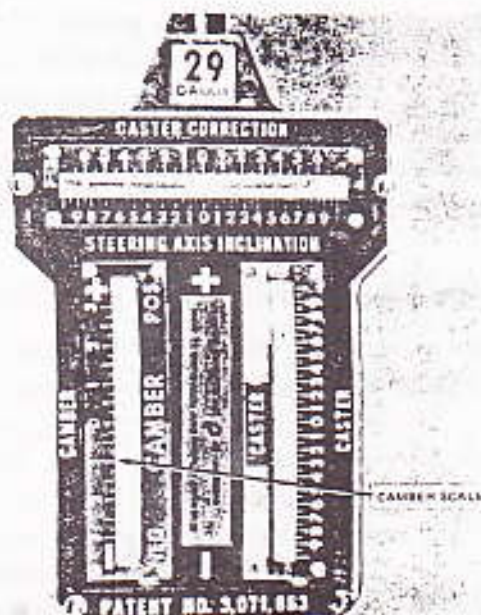


Gambar 2.22 Pembacaan sudut kember

Langkah pembacaan sudut kember adalah sebagai berikut :

- 1) Yakinkan bahwa tekanan ban dalam keadaan normal (sesuai spesifikasi).
- 2) Pedal rem harus dalam keadaan tertekan dan tidak ada beban diatas kendaraan.
- 3). Posisikan roda depan lurus ke depan.
- 4) Pasang pengukur pada salah satu hub roda depan dengan posisi horisontal.
- 5) Baca kember pada bagian tengah skala kember (gambar 2.23).
- 6) Ulangi urutan tersebut di atas, pada roda depan yang lain.





Gbr. 2.23 skala pembacaan kember pada sisi sebelah kiri  
Magnetic caster/Camber Gauge.

Pembacaan sudut kember dapat disesuaikan dengan jarak yang telah ditentukan, tergantung pada model kendaraan tahun pembuatan atau rancangan khusus.

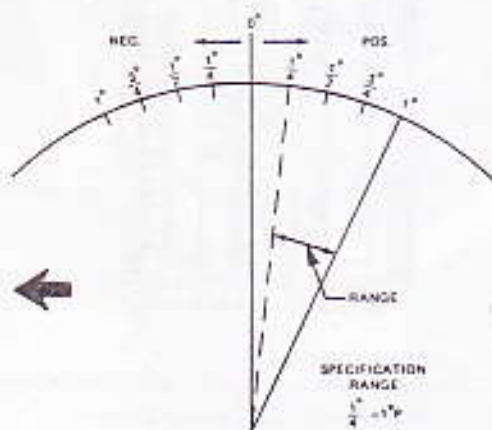
Seperti halnya pada kester, kember juga tidak secara pasti menentukan berapa seharusnya sudut kember tersebut.

Begitu pula untuk roda sebelah kiri dan kanan tidak ditetapkan secara pasti berapa perbedaannya. Yang ada hanyalah jarak/antara yang diizinkan, misalnya dari  $1/4^{\circ}$  sampai  $1^{\circ}$ .

#### PENENTUAN PEMBACAAN SUDUT KEMBER

Sebagai contoh diambil salah satu mobil dengan spesifikasi kember adalah  $1/4^{\circ}$  sampai  $1^{\circ}$ P dengan perbedaan maksimum kedua roda

depan adalah  $1/2^{\circ}$ . Seperti pada gambar 2.24 jarak kember antara kedua roda depan harus berada dalam jarak (range) yang telah ditentukan. Pengalaman baertahun-tahun bagi ahli permobilan memperlihatkan bahwa rata-rata pekerjaan laras imbangan roda depan dan rata-rata mobil keluarga telah meyakinkan bahwa kember yang paling baik adalah antara  $0^{\circ}$  sampai  $1/4^{\circ}$  P, pada kedua roda depan.



Gambar 2.24 Jarak antara kember pada kedua roda depan

### B A B III

## PEMERIKSAAN, PENGUKURAN DAN PENYETELAN LARAS LUBANG RODA DEPAN

#### A. Pemeriksaan Laras Imbang Roda dan Penyetelan Kember.

Ada tiga penyetelan pada laras imbang roda yaitu; kember, kester dan Toe-in. Sebelum mengukur dan menyetel laras imbang roda, terlebih dahulu memeriksa sistem suspensi dan sistem kemudi.

Sistem suspensi dan sistem kemudi setiap kendaraan harus memenuhi spesifikasi. Spesifikasi sudut dan jarak tertentu sangat menentukan hubungan seluruh bagian sistem. Bila semua ukuran masih dalam batas spesifikasi maka sistem masih baik.

Keausan setiap bagian sistem suspensi dan sistem kemudi menyebabkan perubahan letak satu bagian terhadap bagian lain. Ketidak rataan permukaan jalan dan henturan mengakibatkan salah satu bagian sedikit bengkok sehingga menambah lebih banyak perubahan antar bagian. Pabrik memperbolehkan batas-batas keausan dan kerusakan dengan penyetelan-penyetelan.

Laras imbang roda adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan penyetelan-penyetelan yang dilakukan pada sistem suspensi dan kemudi. Ada dua tahap pemeriksaan laras imbang roda; 1. Pengukuran 2. Penyetelan. Penyetelan didahului oleh pengukuran.

Pengukuran menentukan perlu dilakukan penyetelan dan berapa besarnya penyetelan. Pengukuran adalah bagian dari diagnosa untuk pelengkap dasar penyetelan. Pengukuran baru bermanfaat bila dilakukan secara teliti dan seksama.

Spesifikasi besarnya sudut berkisar kurang dari satu derajat dengan toleransi seperempat derajat. Dengan alasan ini maka harus dipikirkan hal-hal yang mempengaruhi laras imbang roda sebelum melakukan pengukuran. Keausan bantalan, engsel roda yang terlalu aus dan pegas yang sudah lemah akan dapat menyebabkan pengukuran kurang presisi.

Pabrik menyarankan agar perlu dilakukan pemeriksaan awal laras imbang roda pada bagian-bagian berikut :

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1. Ban                   | 5. Setelan bantalan roda      |
| 2. Tinggi suspensi       | 6. Keausan engsel bola        |
| 3. Kebebasan roda kemudi | 7. Busing dan lengan suspensi |
| 4. Sok breker            | 8. Tuas kemudi                |
| 9. Busing dan stabiliser |                               |

1. Pemeriksaan Kendaraan.

- a. Pemeriksaan tempat barang, kemungkinan ada barang-barang berat yang dapat mempengaruhi tinggi suspensi. Dongkrak dan alat-alat kunci biarkan berada dalam kendaraan.
- b. Periksa ukuran dan tekanan ban, harus sama serta keadaan keausan ban tidak terlalu banyak berbeda, demikian pula terhadap roda belakang. Periksa dan samakan tekanan ban sesuai petunjuk.
- c. Periksa tinggi suspensi. Periksa kemungkinan pegas patah atau tidak bebas.
- d. Pada posisi kendaraan lurus kedepan, periksa kebebasan roda kemudi.
- e. Periksa sokbreker dengan menekan keempat sudut kendaraan. Periksa kebocoran minyak sokbreker. Periksa baut gantungan dan busing sokbreker.

2. Memeriksa Kendaraan dalam Keadaan terangkat

- a. Periksa pemasangan bantalan roda. Setel bila perlu. Bila bantalan kendor, lepas dan bersihkan. Periksa keausan bantalan. Ganti bila perlu.
- b. Periksa keadaan engsel bola. Bila sudah longgar kesamping atau ke atas, perlu diganti.  
Perhatikan cara menunjang kendaraan, sesuai dengan jenis engsel bola.
- c. Periksa kerusakan lengan suspensi. Periksa pula keausan busing.
- d. Periksa kelonggaran bagian-bagian tuas kemudi.
- e. Periksa batang stabiliser, gantungan, sambungan dan keausan busing.



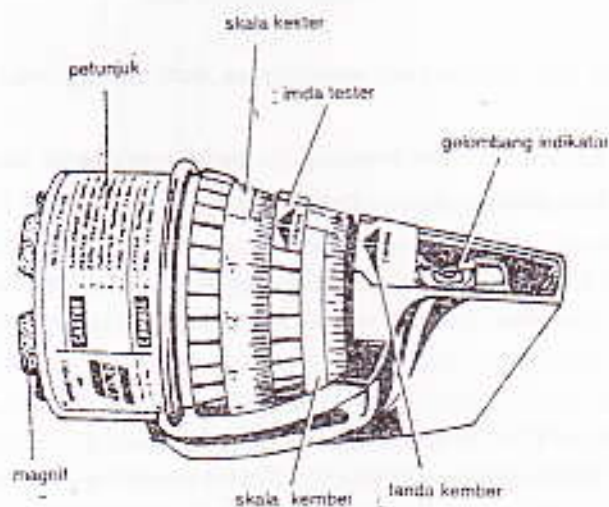
Kerusakan yang ditemukan harus diperbaiki dahulu sebelum melakukan pengukuran laras imbang roda.

### 3. Alat Ukur Sudut Kember

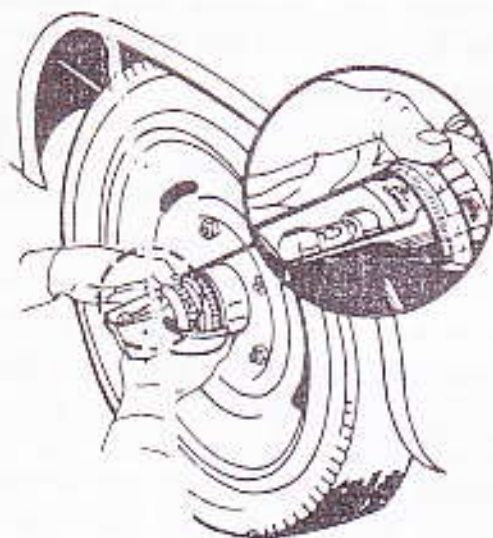
Sudut kember mudah diamati, yaitu dengan memperhatikan kemiringan roda. Bila sudut kember tidak betul, dapat diamati pada keausan ban, oleh karena itu maka sudut kember perlu diperiksa pertama kali. Sudut kember diperiksa untuk menentukan :

- Apakah sudut kember masih dalam batas-batas spesifikasi ?
- Berapa besar sudut kember yang diperbaiki ?
- Kearah mana sudut kember perlu disetel, positif atau negatif ?

Banyak sekali alat ukur untuk mengetahui besarnya kemiringan roda, diantaranya alat ukur dipasang pada roda atau pada hub roda, menggunakan magnet, gambar 3.1. Alat ini menggunakan alat yang menggunakan gelas. Kemiringan roda arah positif atau negatif diketahui dari letak gelembung dalam gelas ukur, gambar 3.2.



Gambar 3.1 Alat ukur laras imbang roda.



*Gambar 3.2 Alat ukur larasimbang roda bermagnet dipasang pada hub.*

Selain dari pada itu awal pemeriksaan larasimbang roda, kember harus diukur;

- 1) Kendaraan harus berada pada tempat yang benar-benar datar.
  - 2) Kendaraan atau roda harus pada posisi menghadap lurus ke depan.
- Kedua keadaan ini perlu dilakukan tanpa memikirkan dengan alat apa sudut kember diukur. Selanjutnya petunjuk pengukuran sudut kember, perlu mengikuti buku petunjuk menggunakan alat tersebut.

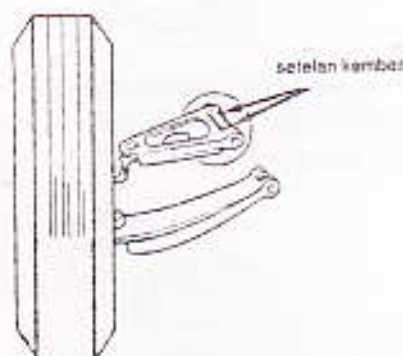
#### 4. Penyetelan Sudut Kember

Sudut kember disetel dengan mengubah sikap roda miring ke luar atau ke dalam. Banyak sekali cara untuk melakukan perubahan kemiringan roda. Sebelum mencoba menyetel sudut kember, perlu diketahui dahulu jenis penyetelan yang terdapat pada roda dan letaknya. Ada beberapa kendaraan, sudut kember tidak dapat disetel. Bila hasil pengukuran tidak sesuai dengan spesifikasi, ini disebabkan karena ada bagian yang rusak atau mudah aus. Untuk memperbaiki keadaan ini bagian yang aus

atau rusak perlu diganti. Cara-cara penyetelan sudut kember, ikuti petunjuk berikut ini.

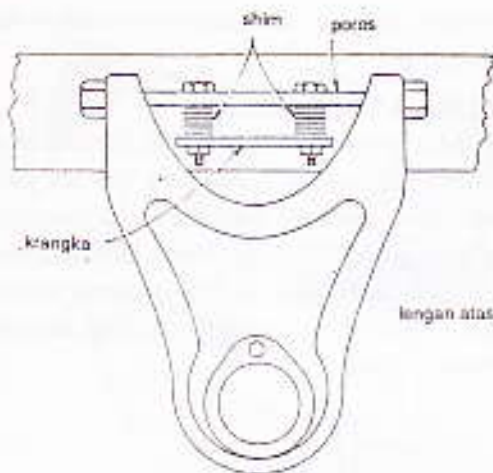
5. Shim Pada Lengan Suspensi Atas.

Penyetelan sudut kember pada beberapa kendaraan dengan menambah atau mengurangi Shim atau spasi yang terletak pada ujung dalam lengan suspensi atas gambar 3.3 engsel poros lengan suspensi atas, tidak langsung dibaut pada kerangka. Shim ditempatkan antara poros dan dudukannya pada kerangka. Pada kendaraan tertentu Shim dipasang pada lengan suspensi atas sehingga ia akan menjauh atau mendekati pusat kendaraan, Gambar 3.4

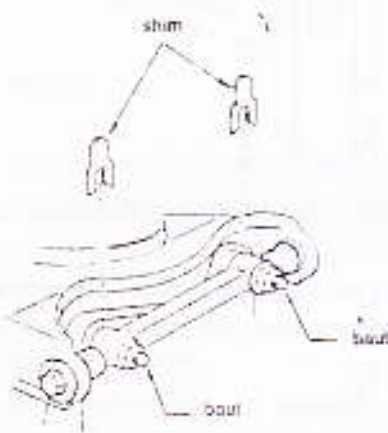


Gambar 3.3 Letak Shim untuk menyetel sudut Kember.

Menambah Shim akan menggerakkan lengan atas suspensi lebih masuk ke dalam sehingga menambah besar sudut kember arah negatif. Sebaliknya melepas Shim, lengan suspensi akan menambah besar sudut kember positif. Dengan mengendorkan baut pengikat, Shim dapat dilepas atau ditambah Shim Gambar 3.5 memperlihatkan pemasangan shim bentuk U untuk mendapat sudut kember yang diinginkan.



Gambar 3.4 Letak penempatan Shim.  
 Melepas Shim berarti lengan atas suspensi mengarah ke luar sehingga merubah sudut kembar arah positif.



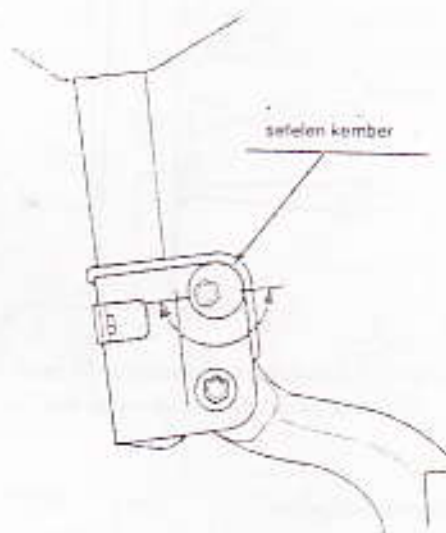
Gambar 3.5 Shim berbentuk U yang dipasang diantara kerangka dan poros lengan suspensi atas untuk menyetel besar sudut kembar.



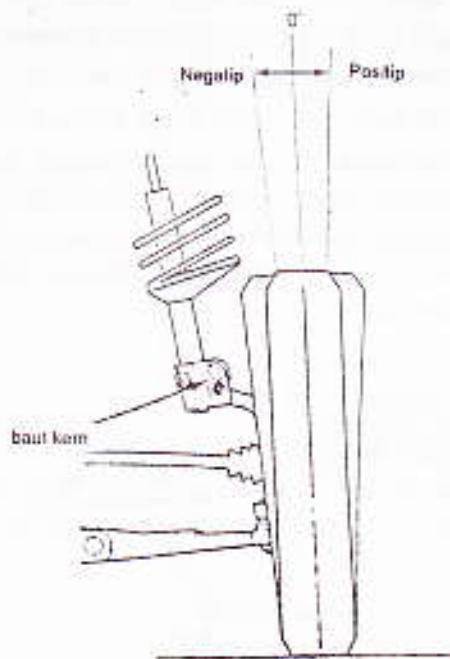
Ketebalan Shim biasanya tersedia 1/32 in, 1/16 in dan 1/8 in. Adakalanya tebal Shim dibuat dalam ukuran 0,03 in, 0,06 in dan 0,12 in. Bila dengan shim yang tersedia, sudut kembar tidak tercapai berarti terdapat kerusakan pada bagian sistem suspensi.

b. Baut Kem pada Alas Struct Mack Pherson.

Pada kendaraan dengan suspensi depan model Mack Pherson sudut kembar disetel dengan memutar baut eksentrik atau baut kem. Kepala baut eksentrik berbentuk segi enam. gambar 3.6. Gambar 3.7 memperlihatkan perubahan sudut kembar bila eksentrik diputar.



Gambar 3.6. Cara menyetel sudut kembar pada suspensi Mack Pherson.

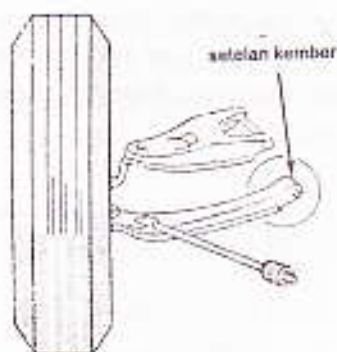


*Gambar 3.7. Letak baut eksentrik. Memutar baut eksentrik akan mengubah sudut kembar.*

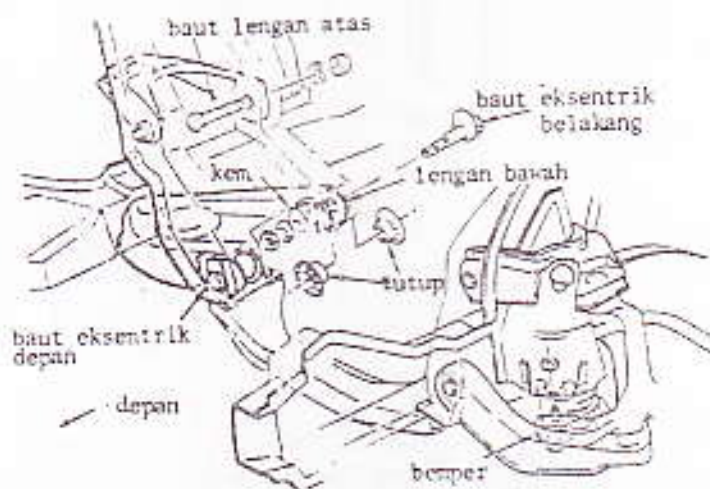
7. Baut Kem Lengan Suspensi.

Pada kendaraan yang memakai lengan suspensi panjang dan pendek, lengan bawah dipasang keangka dengan baut eksentrik, gambar 3.8. Bila baut eksentrik diputar, lengan suspensi bawah ditekan masuk atau keluar sehingga sudut kembar berubah.

Pada lengan bawah suspensi bentuk segitiga terdapat dua buah baut eksentrik, masing-masing untuk menyetel sudut kembar dan yang lain untuk menyetel sudut, gambar 3.9. Waktu menyetel sudut kembar, ikuti buku petunjuk agar tidak salah memutar baut eksentrik, sebelum memutar baut kem, mur kunci harus dikendurkan dahulu.



Gambar 3.8. Baut kem pada lengan suspensi bawah bentuk lurus untuk menyetel sudut kembar.

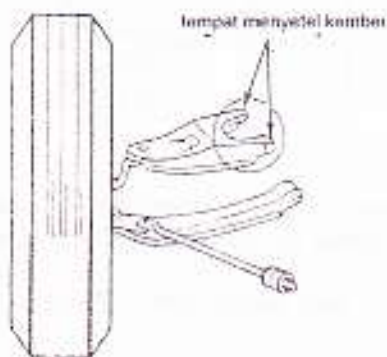


Gambar 3.9. Ada dua baut eksentrik masing-masing untuk menyetel sudut kembar dan sudut kester.

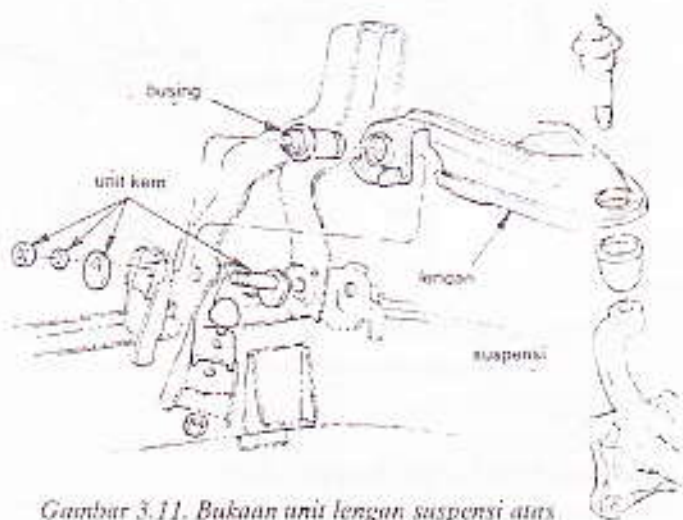
8. Baut Kem Pada Lengan Suspensi Atas.

Pada kendaraan tertentu, baut kem digunakan untuk mengikat lengan atas suspensi pada kerangka kendaraan, gambar 3.10. Cara penyetelan

sudut kember sama seperti yang sudah dijelaskan terlebih dahulu. Akan tetapi kedua baut harus diputar sama banyak. Bila salah satu baut diputar tidak sama dengan baut kedua, setelan sudut kester akan berubah. Hubungan antara baut kem dan lengan suspensi atas seperti terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.10. Letak baut eksentrik untuk menyatel sudut kember.



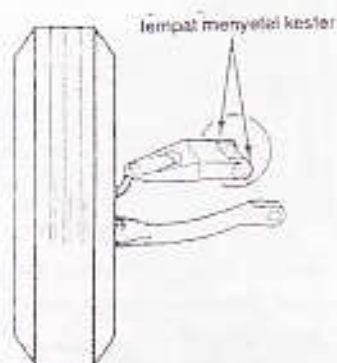
Gambar 3.11. Bukaan unit lengan suspensi atas yang memakai baut setelah eksentrik.



9. Lubang Alur Pada Pengikat Poros Lengan Suspensi Atas.

Cara lain menyatel sudut kember yaitu dengan membuat lubang berbentuk alur panjang pada bagian atas kerangka kendaraan, gambar 3.12. Baut yang mengikat poros lengan suspensi atas lewat melalui lubang-lubang ini, gambar 3.13. Bila baut pengikat dikendorkan lengan suspensi dapat digerakkan arah ke dalam atau ke luar sesuai besar sudut kember yang diinginkan.

Setelah sudut yang diinginkan telah tercapai, baut-baut di kencangkan kembali.



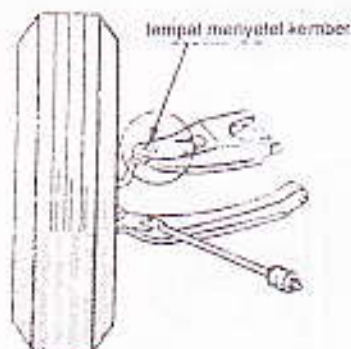
Gambar 3.12. Letak tempat setelan sudut kember.  
Lubang alur panjang berada di bawah poros lengan suspensi atas.



Gambar 3.13. Model poros lengan suspensi atas  
yang dipasang pada lubang alur panjang  
yang berada di atas kerangka kendaraan.

Berat kendaraan menyebabkan tekanan kuat sekali terhadap lengan suspensi atas. Busing Eksentrik dibawah Engsel Bola.

Setelan sudut kembar pada kendaraan tertentu tedapat dibawah engsel bola atas, Gambar 3.14. Sebuah busing eksentrik dipasang diatas knuke kemudi, gambar 3.15.



Gambar 3.14. Letak setelan sudut kembar dengan busing yang terletak dibawah engsel bola atas.



Gambar 3.15. Busing eksentrik terletak pada ujung atas knukel kemudi.

Karena tempat terbatas, busing harus diputar dengan alat khusus, gambar 3.16.



*Gambar 3.16. Memutar busing eksentrik memakai alat khusus.*

#### 10. Alat Ukur Sudut Kester.

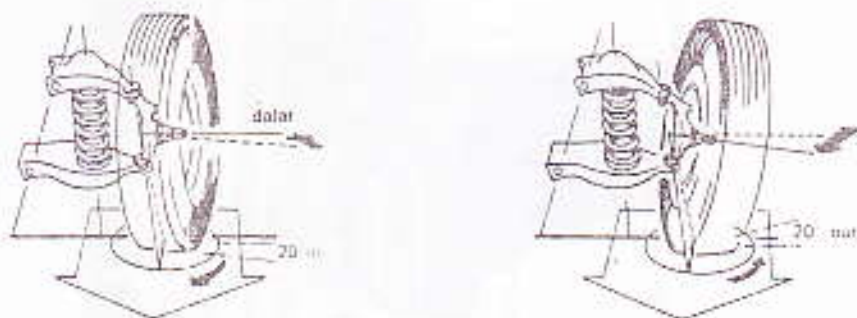
Bila sudut kember disetel, sudut kester akan berubah. Menyetel sudut kester serupa dengan menyetel sudut kember. Oleh karena itu menyetel sudut kester, diperlukan ketrampilan seperti menyetel sudut kember.

Sudut kester tidak kelihatan, karena sudut kester tidak berpengaruh terhadap keausan ban, sehingga pengaruh akibat benar, sukar ditemukan. Akan tetapi sudut kester dapat diukur. Alat ukur sudut kester ditambah pengetahuan tentang sudut kester dapat diketahui besarnya sudut kester kendaraan yang sedang dikerjakan.

Biasanya alat ukur untuk mengukur sudut kester adalah sama dengan

alat yang digunakan untuk mengukur sudut kember. Alat ukur dipasang pada hub roda atau roda, sama seperti mengukur sudut kember. Akan tetapi mengukur sudut kester sangat berbeda dengan mengukur sudut kember. Sudut kember dapat dibaca langsung pada alat, sedangkan sudut kester tidak dapat langsung dibaca.

Bila mengukur sudut kember, meter akan menunjukkan langsung kemiringan roda, tetapi sudut kester adalah mengukur perbedaan dua sudut ketika roda diputar dahulu ke satu arah dan kemudian diputar lagi ke arah lain, gambar 3.17.



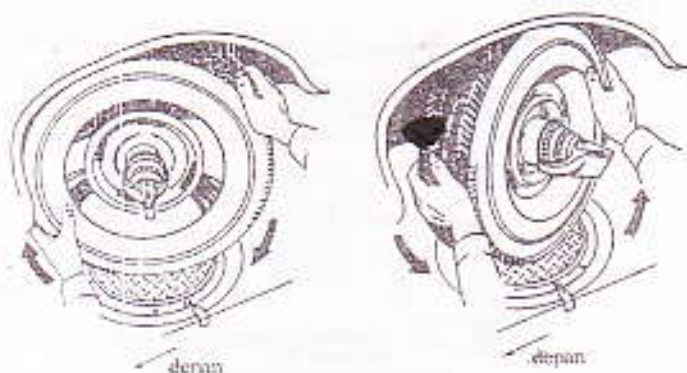
*Gambar 3.17. Roda diputar ke kanan dan kemudian diputar lagi ke kiri. Perbedaan besarnya sudut kemiringan roda antara keduanya adalah menunjukkan besarnya sudut kester.*

Sudut kester diukur pada kendaraan yang betul-betul berada ditempat yang datar. Roda diputar dengan sudut  $20^{\circ}$ . Meja putar seperti pada gambar 3.18. Dapat diketahui besarnya sudut putar yang tepat. Ikuti petunjuk pemakaian alat yang bersangkutan.

#### 11. Menyetel, Sudut Kester.

Sudut kester disetel dengan menggerakkan engsel bola atas atau bawah arah kemuka atau kebelakang. Banyak caranya untuk melaksanakan ini. Kebanyakan lengan suspensi atas atau bawah berbentuk segitiga. Dengan berbagai cara penyetelan pada poros lengan suspensi atau baut engsel, engsel bola dapat digerakkan ke arah depan atau belakang.



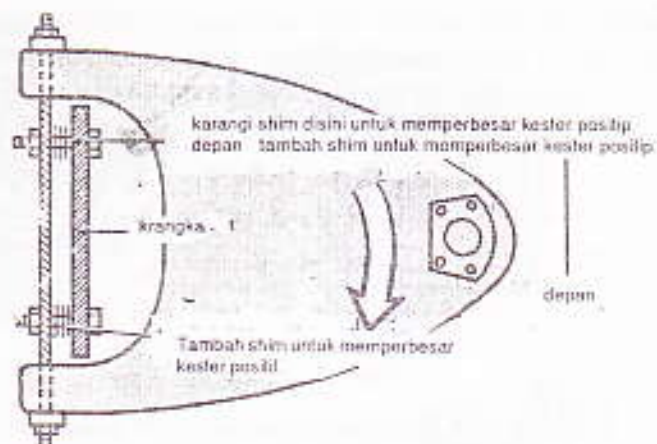


Gambar 3.18. Meja putar digunakan untuk mengetahui sudut putar roda saat mengukur sudut kester. A. Roda diputar kekanan  $20^{\circ}$  dan meter disetel pada skala 0. B. Roda diputar arah balik dengan sudut  $20^{\circ}$ . Meter akan menunjukkan perbedaan sudut pada posisi A dan posisi B. Ini adalah menunjukkan besarnya sudut kester.

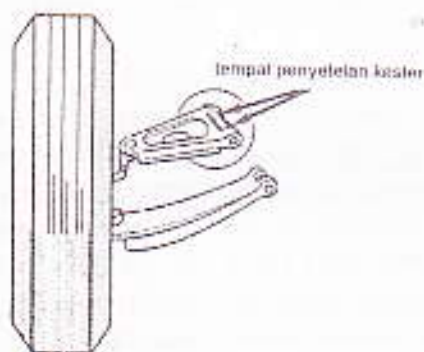
## 12. Menyetel Sudut Kester Memakai Shim.

Gambar 3.19 memperlihatkan penyetelan sudut kester pada lengan suspensi atas. Sudut kester umumnya dapat disetel tetapi ada beberapa kendaraan yang tidak dapat disetel. Pada kendaraan ini bila hasil pengukuran sudut kester tidak sesuai dengan spesifikasi maka bagian-bagian suspensi yang sudah aus atau rusak harus diganti.

Waktu menyetel sudut kember pada lengan atas suspensi yang mempunyai shim, harus ditambah atau dikurangi dengan jumlah shim yang sama, gambar 3.20. Untuk menyetel kester, shim diambil dari satu sisi yang lain. Dengan berbuat seperti ini, engsel bola akan bergerak ke depan atau ke belakang tanpa mengubah jarak terhadap kerangka. Dengan demikian sudut kester akan berubah tetapi tidak mengubah besarnya sudut kember.



Gambar 3.19. Merubah jumlah shim pada lengan suspensi atas kanan agar engsel bola bergerak ke belakang untuk memperbesar sudut kester positif.



Gambar 3.20. Letak tempat penyetelan sudut kester yang menggunakan shim pada lengan suspensi atas.

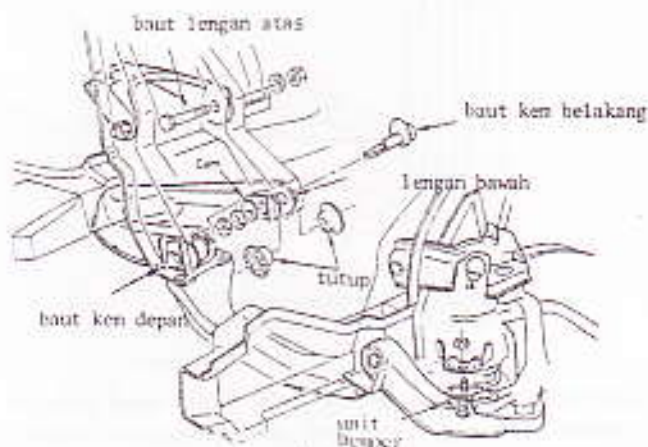
13. Menyetelan Sudut Dengan Baut Eksentrik.

Penyetelan sudut kester dengan baut eksentrik ada dua kemungkinan. Yang pertama baut eksentrik terhadap pada lengan suspensi bawah, gambar 3.21. Baut eksentrik untuk menyetel sudut kembar, juga digunakan untuk menyetel sudut kester.

Biasanya dari dua baut eksentrik yang terdapat pada lengan suspensi, satu baut eksentrik untuk setelan sudut kember dan yang satu lagi untuk setelan sudut kester.



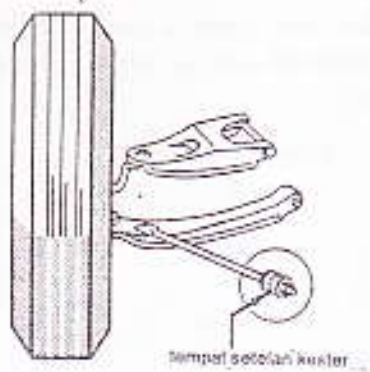
Gambar 3.21. Letak tempat penyelelan sudut kester dilengan suspensi atas yang menggunakan baut eksentrik atau baut kem.



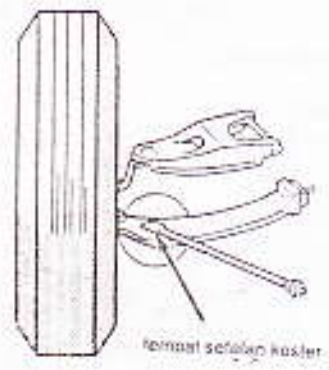
Gambar 3.22. Dua buah baut eksentrik pada lengan suspensi kanan bawah, sebelah belakang untuk menyatel sudut kester dan sebelah depan untuk menyatel sudut kember.

#### 14. Menyatel Sudut Kester Dengan Batang Strut.

Banyak kendaraan menggunakan batang strut untuk menyatel sudut kester. Letak tempat penyelelan batang strut seperti terlihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Letak setelan pada batang strut untuk menyatel sudut kester.



Gambar 3.24. Letak setelan sudut kester yang menggunakan lubang panjang yang menghubungkan lengan bawah dan kerangka menggunakan batang strut.

Dengan memutar mur arah ke ujung batang strut akan memperpanjang jarak sehingga engsel bola terdorong keluar dan sudut kester negatif bertambah. Sebaliknya bila mur diputar masuk, batang strut semakin pendek, hingga engsel bola tertarik ke dalam dan sudut kester positif bertambah.



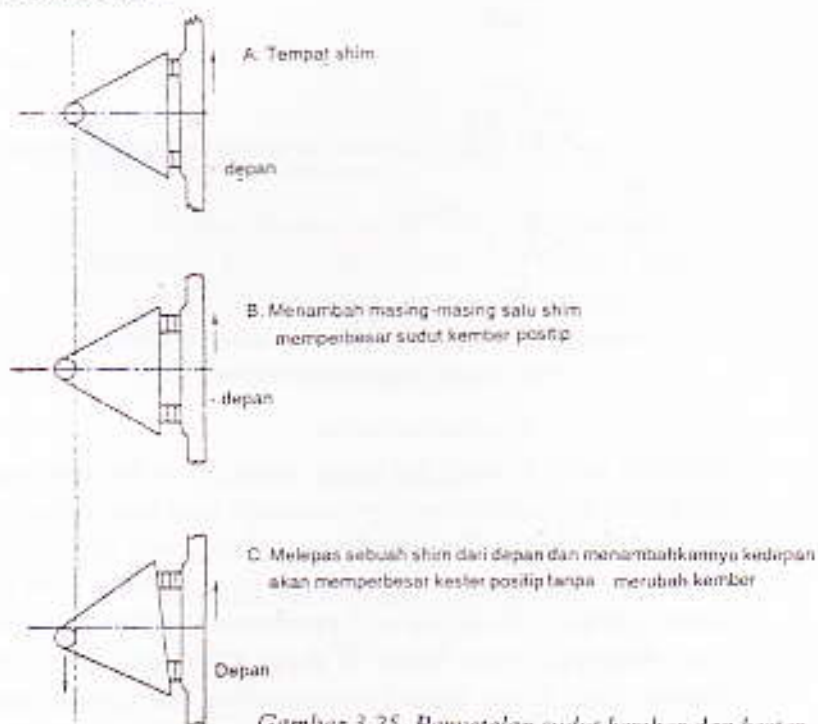
### 15. Penyetelan Gabungan Kester dan Kember.

Sudut kember dan kester dapat disetel pada saat yang bersamaan atau gabungan dan akan menghemat waktu.

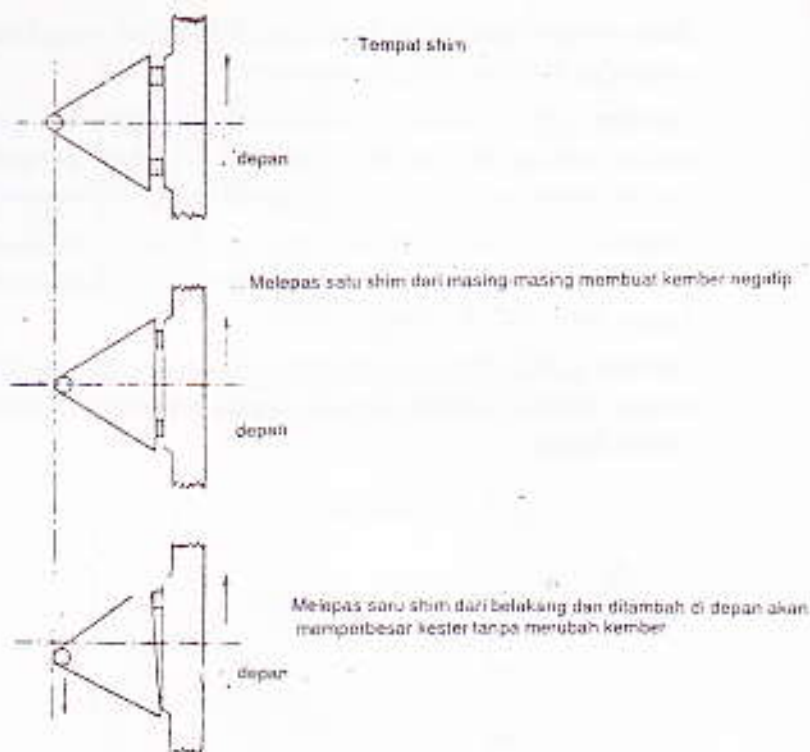
Gambar 3.25 A adalah lengan suspensi atas depan kiri yang dipasang masing-masing dengan dua buah shim. Dari hasil pengukuran sudut kember kester harus di ubah agar sudutnya di perbesar positif.

Gambar 3.25B sudut kember diubah untuk mendapatkan sudut kember positif lebih besar dengan menambah masing-masingsebuah shim pada bagian depan dan belakang.

Gambar 3.25C sudut kester di ubah agar sudut kester positif lebih besar dengan melepas sebuah shim di bagian belakangdan ditambahkan di bagian depan.



Gambar 3.25. Penyetelan sudut kember dan kester pada lengan suspensi atas depan kiri.



Gambar 3.26. Penyetelan sudut kember dan kester pada lengan suspensi atas depan kiri.

Biasanya sudut kember dan kester memerlukan dua kali pemeriksaan yang berbeda, namun dengan perencanaan yang tepat kedua penyetelan cukup hanya sekali. Dari hasil pengukuran sudut kember dan kester dicatat. Dengan membandingkan hasil pengukuran dengan spesifikasi dapat ditentukan besar dan arah perubahan sudut. Contoh, penyetelan yang diperlukan pada bagian B dapat dihindarkan. Sudut kester dan kember dapat disetel dengan menambahkan dua shim dibagian depan seperti pada gambar C.

Gambar 3.26 memperlihatkan contoh lain untuk penyetelan sudut kember dan kester hanya dilakukan sekali

Bagian A adalah lengan menggunakan atas dan kiri, lengan suspensi dipasang dengan menggunakan dua shim di depan dan di belakang. Hasil pengukuran mengharuskan perubahan, sudut kember menjadi negatif, sedangkan sudut kester perlu di ubah menjadi positif. Bagian B sudut kember diubah dengan melepas sebuah shim dari depan dan dari belakang, agar memperoleh sudut negatif lebih besar. Bagian C shim dibagian belakang dilepas dan disimpan didepan untuk mendapat sudut kester positif yang lebih besar.

Sebenarnya penyetelan sudut kember pada bagan B dapat dihilangkan. Kedua penyetelan dapat dilakukan dengan langsung melepas dua shim dari belakang.

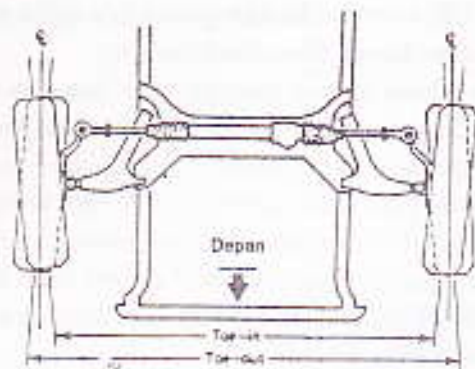
## B. Penyetelan Toe - in

Penyetelan sudut kember dan sudut kester sangat berpengaruh terhadap toe-in, maka disetel terakhir, Toe-in adalah bila kedua roda depan diputar sedikit kedalam.

Gambar 3.27. Memperlihatkan toe-in pada kendaraan dengan roda belakang sebagai penggerak. Biasanya perbedaan jarak A dan B atau toe-in besarnya kira-kira 3 mm. Kendaraan dengan penggerak roda depan memerlukan toe-in negatif atau toe-out sebesar kira-kira 1,5 mm, gambar 3.28 menunjukkan perbedaan antara toe-in dan toe-out.



Gambar 3.27. Toe-in



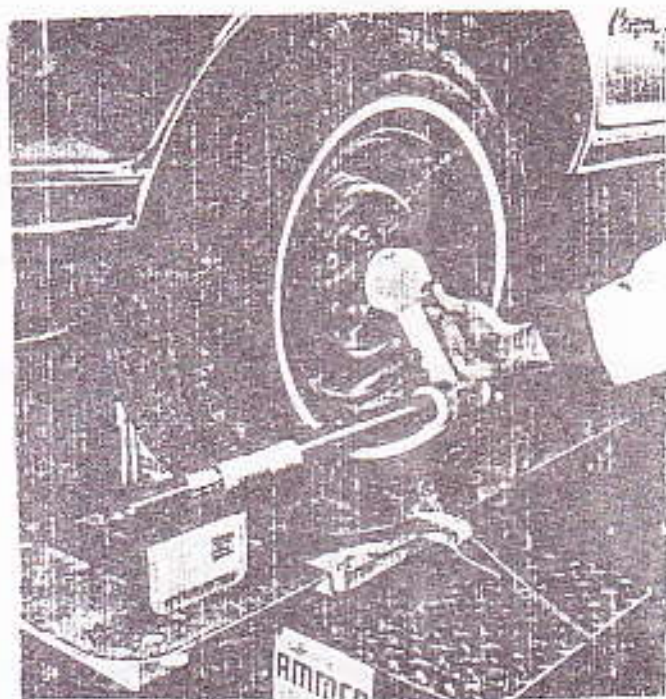
Gambar 3.28. Umumnya kendaraan penggerak roda belakang memerlukan toe-in dan kendaraan penggerak roda depan memerlukan toe-out.

Banyaknya untuk mengukur toe-in, Jarak toe-in diukur antara 1. Sisi pelek/rim. 2. Bidang sisi ban 3. Tanda garis yang dibuat pada ban. Gambar 3.29 adalah alat ukur toe-in yang banyak dipakai dibengkel-hengkel. Gambar 3.30 jarak toe-in diukur dengan alat optik. Petunjuk penggunaan alat-alat ini berbeda-beda oleh karena itu ikuti petunjuk pemakaian dari pabrik.



Gambar 3.29. Alat ukur ini digunakan untuk mengukur jarak toe-in pada ban yang sudah diberi tanda garis.

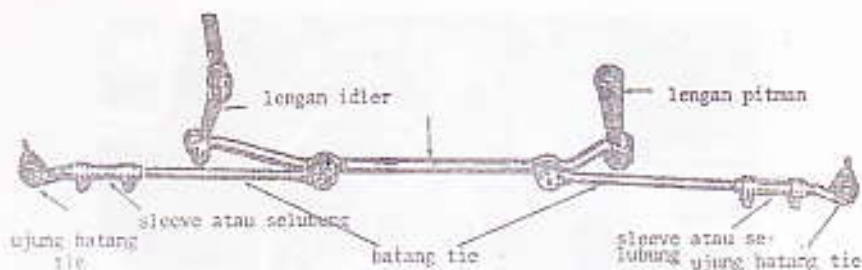




*Gambar 3.30. Alat ukur toe-in optik yang dipasang pada hub roda memakai magnet.*

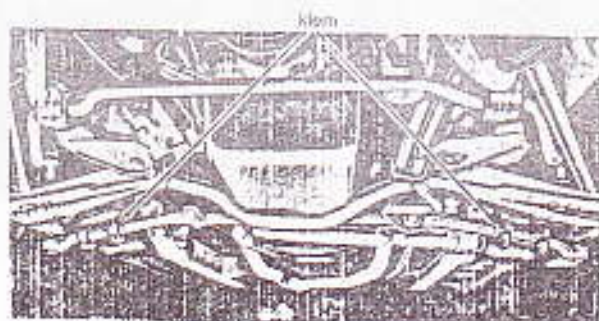
Umumnya penyetelan toe-in dilakukan pada roda depan. Penyetelan toe-in ialah dengan mengubah panjang batang tie pada tuas kemudi. Gambar tuas kemudi yang sudah dilepas dari kendaraan seperti yang terlihat pada gambar 3.31. Tabung setelan yang berulir atau sleeve menghubungkan ujung batang tie dan batang tie. Dengan memutar sleeves, batang tie dapat diperpanjang atau diperpendek.

Sleeve setelan dikunci pada batang tie memakai klem gambar 3.32. Klem perlu dikendurkan sebelum memutar sleeve setelan. Karena sleeve ini ada dibawah kendaraan, ia berkarat dan kotor. Berikan cairan anti karat atau cairan penetrasi pada sleeve sebelum mengendurkan klem atau sleeve



Gambar 3.31. Tuas kemudi.

Sleeve setelan juga memungkinkan untuk mengatur posisi roda akemudi. Bila penyetelan toe-in sudah sesuai dan posisi roda depan arah lurus kedepan, jari-jari roda kemudi berada ditengah, gambar 3.33.



Gambar 3.32. Klem untuk mengunci sleeve pada batang tie dan ujung batang tie.

Posisi roda kemudi harus di tengah karena bagian-bagian dalam rumah transmisi terdapat sebuah titik pusat. Bagian ini harus pada posisi yang benar bila roda kemudi sedang lurus ke depan. Seringkali perlu keduanya disetel agar jarak toe-in sesuai spesifikasi dan roda kemudi berada ditengah. Untuk menyetel toe-in, sleeve setelan diputar kekiri atau kekanan untuk memperpanjang atau memperpendek batang tie setelah baut klem dikendorkan terlebih dahulu, gambar 3.34.



*Gambar 3.33. Roda kemudi pada posisi lurus.*

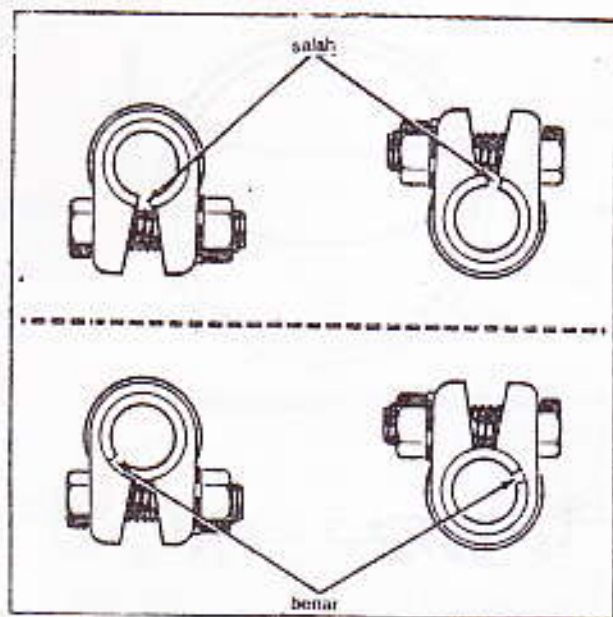


*Gambar 3.34. Sleeve diputar untuk menyatel toe-in.*

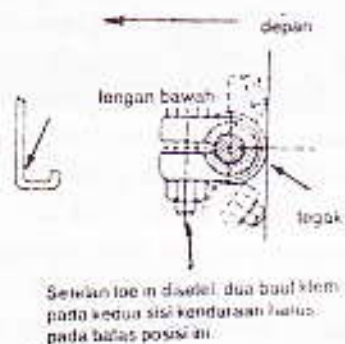
#### Posisi Klem dan Setelan Sleeve.

Setelah selesai toe-in disetel, klem harus dikencangkan. Akan tetapi sebelum mengencangkannya, harus yakin benar bahwa belahan klem tidak boleh segaris dengan belahan sleeve hubungan mulut klem dan alur sleeve harus betul gambar, 3.35. Setiap pabrik memberikan petunjuk untuk penempatan klem. Untuk setiap mobil berbeda-beda. Salah satu spesifikasi pemasangan klem seperti terlihat pada gambar 3.36. Setelah klem dikencangkan pada posisi yang sudah sesuai, letak baut engsel bola pada batang tie dan pada ujung batang engsel bola harus diperiksa.

Batang tie dipegang dan dipuntir dari satu arah kearah lain. Ia dapat bergilir kira-kira  $20^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ . Bila ia tidak bergerak batang engsel bola tidak bekerja baik. Ini berakibat batang tie terpuntir dan mempengaruhi kemudi.



Gambar 3.35. Hubungan antara alur sleeve sistem setelan dan mulut klem.

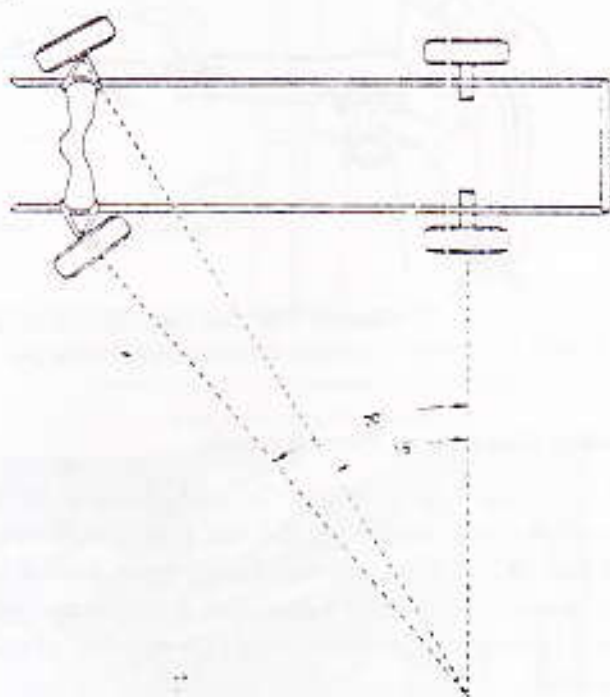


Gambar 3.36. Spesifikasi cara penempatan klem sleeve.



### C. Mengukur Toe-Out Belok.

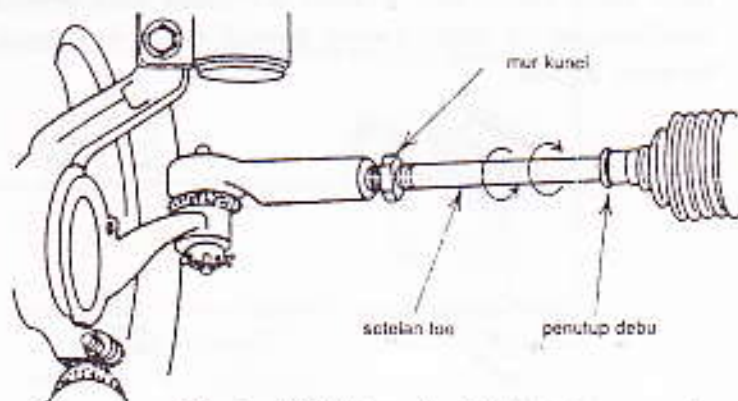
Pada saat kendaraan membelok, roda yang berada dibagian dalam, berputar lebih tajam dibanding roda sebelah luar. Perbedaan sudut ini disebut toe-out belok, gambar 3.37. Bila sudut toe-out belok tidak benar, ban akan cepat aus. Keausan ban akan serupa seperti aus akibat toe-in yang tidak benar. Toe-out belok adalah bagian dari pemeriksaan laras imbangan roda. Ia tidak dapat disetel. Bila terdapat perbedaan hasil pengukuran terhadap spesifikasi, adalah akibat lengan kemudi bengkok. Lengan kemudi yang bengkok, diganti.



*Gambar 3.37. Toe-out belok. Sudut belok roda sebelah dalam lebih besar dari sudut belok roda sebelah luar perlu diganti.*

Toe-out belok mudah diperiksa. Meja yang diputar digunakan untuk mengukur sudut kester, juga dipakai untuk mengukur sudut toe-out belok. Roda depan diletakan di atas meja putar dan disetel pada posisi nol derajat.

Ini berarti bahwa roda depan pada posisi lurus kedepan. Bila roda diputar kekiri, umumnya  $20^{\circ}$  maka roda sebelah kanan akan belok dengan sudut belok lebih kecil kira-kira  $18^{\circ}$ , gambar 3.38.



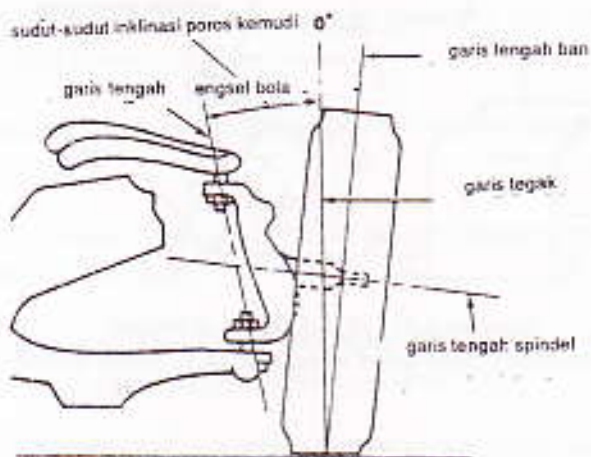
Gambar 3.38. Bila roda sebelah kiri dibelok  $20^{\circ}$ , roda kanan belok bersudut  $18^{\circ}$  -  $19^{\circ}$ .

#### D. Mengukur Kemiringan Poros Kemudi.

Poros kemudi dibut miring. Ia tidak dapat distel. Sudut ini terjadi karena adanya garis tengah spindel dan garis tengah engsel bola, gambar 3.39. Bila sudut inklinasi atau kemiringan poros kemudi berubah knuckle kemudi harus diganti. Sudut kemiringan poros kemudi jarang diukur, alat ukur laras imbang roda jarang dilengkapi dengan alat ukur sudut kemiringan poros kemudi.

1. Bola kendaraan tidak enak dikemudikan setelah semua factor laras imbang roda susunannya sudah diperiksa dan distel sesuai dengan spesifikasi.
2. Bila sudut kester tidak dapat lagi distel sesuai dengan besarnya spesifikasi.

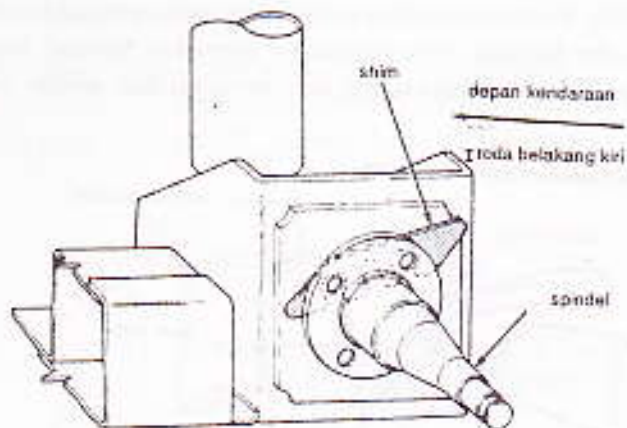
3. Bila terjadi tubrukan hingga kemudi dan bagian-bagian suspensi rusak. Laras Imbang Roda Belakang bila kendaraan suspensi belakang indipinden, biasanya ada dua penyetelan, yaitu penyetelan sudut kester dan sudut kember. Bila kendaraan memakai Spindel yang dapat dilepas, sudut kember dan toe-in di setel memakai shim, gambar 3.41 dan 3.42.



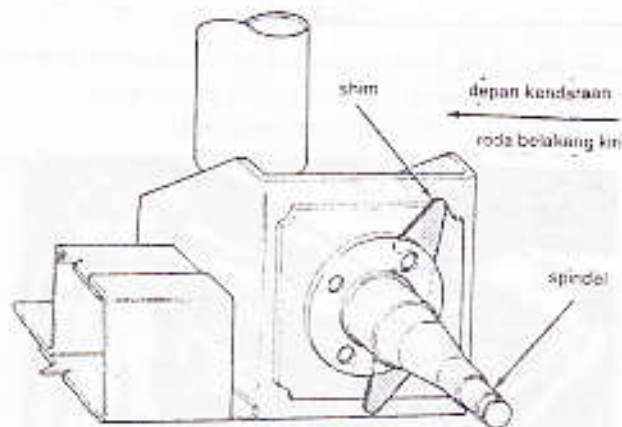
*Gambar 3.39. Sudut inklinasi/kemiringan poros kemudi ditentukan oleh garis tengah engsel bola dan garis tengah spindel.*



*Gambar 3.40. Penyetel sudut kember roda belakang dengan baut kem pada batang strut bawah.*



Gambar 3.41. Shim dipasang di bagian atas belakang spindel untuk menambah sudut positif kembar.



Gambar 3.42 shim Di pasang disamping belakang spindel untuk menyatel toe-in.



## DAFTAR PUSTAKA

1. AA; *Book of The Car*, Automobile Association, Great Britain, 1974.
2. Bob Barkhouse, *Engine Repair*, Head Assembly and Valve Gear, Marysville California, 1975.
3. Goodheart - Willcox; *Automotive Encyclopedia*, South Holland Illinois, 1979.
4. Louis C. Forier, SAE; *Motor Auto Repair Manual*; Heorst Corporation, New York, 1979.
5. L.J.K. Setright; *Anatomy of The Motor Car*, A Complete Guide to The Way Your Car Works; Orbis - London, 1985.
6. Marthin W. Stockel and Marthin T. Stockel; *Auto Service and Repair*; The Goodheart - Willcox Company Inc.; South Holland, 1984.
7. Marthin W. Stockel, *Auto Mechanics Fundamental*, The Goodheart - Willcox Company, Inc., South Holland, 1978.

---

Diterbitkan oleh :  
Bagian Proyek Penyelenggaraan Sekolah Kejuruan  
Kerjasama Indonesia - Belanda (N-59)  
Sebagai Buku Pelengkap Siswa dan Guru  
Sekolah Menengah Kejuruan

---