

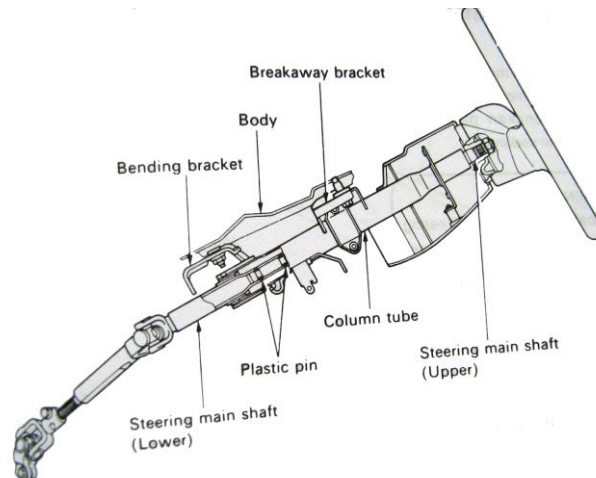
## POWER STEERING, WHEEL ALIGNMENT & BALANCE

### Power Steering

#### a. Sistem Kemudi

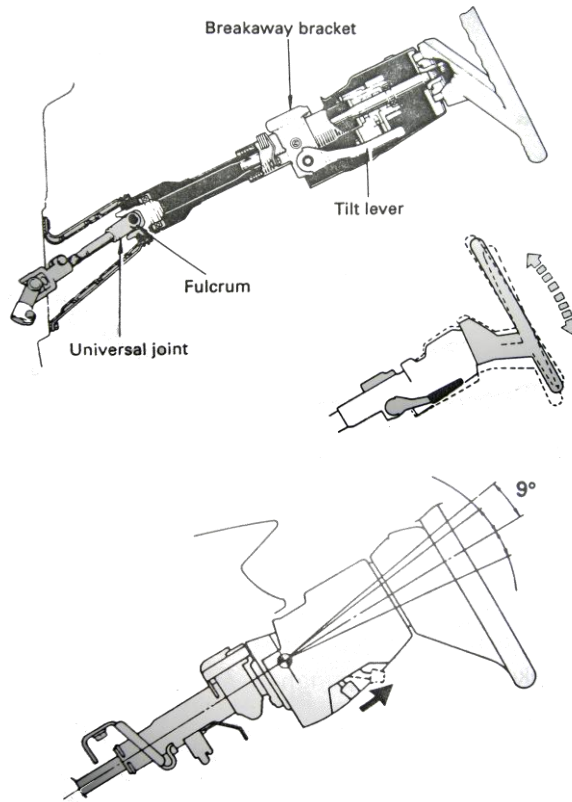
Sistem kemudi merupakan suatu mekanisme pada kendaraan yang berfungsi untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Pada perkembangannya pengaturan arah roda belakang untuk membantu belok atau bahkan sebagai pengatur utama saat belok juga ada.

Sistem kemudi terdiri dari 3 (tiga) bagian utama, yaitu steering column, steering gear dan steering linkage. Steering column terdiri dari steering main shaft dan column tube. Steering column terpasang pada body melalui breakaway bracket, sehingga saat terjadi benturan steering column dapat terlepas dengan mudah. Untuk mengurangi pemindahan kejutan jalan, pada steering main shaft dipasangkan universal joint.

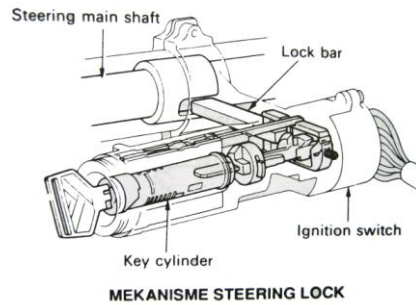


Mekanisme-mekanisme yang terdapat pada steering column adalah peredam benturan, tilt steering, steering lock, telescopic steering.

Peredam benturan pada steering column ada beberapa tipe yaitu : bending bracket type, ball type, sealed-in pulverized silicon rubber type, mesh type dan bellows type. Sedangkan mekanisme tilt steering ada beberapa tipe juga yaitu lower fulcrum dan upper fulcrum.



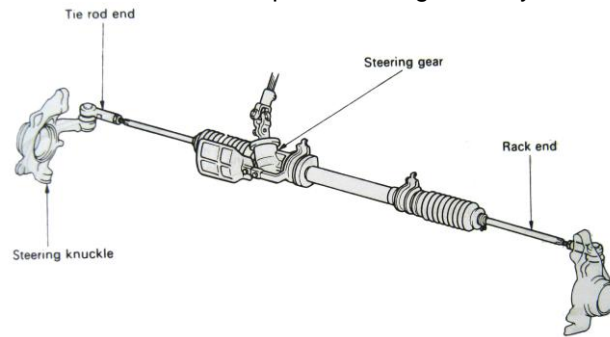
Gambar 2. Tilt Steering "lower fulcrum" dan "upper fulcrum"



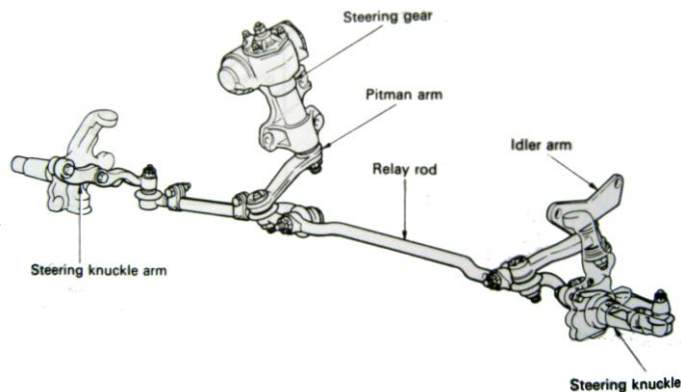
**MEKANISME STEERING LOCK**

Gambar 3. Mekanisme steering lock

Steering gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan dan meningkatkan momen dengan reduksi giginya sehingga kemudi menjadi lebih ringan. Tipe steering gear yang banyak dipakai sekarang adalah tipe rack & pinion dan recirculating ball. Pemakaian tipe rack & pinion dikarenakan konstruksinya yang sederhana dan ringan serta memungkinkan untuk konstruksi kendaraan yang rendah. Sedangkan pemakaian recirculating ball dikarenakan menginginkan keuntungan momen yang besar sehingga pengemudian relatif lebih ringan. Selain itu penggunaan recirculating ball juga karena lebih tahan beban yang berat dan lebih tahan keausan serta sifat peredaman getarannya lebih baik.

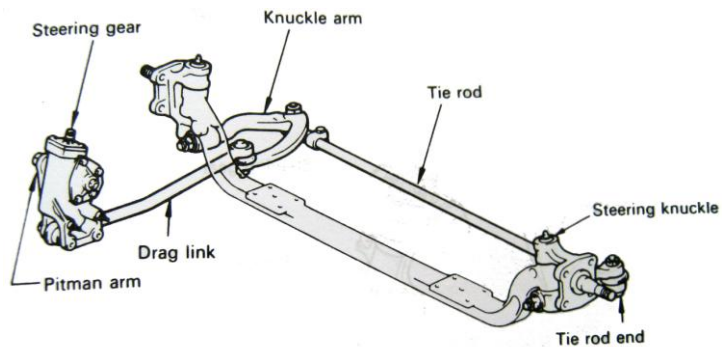


Gambar 3. Rack and Pinion Steering Gear



Gambar 4. Recirculating Ball Steering Gear

Steering linkage berfungsi meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan dengan tepat/ akurat. Pada steering linkage dilengkapi engsel yang biasa disebut ball joint, sehingga walaupun ada banyak variasi gerakan dari kendaraan, pemindahan tenaga gerak tetap akurat. Tipe steering linkage tergantung dari jenis steering gear dan sistem suspensi yang digunakan, yaitu steering linkage untuk suspensi rigid ( gb. 5) maupun steering linkage untuk suspensi independent ( gb. 4).

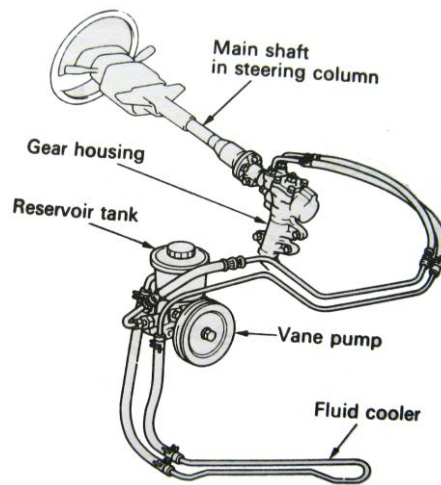


Gambar 5. Recirculating Ball Steering Gear untuk Suspensi Rigid

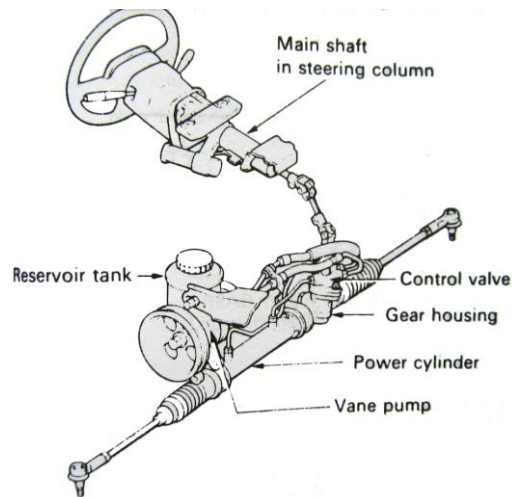
## b. Pengertian Power Steering

Power steering adalah sebuah sistem hidrolik (servo hidrolik) yang berfungsi untuk memperingan tenaga yang dibutuhkan untuk memutar kemudi terutama pada kecepatan rendah dan menyesuaikan pada kecepatan menengah serta tinggi. Pada kecepatan rendah gaya gesek ban dengan jalan cukup tinggi, apalagi untuk tipe ban tekanan rendah dengan telapak ban yang lebar.

Power steering ada dua tipe, yaitu tipe integral dan tipe rack and pinion. Tipe integral kebanyakan untuk steering gear tipe recirculating ball. Dinamakan integral karena power piston dan gear housing jadi satu kesatuan, sedangkan pada rack and pinion power silinder dan gear housing terpisah.

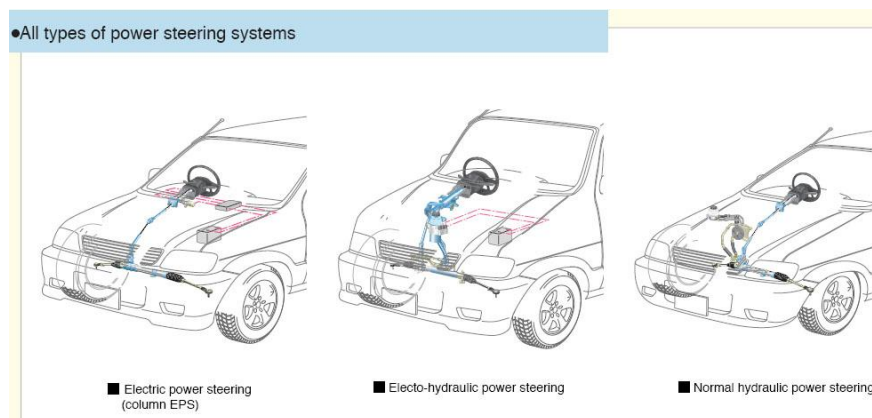


Gambar 6. Power Steering Tipe Integral

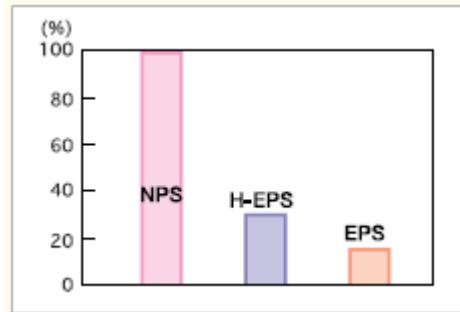


Gambar 7. Power Steering Tipe Integral

Pada perkembangan dewasa ini telah muncul *electronic power steering* (EPS) atau juga dikenal istilah *controlled by wire*. Electronic Power Steering adalah power steering yang kerjanya dibantu atau bahkan diambil alih oleh suatu unit elektronik/ komputer yang biasanya disebut ECU.



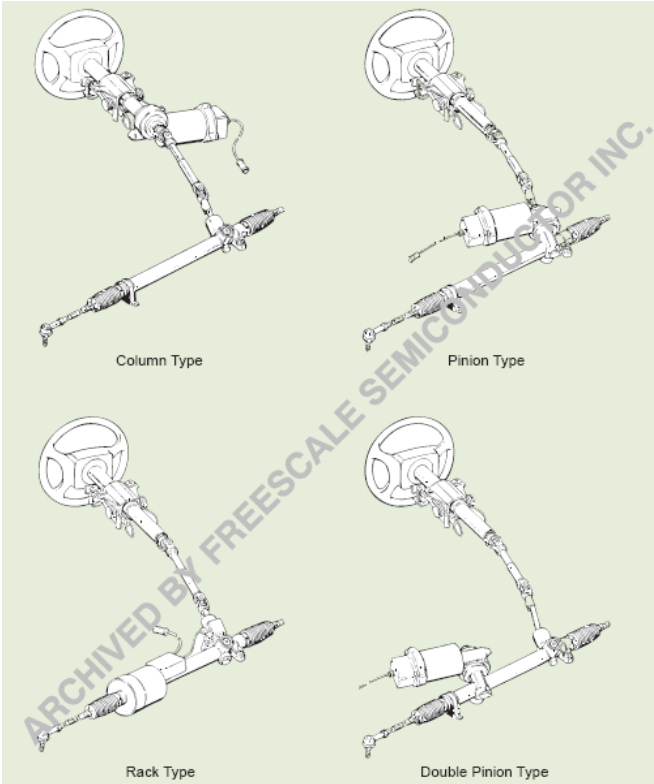
Gambar 8. Jenis-jenis Power Steering



Gambar 9. Comparison of energy consumption

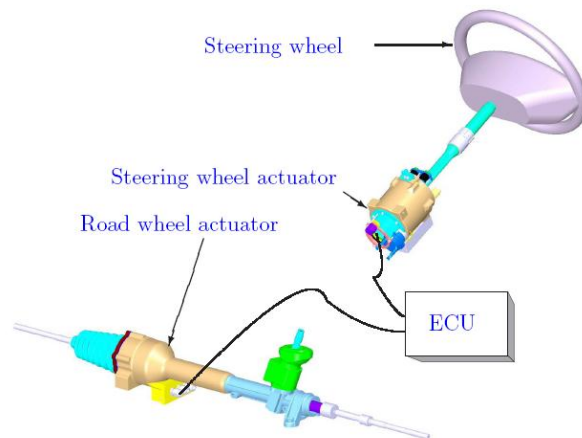


Gambar 10. Electric Power Steering Pinion Type



Gambar 11. Electric Power Steering





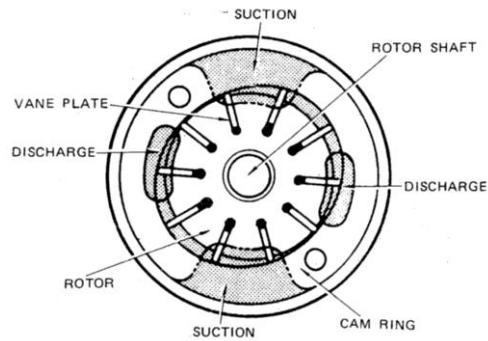
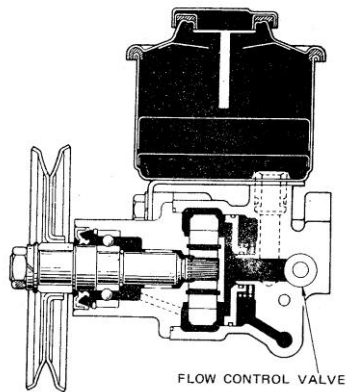
Gambar 12. Volkswagen steer-by-wire mechanical system

### c. Komponen-Komponen Power Steering

Modul ini hanya akan menjelaskan tentang power steering hidrolik saja. Power steering hidrolik terdiri dari 3 komponen utama, yaitu : pompa, control valve dan power cylinder.

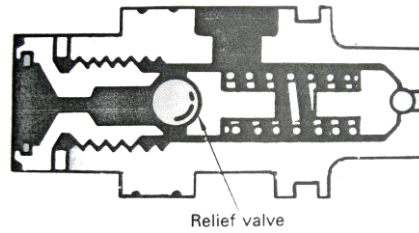
#### 1). Pompa Power Steering

Pompa berfungsi untuk membangkitkan tekanan hidrolik yang diperlukan untuk tekanan kerja. Tipe pompa banyak sekali, antara lain : pompa torak, membran, plunger, roda gigi luar, roda gigi dalam, vane, screw dan lain-lain. Tekanan yang diperlukan merupakan tekanan secara menerus (continue), sehingga tipe pompa yang digunakan adalah tipe Vane atau Roda Gigi. Pompa menghasilkan tekanan dengan memanfaatkan putaran mesin, sehingga volume pemompaan sebanding dengan putaran mesin.

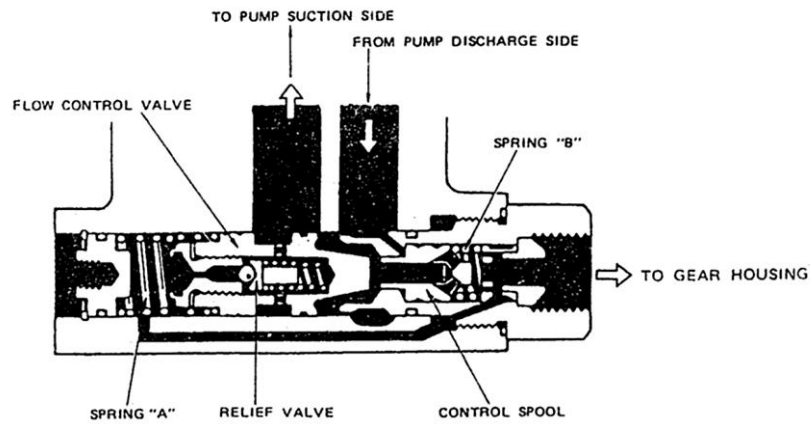


Gambar 13. Pompa Power Steering

Pengaturan jumlah minyak yang mengalir keluar dari pompa diatur oleh flow control valve, sehingga selalu konstant. Pada kenyataannya, karena tahanan pengemudian pada kecepatan tinggi berkurang maka jumlah aliran minyak juga harus dikurangi, supaya stabilitas pengemudian tetap terjaga Pada power steering rpm sensing dan power steering yang mempunyai flow control valve dengan built-in control spool, jumlah aliran minyak akan diatur sesuai dengan kecepatan kendaraan.



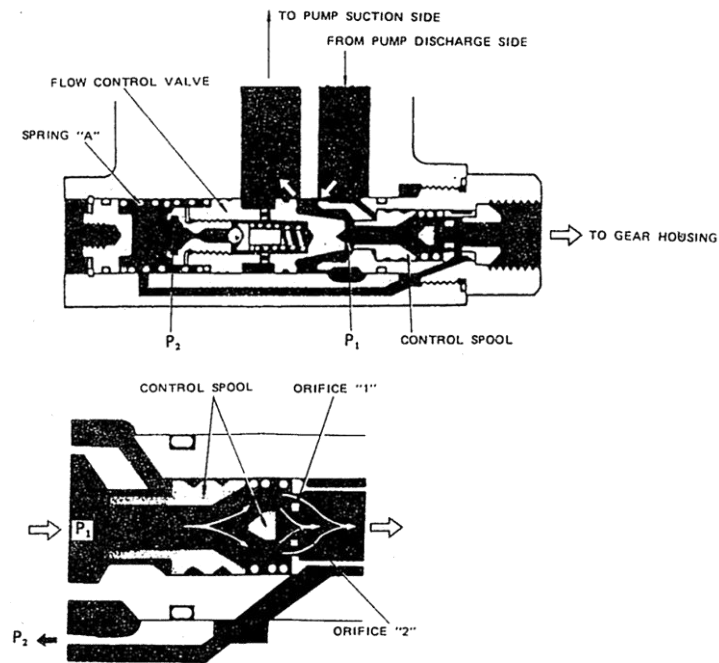
Gambar 14. Flow Control Valve



Gambar 15. RPM-Sensing Type Flow Control Valve

Kerja pengaturan jumlah aliran fluida/ minyak oleh flow control valve dan control spool adalah sebagai berikut :

- a). Pada Putaran Rendah

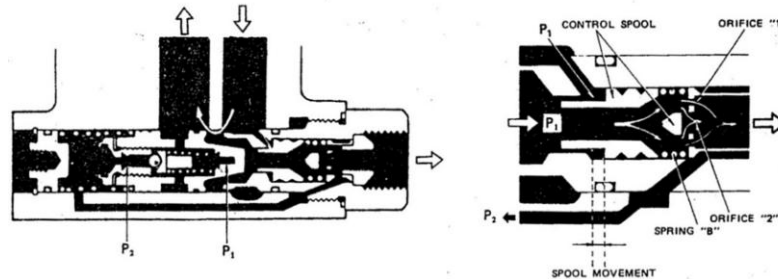


Gambar 16. RPM-Sensing Type Flow Control Valve pada Putaran Rendah

Pada putaran rendah (650 s.d. 1250 rpm), tekanan yang dihasilkan oleh pompa akan dialirkan ke dua saluran yaitu x (saluran ke flow control valve) dan y (saluran ke control spool). Aliran yang melewati saluran x sebagian kembali ke pompa dan sebagian lagi keluar ( $P_1$ ). Aliran  $P_1$  diteruskan melewati orifice 1 & 2 dan terbagi menjadi dua yaitu output pompa dan dialirkan ke sebelah kiri flow control valve menjadi tekanan  $P_2$ . Perbedaan tekan  $P_1$  dan  $P_2$  tergantung putaran mesin. Pada saat putaran mesin naik maka terjadi kenaikan perbedaan antara  $P_1$  dan  $P_2$ .

Apabila tekanan  $P_1$  melebihi kekuatan pegas "A", maka flow control valve akan bergerak ke kiri, sehingga membuka saluran pengeluaran ke sisi pengisapan pompa sehingga jumlah aliran pengeluaran tidak naik. Pada kondisi ini jumlah aliran minyak dikontrol pada  $\pm 6.6$  ltr/ min.

b). Pada Putaran Menengah



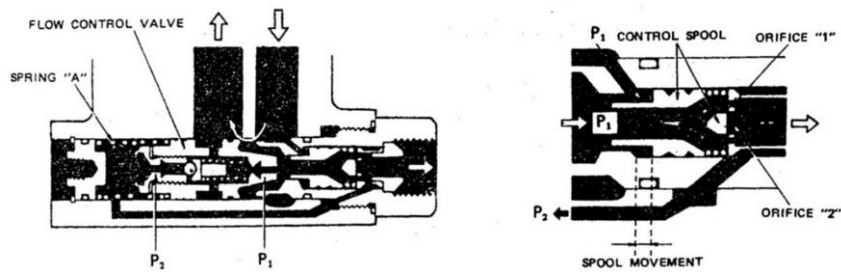
Gambar 17. RPM-Sensing Type Flow Control Valve pada Putaran Menengah

Pada saat putaran menengah (1250 s.d. 2500 rpm) tekanan pengeluan pompa ( $P_1$ ) yang bekerja pada sisi kiri control spool valve mempunyai tekanan yang mampu mengalahkan tekanan pegas "B", sehingga control spool valve tergerakkan ke kanan. Dengan bergesernya control spool valve maka besarnya lubang orifice 2 berkurang, sehingga tekanan out-put pompa dan tekanan  $P_2$  berkurang yang menyebabkan flow control valve semakin bergeser ke kiri.

Jadi pada posisi putaran menengah control spool valve akan tergeser ke kanan dan memperkecil orifice 2 sehingga mengurangi volume fluida yang melalui orifice.

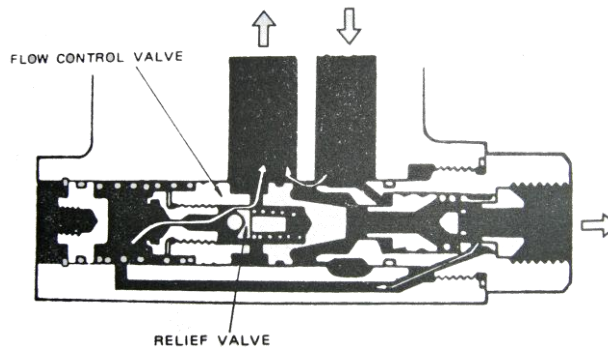
c). Pada Putaran Tinggi

Jika putaran mencapai lebih dari 2500 rpm, control spool valve akan optimum terdorong ke kanan sehingga menutup orifice 2 dengan sempurna. Pada kondisi ini out-put pompa dan  $P_2$  hanya melalui orifice 1, sehingga jumlah alirannya menjadi kecil, yaitu 3.3 ltr/ min.



Gambar 18. RPM-Sensing Type Flow Control Valve pada Putaran Tinggi

Di dalam flow control valve terdapat relief valve yang berfungsi untuk mengatur tekanan kerja. Jika tekanan kerja mencapai  $80\text{kg/cm}^2$ , pegas relief valve akan terdorong sehingga relief valve terbuka dan  $P_2$  turun.



Gambar 19. Kerja relief Valve

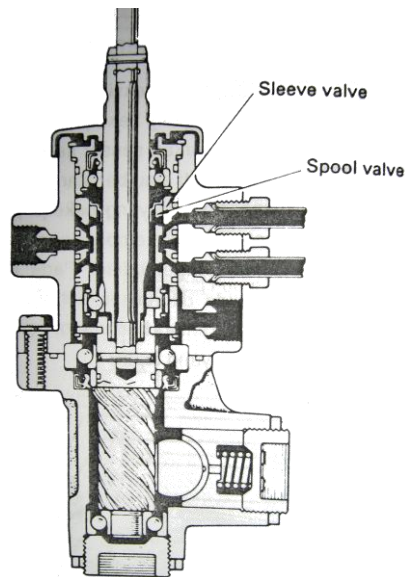
## 2). Control Valve

Pengatur arah aliran fluida bertekanan ke power silinder adalah control valve. Poros control valve dipasang pada steering shaft. Jika steering shaft pada posisi normal, control valve juga pada posisi normal sehingga fluida langsung kembali ke reservoir.

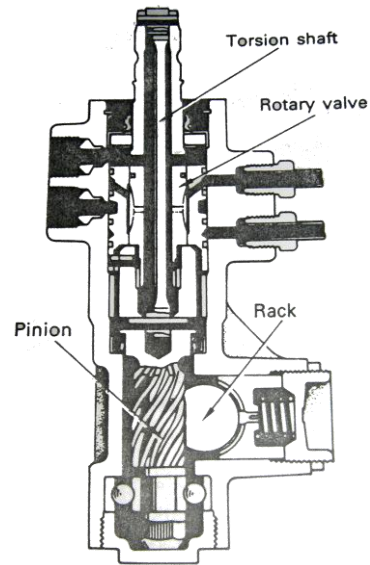
Jika steering shaft berputar maka control valve berputar dan mengatur arah aliran fluida dari pompa ke power silinder sisi belok dan mengatur arah fluida pada power silinder sisi satunya berhubungan dengan reservoir. Begitu proses puntiran saat belok selesai maka kerja control

valve juga selesai. Dengan kata lain, kerjanya control valve hanya sesaat saja.

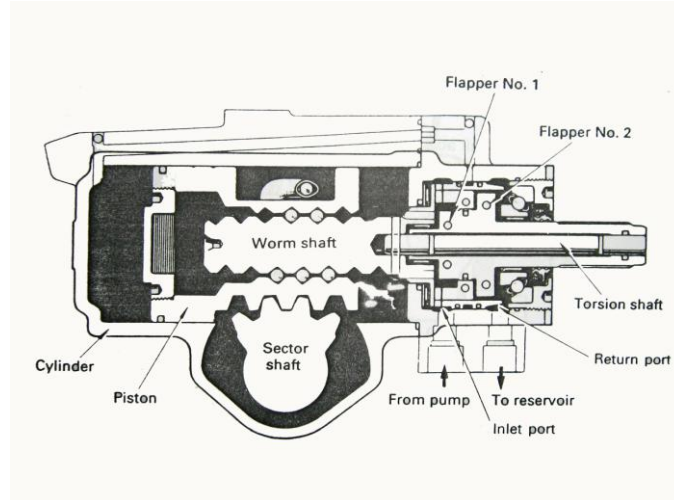
Control valve ada 3 (tiga) jenis yaitu : spool valve, rotary valve dan flapper valve. Semua jenis control valve bekerja berdasarkan puntiran belok yang terjadi. Pemantauan puntiran belok dilakukan oleh batang besi yang dinamakan torsion bar. Control valve kerjanya tergantung dari besarnya puntiran torsion bar. Pada saat tidak ada tekanan fluida, jika torsion bar berputar sampai derajat tertentu maka akan menyentuh valve shaft stopper dan akan langsung memutar pinion shaft dan menggerakkan rack, sehingga jika sistem power steering gagal bekerja, kemudi secara manual masih bekerja dengan sempurna.



Gambar 20. Spool Valve



Gambar 21. Rotary Valve



Gambar 22. Flapper Valve

#### d. Cara Kerja Power Steering

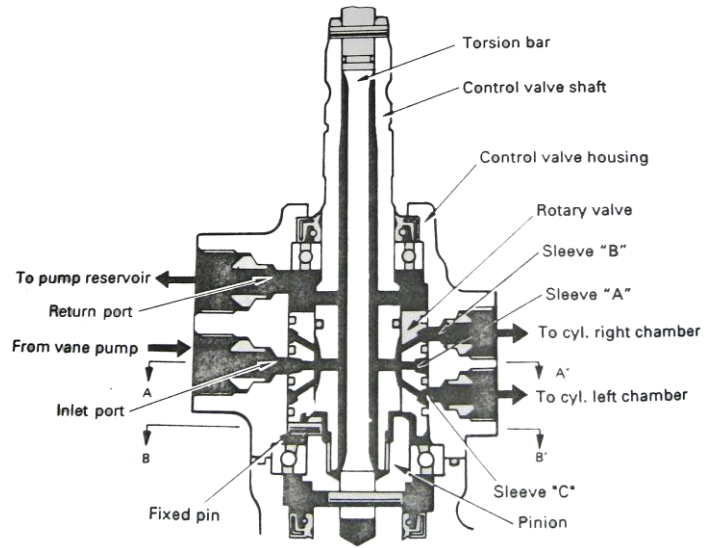
Cara kerja yang akan dijelaskan dalam modul ini adalah control valve tipe rotary, karena merupakan tipe yang banyak digunakan pada kendaraan. Pengaturan aliran minyak diatur oleh pergerakan control valve shaft dan rotary valve. Apabila posisi lurus, orifice x dan orifice y maupun orifice x' dan orifice y' pada bukaan yang sama sehingga tekanan pada sisi power silinder sama, minyak mengalir kembali ke reservoir.

Pengaturan aliran minyak pada posisi belok kanan, tekanan dibatasi oleh orifice x dan orifice y sehingga minyak dari pompa melalui orifice x' masuk ke power silinder sisi kanan dan membantu mendorong piston bergerak ke kiri. Sedangkan minyak dari power silinder sisi kiri masuk ke reservoir melalui orifice y'.

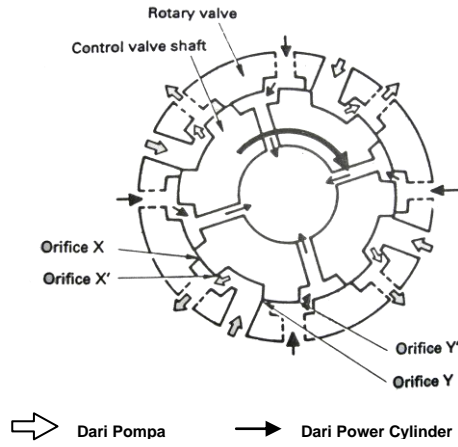
Pengaturan aliran minyak pada posisi belok kiri, tekanan dibatasi oleh orifice x' dan orifice y' sehingga minyak dari pompa melalui orifice y masuk ke power silinder sisi kiri dan membantu mendorong piston bergerak ke



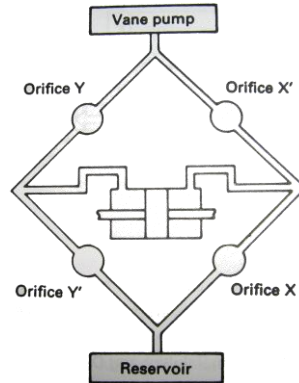
kanan. Sedangkan minyak dari power silinder sisi kanan masuk ke reservoir melalui orifice x.



Gambar 19. Rotary Valve



Gambar 20. Rotary Control Valve



Gambar 21. Diagram Rotary Control Valve Power Steering

#### e. Trouble Shooting Power Steering

Permasalahan yang timbul biasanya adalah kemudi/ steer terasa berat sehingga ada indikasi bahwa power steering menjadi salah satu kemungkinan penyebabnya, walaupun bukan merupakan satu-satunya penyebab. Jika ada permasalahan tersebut maka dalam melakukan pemeriksaan sistem power steering adalah sebagai berikut :

- 1). Periksa power steering belt (belt pemutar pompa power steering). Jika kondisinya rusak maka harus diganti namun jika hanya kendur/ longgar, lakukanlah penyetelan kekencangan belt-nya (lihat spesifikasi pada workshop manual).
- 2). Periksa minyak power steering. Cek jumlah dan kualitas minyak dengan melihat deep stik pada tabung reservoir. Lakukan juga pengecekan terhadap kebocoran yang mungkin terjadi pada pipa/ selang penghubung. Jika ada kebocoran perbaiki atau atasi terlebih dahulu kebocoran yang terjadi, tambahkan minyak power steering pada reservoir dan lakukan bleeding. Bleeding dilakukan dengan menghidupkan mesin pada 100 rpm, kemudian roda kemudi diputar secara maksimum ke kanan dan ke kiri tiga atau empat kali. Penggantian minyak dilakukan jika minyak ditemukan sudah

teroksidasi/ berbuih/ berbusa dan atau bahkan sudah ada emulsi. Penggantian minyak dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a). Naikkan bagian depan kendaraan
  - b). Lepaskan pipa pengembalian minyak dari reservoir dan keluarkan minyak
  - c). Dengan mesin hidup idling, putarkan roda kemudi maksimum ke kanan dan ke kiri sambil mengeluarkan minyak.
  - d). Matikanlah mesin.
  - e). Isikan minyak baru ke reservoir.
  - f). Hidupkan mesin pada 1000 rpm.
  - g). Setelah minyak keluar melalui pipa saluran balik, pastikan bahwa minyak direservoir selalu penuh dan minyak yang keluar melalui saluran balik tidak bercampur udara.
  - h). Pasang kembali pipa pengembalian minyak dari reservoir.
  - i). Lakukan pembuangan udara yang kemungkinan masih tersisa (bleeding) dengan cara sebagaimana dijelaskan di atas.
  - j). Pastikan bahwa pada saat mesin dimatikan, kenaikan level minyak pada reservoir tidak lebih dari 5 mm.
- 2). Periksa tekanan minyak power steering. Dengan menggunakan pressure gauge pastikan bahwa tekanan minyak tidak lebih rendah dari  $65 \text{ kg/ cm}^2$  pada kondisi maksimum belok dan atau pada saat idle dan saluran pressure gauge diblok (max bloking 10 detik).

## **2. Wheel Alignment**

### **a. Pengertian Wheel Alignment**

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

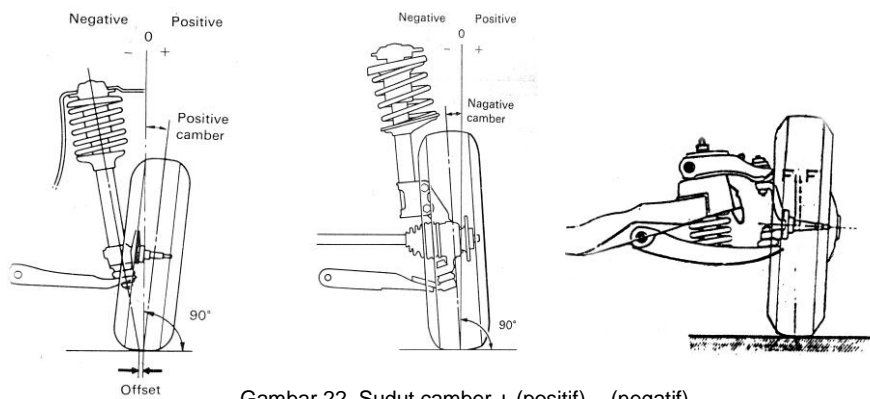
kendaraan yang ada di Indonesia wheel alignment utamanya adalah untuk roda depan (FWA), walaupun wheel alignment untuk roda belakang (RWA) juga sudah ada.

b. Faktor-faktor Wheel Alignment

Yang termasuk dalam faktor-faktor wheel alignment ada 5 (lima) yaitu : camber, caster, king-pin inclination/ steering axis inclination, toe angle dan turning radius/ turning angle.

1). Camber

Camber adalah kemiringan roda terhadap garis vertikal jika dilihat dari depan atau belakang kendaraan. Jika roda miring ke arah luar kendaraan maka nilainya + (positif) dan jika roda miring ke arah dalam kendaraan maka nilainya - (negatif).



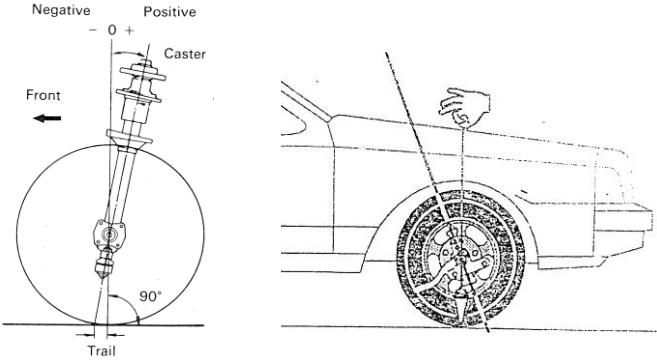
Gambar 22. Sudut camber + (positif), - (negatif)

Manfaat sudut camber positif yaitu memperkecil kemungkinan axle bengkok, mencegah roda slip, kemudi jadi ringan.

2). Caster

Caster adalah kemiringan steering axis inklinasi/ king pin jika dilihat dari arah samping. Caster berperan untuk kelurusan dan

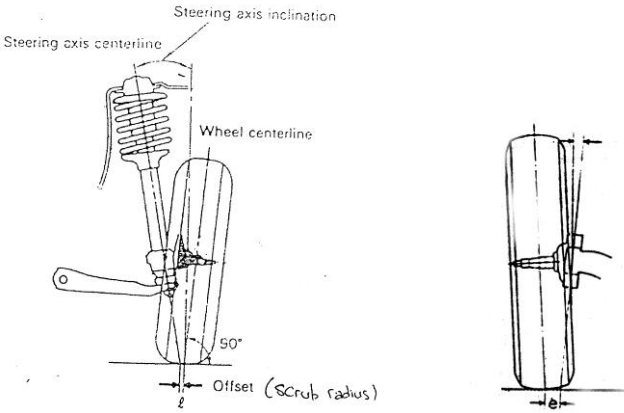
kestabilan kemudi serta untuk mendapatkan pengembalian ke posisi lurus setelah belok.



Gambar 23. Sudut caster + (positif), - (negatif)

3). Steering Axis Inclination

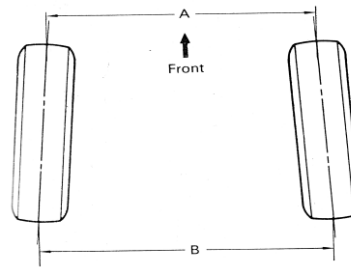
Caster adalah kemiringan steering axis inklinasi/ king pin jika dilihat dari arah depan/ belakang. Caster berperan untuk kelurusan dan kestabilan kemudi, memperkecil steering effortm dan memperkecil daya balik atau tarikan ke satu arah .



Gambar 24. Sudut SAI atau KPI

#### 4). Toe Angle

Toe angle adalah perbedaan jarak antara roda depan bagian depan dengan roda depan bagian belakang. Jika roda depan bagian depan lebih pendek dibanding roda depan bagian belakang maka dinamakan toe-in, namun jika roda depan bagian depan lebih panjang dibanding roda depan bagian belakang maka dinamakan toe-out.



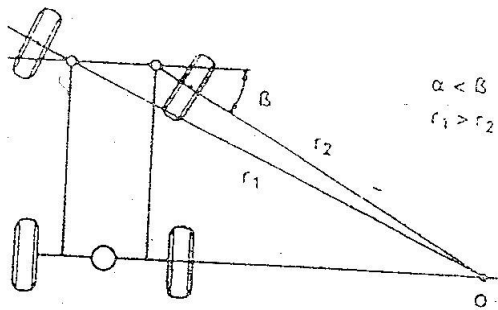
Toe-in :  $A < B$   
Toe-out :  $A > B$

Gambar 25. Toe angle

Fungsi utama toe adalah untuk mengimbangi gaya akibat adanya sudut camber (camber thrust)

#### 5). Turning Angle

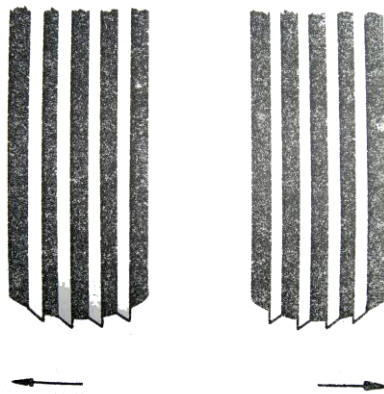
Sudut belok (turning angle) adalah sudut masing-masing roda saat kemudi diputar maksimum. Sudut belok roda dalam lebih besar dibandingkan sudut belok roda luar. Fungsi utama turning angle adalah mencegah terjadinya side slip, memperkecil keausan ban dan menjaga kestabilan pengemudian.



Gambar 26. Turning angle

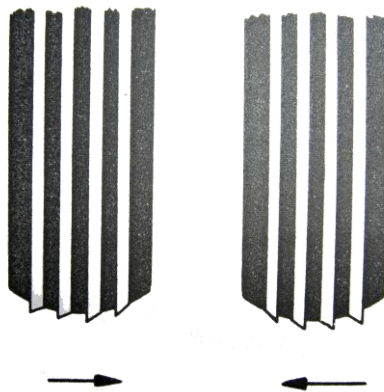
c. Kerusakan Ban Akibat Kesalahan Wheel Alignment

Wheel alignment sangat penting untuk keamanan, kenyamanan dan kestabilan pengemudian. Disamping itu dengan penyetelan wheel alignment yang benar keausan roda/ ban dapat diminimalisasi. Kerusakan/ keausan ban akibat kesalahan dari wheel alignment ditunjukkan pada gambar-gambar berikut :



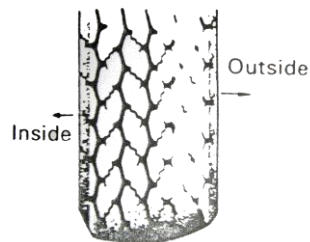
Gambar 27. Keausan ban karena toe-in berlebihan

Jika penyetelan toe-in berlebihan maka akan terjadi keausan ban seperti gambar di atas, yaitu jika telapak ban diraba dari sisi dalam keluar terasa kasar tetapi jika diraba dari sisi luar ke dalam terasa halus.



Gambar 28. Keausan ban karena toe-out berlebihan

Jika penyetelan toe-out berlebihan maka akan terjadi keausan ban seperti gambar di atas, yaitu jika telapak ban diraba dari sisi dalam keluar terasa halus tetapi jika diraba dari sisi luar ke dalam terasa kasar.



Gambar 29. Keausan ban karena camber positif berlebihan

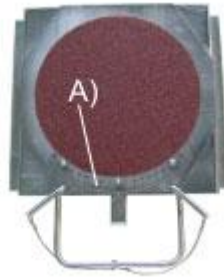
Jika penyetelan camber positif berlebihan maka akan terjadi keausan ban seperti gambar di atas, yakni pada sisi luar ban akan aus berlebihan dibanding sisi dalam.

d. Alat Ukur Wheel Alignment

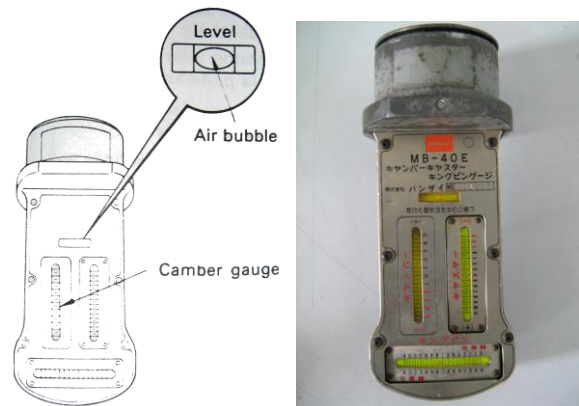
Dalam menangani wheel alignment diperlukan alat ukur yang dapat mengukur faktor-faktornya. Alat ukur manual yang biasa dipakai



adalah turning table, CCKG (camber, caster and king-pin gauge) dan toe gauge.



Gambar 30. Turning table

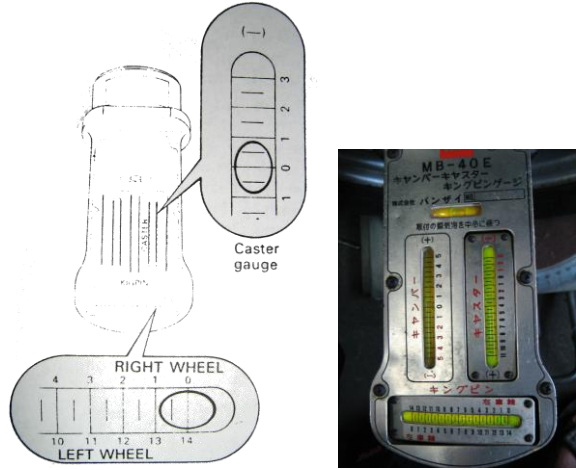


Gambar 31. Skala Camber pada CCKG

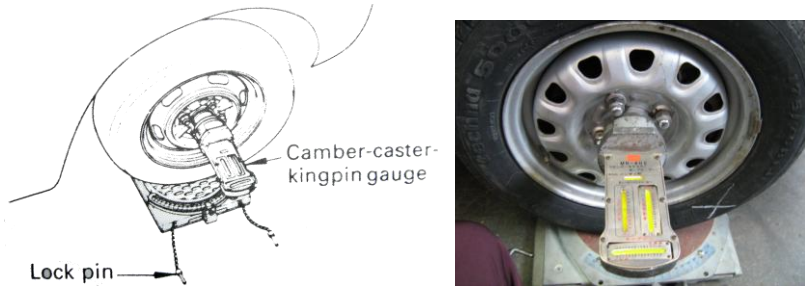
Prosedur pengukuran wheel alignment dengan turning radius dan CCKG adalah sebagai berikut :

- 1). Lakukan pemeriksaan tekanan ban dan kondisi ban! Kondisi ban harus standart.
- 2). Periksa kondisi bantalan roda serta run-out roda! Jika ada yang tidak baik perbaiki terlebih dahulu!

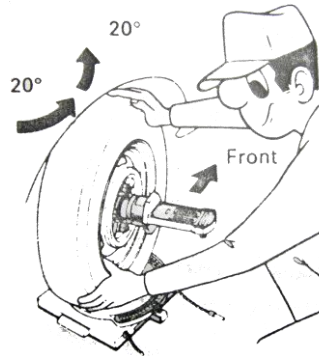
- 3). Periksa kondisi steering linkage dan ball joint! Steering linkage dan ball joint harus dalam kondisi yang baik.
- 4). Periksa kondisi dari suspensi! Suspensi harus dalam kondisi yang baik!
- 5). Tempatkan kendaraan pada tempat yang rata/ datar!
- 6). Tempatkan roda depan kendaraan di atas turning table (turning radius gauge)!
- 7). Tempatkan landasan setebal turning table pada roda belakang kendaraan!
- 8). Pasangkan CCKG pada hub roda dengan posisi yang tepat!
- 9). Tepatkan gelembung udara pada level alat tepat pada tengah-tengah (0)!
- 10). Bacalah penunjukkan gelembung pada skala camber gauge!
- 11). Putarkan roda depan dengan pelan-pelan tapi kontinyu ke arah luar sebesar  $20^{\circ}$ !
- 12). Putarkan penyetel nol pada belakang skala alat, sehingga skala caster dan KPI tepat berada pada nol!
- 13). Putarkan depan dengan pelan-pelan tapi kontinyu ke arah dalam sebesar  $20^{\circ}$  dari posisi lurus!
- 14). Bacalah penunjukkan gelembung pada skala caster dan KPI gauge!



Gambar 32. Skala Caster dan King-pin pada CCKG

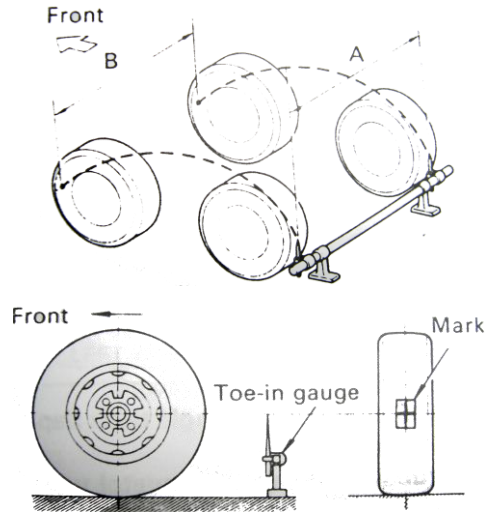


Gambar 32. Pemasangan CCKG pada hub roda



Gambar 32. Melakukan pengukuran dengan CCKG dan turning table

Pengukuran toe angle dilakukan dengan menggunakan rol meter atau menggunakan alat khusus toe gauge (toe-in gauge). Prosedur pengukuran menggunakan toe-in gauge adalah dimulai dari mengukur jarak pada roda depan sisi belakang. Kemudian kendaraan didorong/ digerakkan sehingga roda berputar  $180^\circ$ , baru dilakukan pengukuran untuk roda depan pada sisi depan. Pengukuran dilakukan pada garis tengah telapak ban dan jika dilihat dari samping harus rata/ setinggi poros roda.



Gambar 33. Melakukan pengukuran dengan CCKG dan turning table  
 Pengukuran wheel alignment sekarang ini telah banyak dilakukan dengan bantuan komputer. Ada banyak merk dan tipe alat ukur wheel alignment, misalnya sebagai berikut :



Gambar 34. Beberapa tipe dari wheel alignment equipment

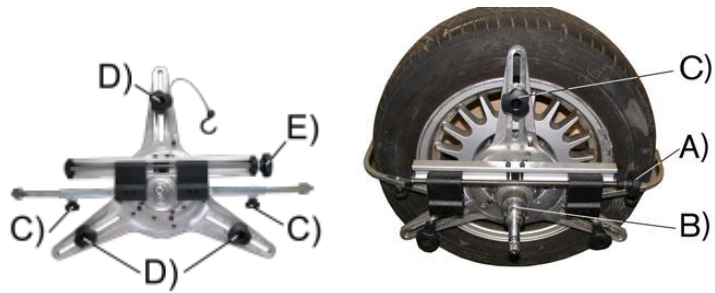
Berikut ini kami berikan contoh langkah penggunaan salah satu jenis wheel alignment equipment merk nussbaum tipe **WA – 900/ 920**

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Memeriksa permukaan dan tekanan semua ban, sesuaikan dengan spesifikasi dengan menggunakan pressure gauge.
3. Memeriksa kekocakan tie rod, bantalan roda, dan ball joint.
4. Mengukur besarnya sudut Toe, Camber, Caster, dan KPI dengan cara sbb. :
  - a. Tempatkan roda depan kendaraan di atas turning table, dengan skala "0".



Gambar 35. Turning Table

- b. Tempatkan papan ganjal khusus (setebal turning table) di bawah roda belakang.
- c. Pasangkan clamp manual pada masing-masing roda. Kemudian posisikan tengah (center) secara manual sampai didapatkan posisi yang kuat.



Gambar 36. Clamp manual dan pemasangan

- d. Pasangkan unit sensor pada clamp manual selanjutnya hubungkan kabel data antara unit sensor masing-masing roda dengan unit komputer pada spooring roda.



Gambar 37. Unit sensor



Gambar 38. Kabel data (ukuran 4,5 m dan 6,5 m)

- e. Setelah semua terpasang, hidupkan unit spooring dengan memutar saklar pada posisi ON.

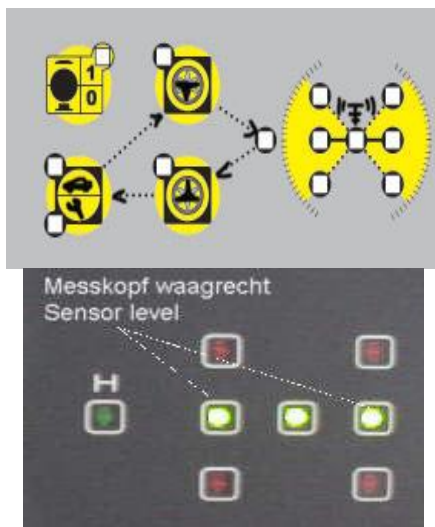


Gambar 39. Saklar Spooling Roda

- f. Tekan tombol pada unit sensor untuk menghidupkan kemudian tepatkan unit sensor sejajar dengan tanah (lampu sensor level berwarna hijau semua).




Gambar 40. Menghidupkan unit sensor

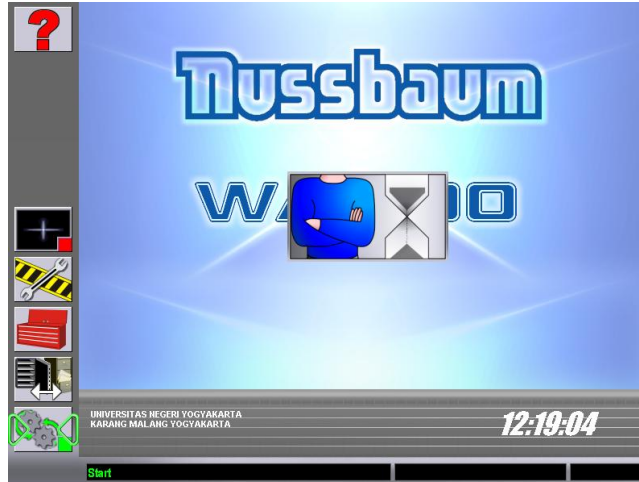


Gambar 41. Lampu Sensor Level

- g. Setiap menekan tombol start pada unit komputer maka program spooling roda nussbaum 900/920 ini akan tampil



pada menu utama, selanjutnya klik  untuk memulai program.



Gambar 42. Memulai program

- h. Pilihlah nama pabrik kendaraan dan tahun pembuatannya yang terdapat pada databank! Misalnya : KIA Sephia tahun 1999.

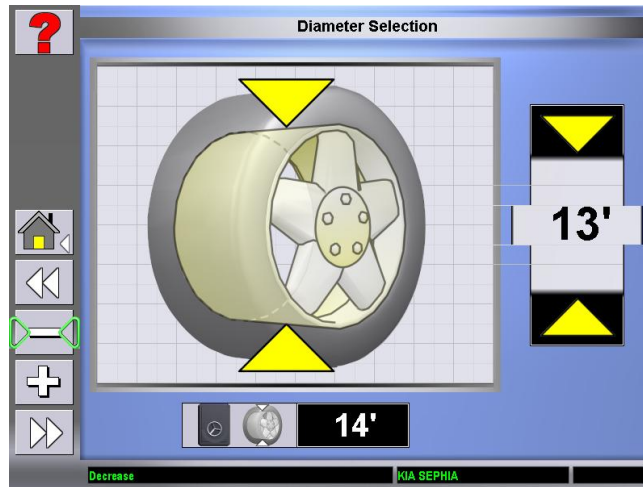


Gambar 43. Pemilihan Nama Pabrik Kendaraan




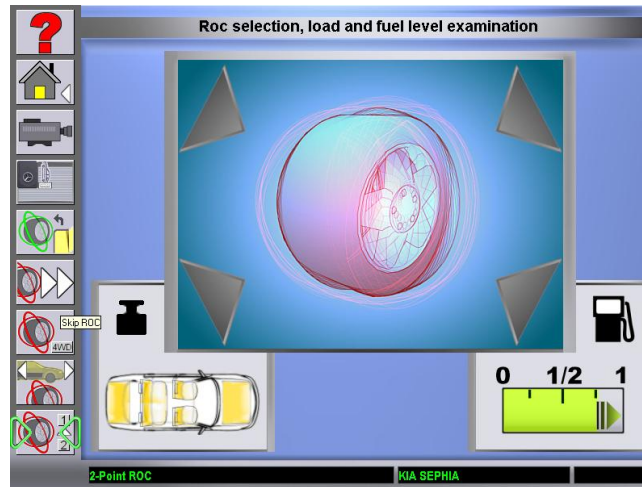
Gambar 44. Tahun Pembuatan Kendaraan

- i. Setelah didapatkan jenis kendaraan yang akan diukur, selanjutnya memilih ukuran diameter pelek sesuai kendaraan tersebut dengan cara klik (-) mengurangi ukuran diameter pelek dalam satuan inci.



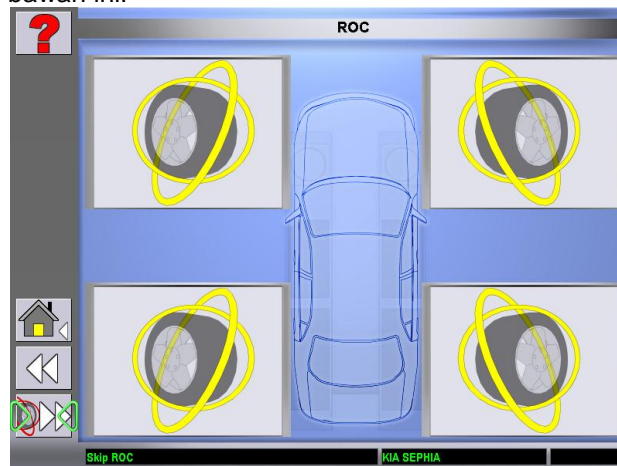
Gambar 45. Mengurangi diameter pelek

- j. Klik  skip ROC untuk melanjutkan langkah berikutnya!



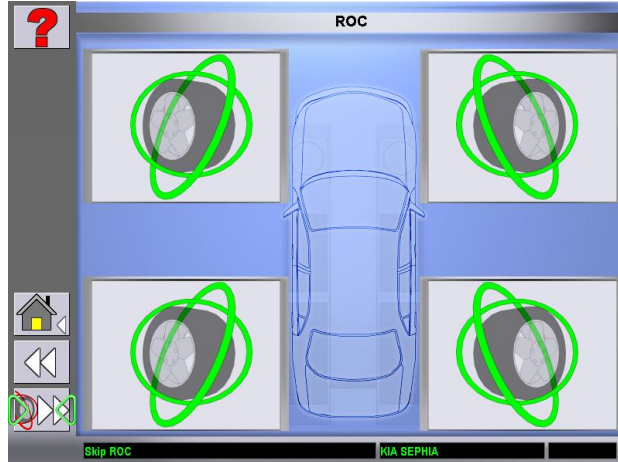
Gambar 46. Memilih skip ROC

- k. Secara otomatis akan tampil seperti pada gambar di bawah ini!



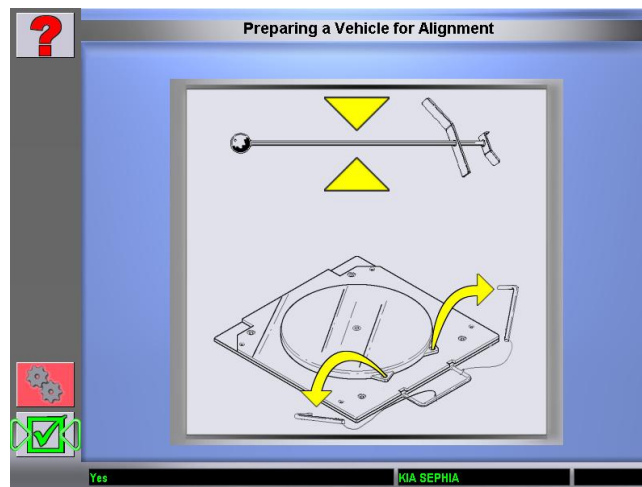
Gambar 47. Proses ROC

- l. Tunggu beberapa saat sampai tampilan berubah menjadi hijau dan proses selesai!



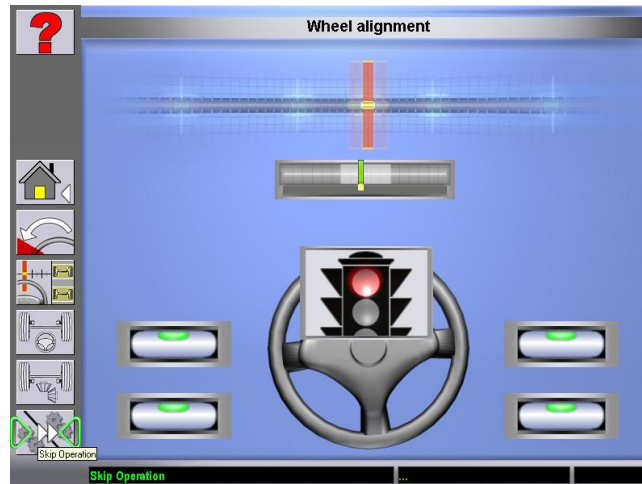
Gambar 48. Hasil ROC

- m. Pasangkan pengunci pedal rem dan melepas baut penahan turning table, klik  yes untuk menyatakan persetujuan.



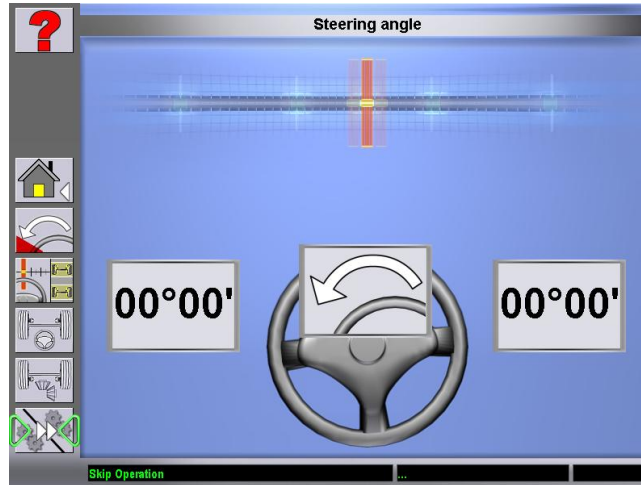
Gambar 49. Perintah/ konfirmasi pemasangan pengunci pedal rem dan melepas pin penahan turning table

- n. Setelah itu akan muncul perintah untuk memastikan kondisi roda kemudi pada posisi lurus. Luruskan kemudi dan tahan posisi tersebut beberapa saat. Pastikan semua lampu sensor level menyala hijau, jika belum maka lakukan pengaturan ulang.

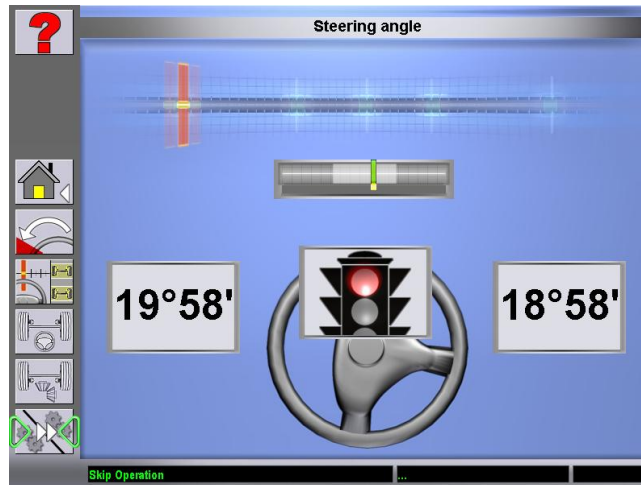


Gambar 50. Meluruskan roda depan

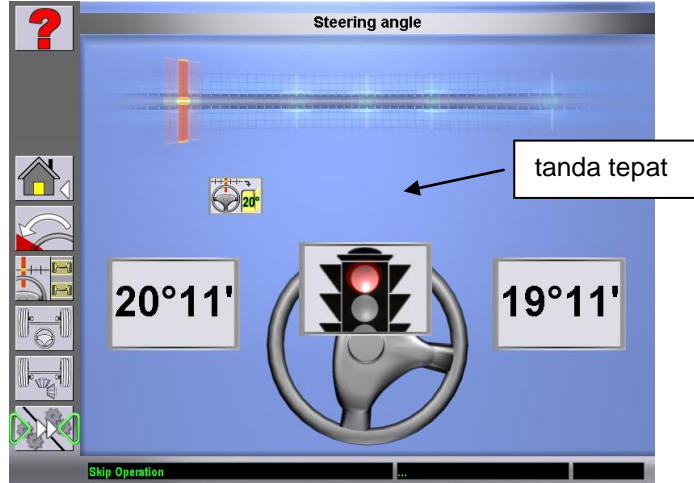
- o. Setelah ditahan pada posisi lurus beberapa saat akan muncul tampilan seperti gambar di bawah ini. Putar roda depan ke arah yang ditunjukkan anak panah 20°, sambil melihat monitor komputer. Gerakkan roda kemudi perlahan-lahan apabila akan mendekati angka 20° sampai didapatkan posisi yang tepat, tahan beberapa saat sampai muncul tanda di atas skala yang dituju.



Gambar 51. Gerakkan roda kemudi ke arah anak panah (kiri) 20°

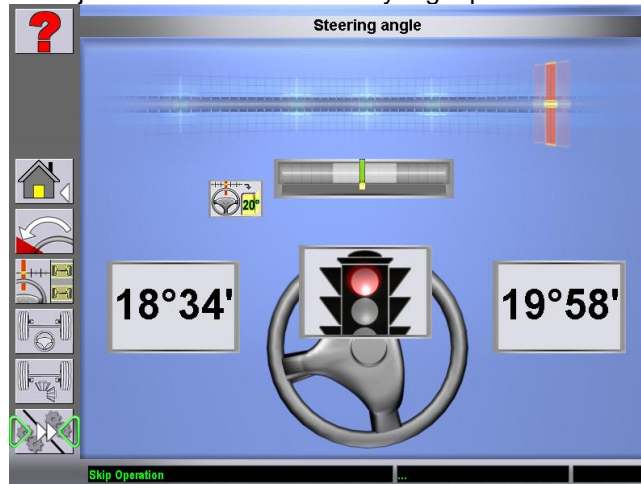


Gambar 52. Gerakan roda kemudi mendekati arah kiri 20°

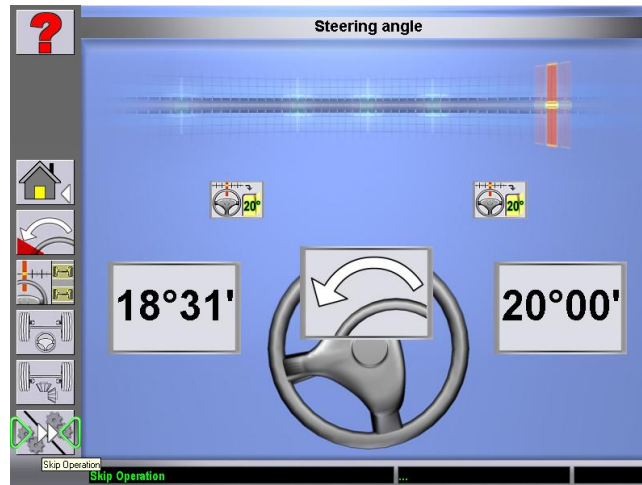


Gambar 53. Gerakan roda kemudi  $\pm 20^\circ$ , muncul tanda di atasnya

- p. Putar roda depan ke arah kanan  $20^\circ$  dari posisi nol. Pelankan jika sudah mendekati  $20^\circ$ , dan tahan beberapa saat jika sudah masuk daerah yang tepat.

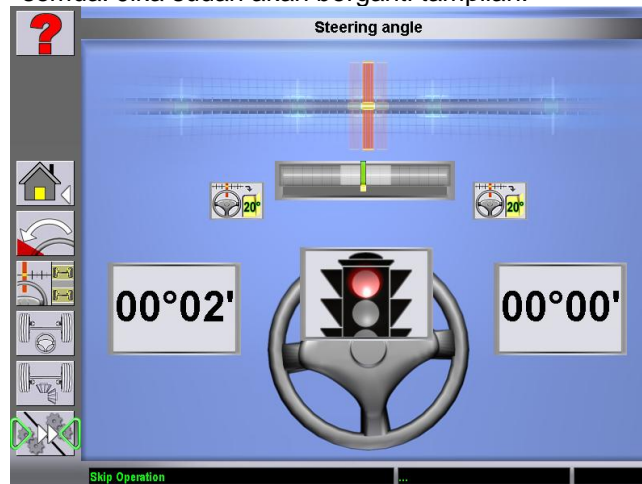


Gambar 54. Gerakan roda kemudi mendekati arah kanan  $20^\circ$



Gambar 55. Gerakan roda kemudi tepat arah outer 20°

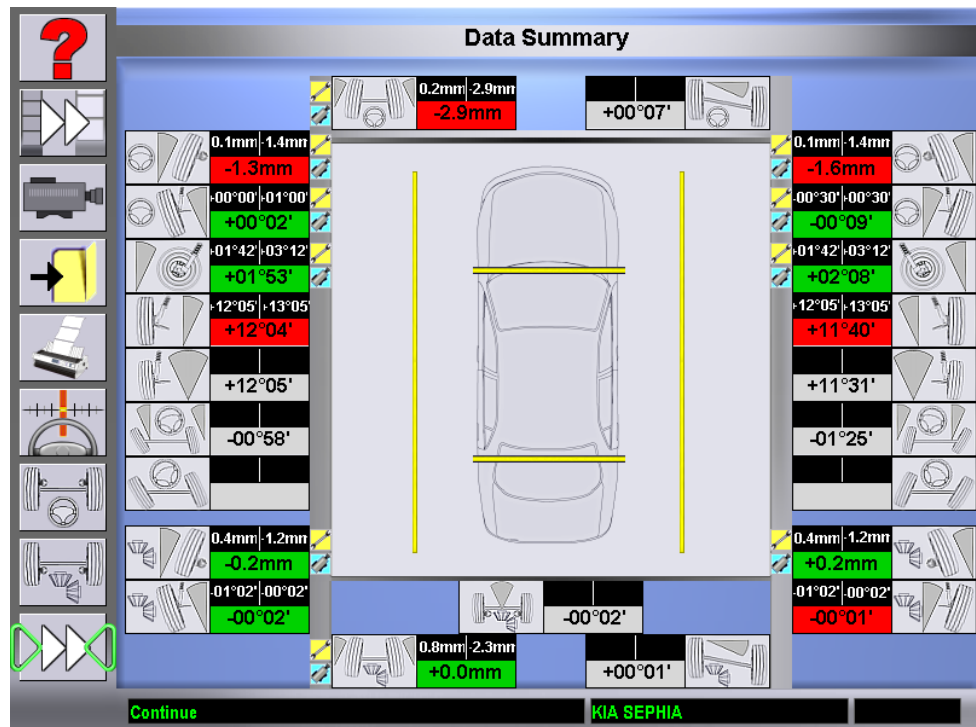
- q. Gerakkan roda kemudi pada posisi lurus kembali! Jika sudah tepat lurus, cek kembali sensor level, pastikan hijau semua. Jika sudah akan berganti tampilan.




Gambar 56. Meluruskan roda kemudi

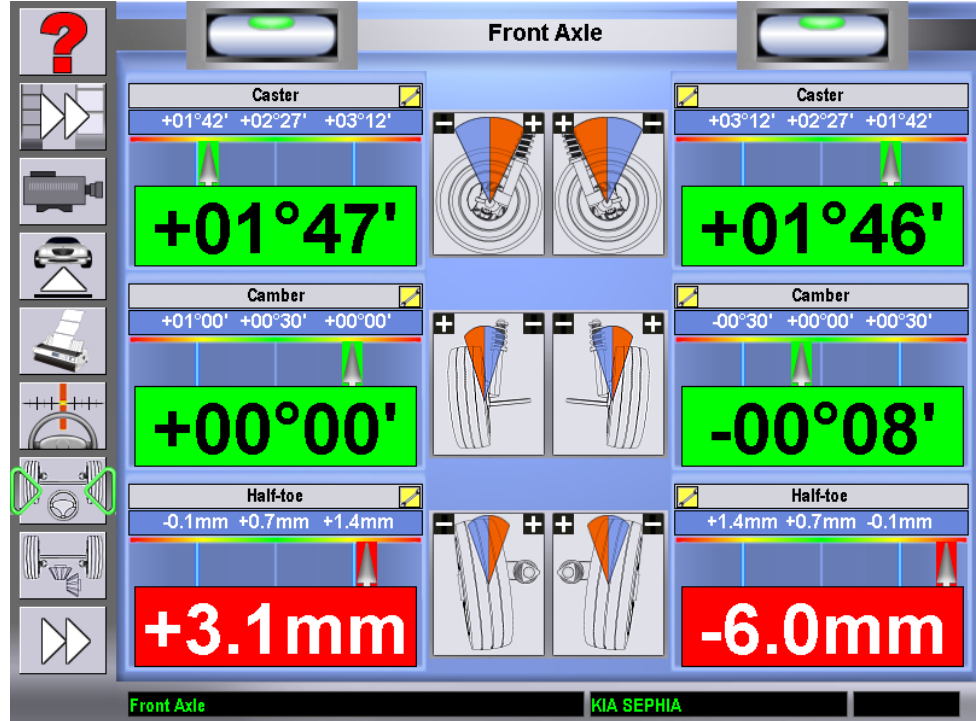
- r. Bacalah hasil kesimpulan pengukuran/ summary hasil pengukuran. Profil sumbu roda dan roda, besarnya Toe, Camber, Caster dan KPI dapat terlihat.






Gambar 57. Data Summary

- s. Klik  "front axle" dua kali untuk melihat hasil pengukuran camber, caster dan toe.

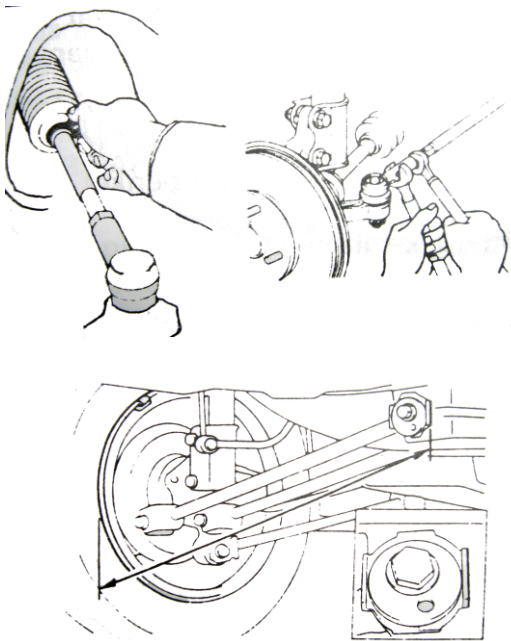


Gambar 58. Hasil Pengukuran camber, caster dan toe

- t. Bandingkan dengan data spesifikasi pada buku manual, jika berbeda maka lakukanlah penyetelan dengan terlebih dahulu memasang pengunci kemudi.
  - u. Jika sudah dilakukan penyetelan dan tampilan ukuran camber, caster dan toe sudah masuk spesifikasi (berwarna hijau) maka klik  dan akan mengulangi langkah pengecekan yaitu dari langkah n s.d. q. Setelah itu akan tampil hasil pengukuran yang kedua.
  - v. Jika semuanya sudah hijau/ sesuai spesifikasi maka akhiri proses pengukuran dengan meng-klik ikon rumah (home), kemudian klik tombol shutdown.
- e. Penyetelan Wheel Alignment

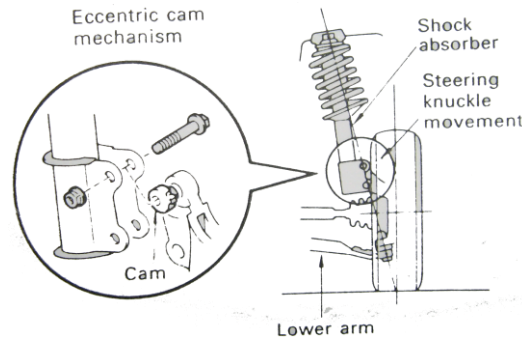
Bandungkanlah hasil pengukuran yang didapat dengan nilai standard pada masing – masing kendaraan (lihat workshop manual). Bila tidak sesuai maka harus dilakukan perbaikan.

- 1). Toe angle diperbaiki dengan memperpanjang atau memperpendek tie rod. Hal yang harus diperhatikan adalah bahwa perubahan harus tetap menjaga agar panjang pergeseran tie rod kanan sama dengan tie rod kiri. Karena ada dua posisi tie-rod yakni di depan spindle dan di belakang spindle, maka untuk melakukan penyetelan toe jangan sampai terbalik. Karena toe angle berubah jika camber/ caster distel, maka penyetelan toe angle dilakukan setelah penyetelan camber dan caster.



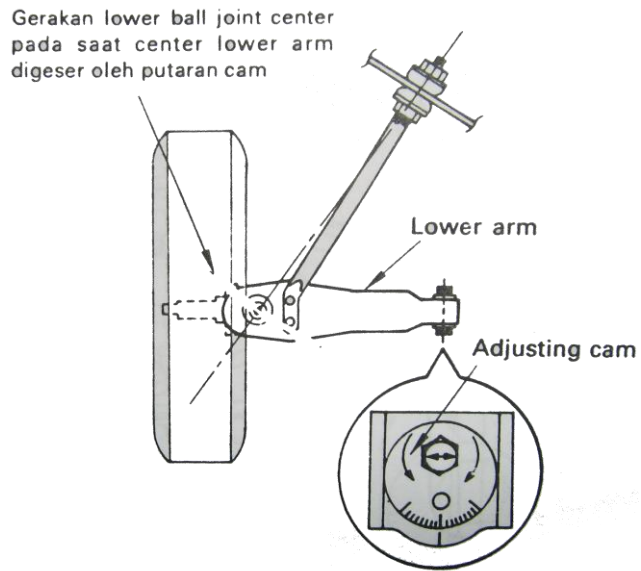
Gambar 59. Melakukan penyetelan toe

2). Camber dan caster distel dengan beberapa cara tergantung dari tipe suspensi dan tipe dari penyetelnya. Pada suspensi tipe strut, camber distel dengan cara merubah sudut hubungan antara shock absorber dan steering knuckle, sedangkan caser distel dengan merubah jarak antara lower arm dan strut bar menggunakan spacer atau mur penyetel.



Gambar 60. Melakukan penyetelan camber (penyetel terpisah)

Pada penyetelan camber dan caster secara bersama-sama, pada ujung dalam lower arm dilengkapi dengan baut pengikat tipe eccentric cam. Bila baut diputar maka center lower arm akan bergeser ke kiri atau ke kanan yang menyebabkan lower ball joint center bergeser karena lower arm didukung oleh strut bar. Tipe penyetelan secara bersama ini dipakai pada tipe suspensi strut maupun wishbone.

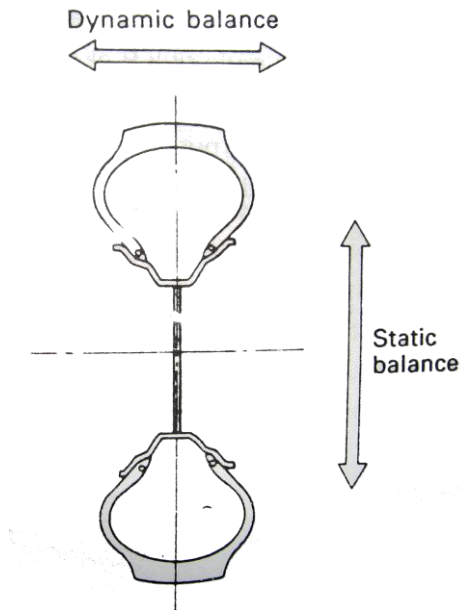


Gambar 61. Melakukan penyetelan camber & caster (penyetel bersama)

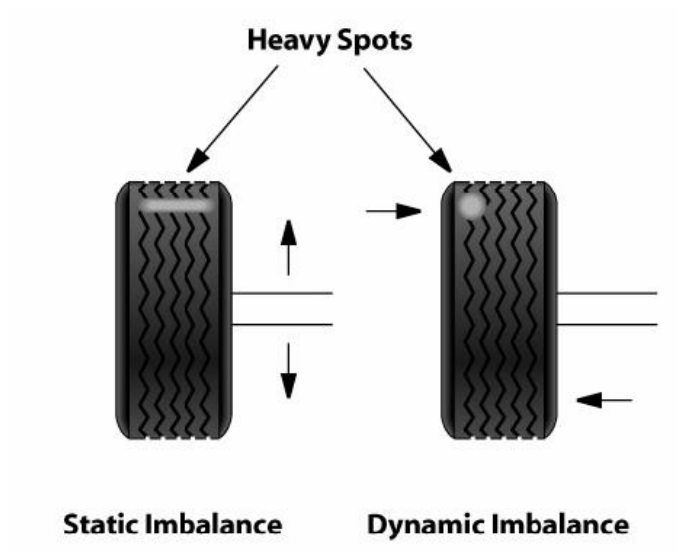
### 3. Wheel Balance

#### a. Pengertian Balance Roda

Balance adalah kondisi yang seimbang dari sebuah obyek yang berputar. Balance dibagi menjadi dua jenis yaitu static balance dan dynamic balance. Static balance adalah keseimbangan bobot dalam arah radial pada kondisi statis, sedangkan dynamic balance adalah keseimbangan bobot dalam arah aksial pada kondisi berputar.



Gambar 61. Ilustrasi tipe balance roda



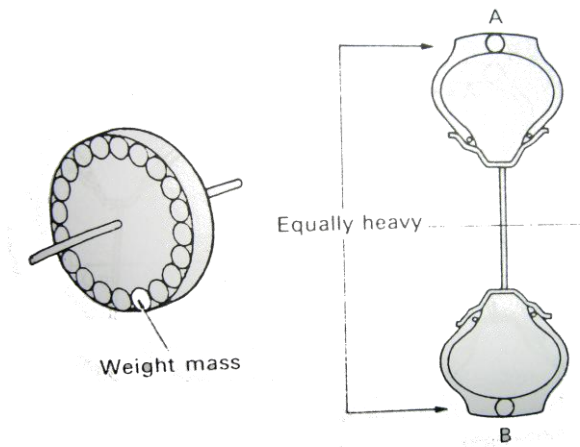
Gambar 62. Ilustrasi tipe unbalance roda

### Static Balance

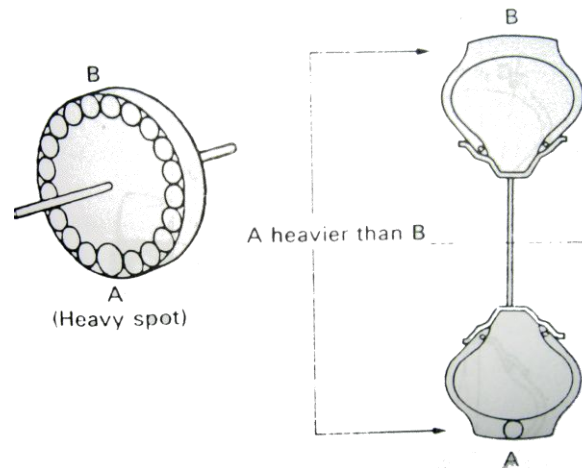
Titik yang berjarak/ berjari-jari sama dari poros harus mempunyai bobot yang sama, sehingga jika roda diputar titik sembarang/ tertentu dari roda akan dapat berhenti pada sembarang posisi. Kondisi inilah yang disebut static balance.



Gambar 62. Ilustrasi tipe unbalance roda



Gambar 62. Kondisi balance yaitu semua massa terdistribusi merata

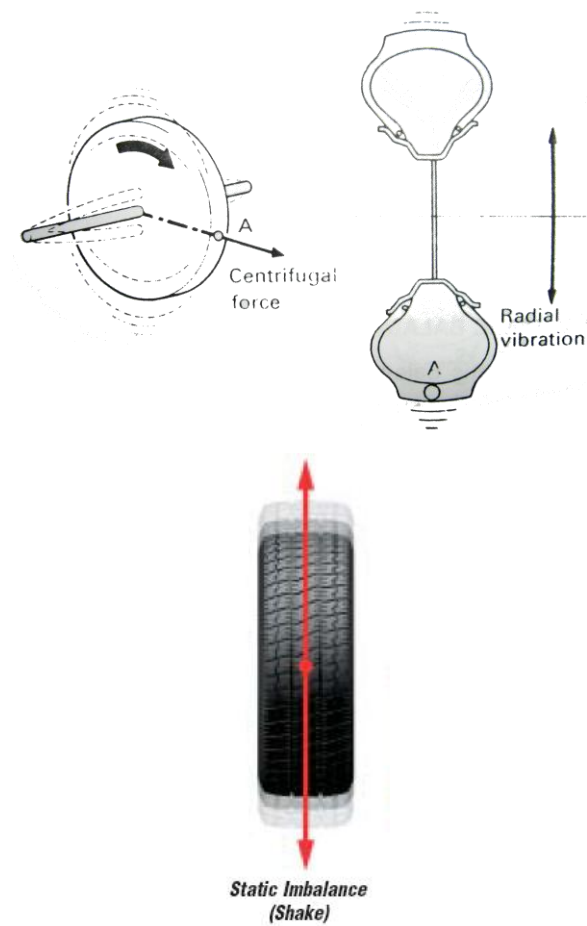


Gambar 63. Kondisi unbalance yaitu massa terdistribusi tidak merata

Jika roda yang dalam keadaan unbalance berputar maka gaya centrifugal yang bekerja pada titik unbalance akan lebih besar, sehingga akan cenderung menarik keluar dari poros dan menyebabkan gaya pada poros menjadi tidak seimbang. Hal



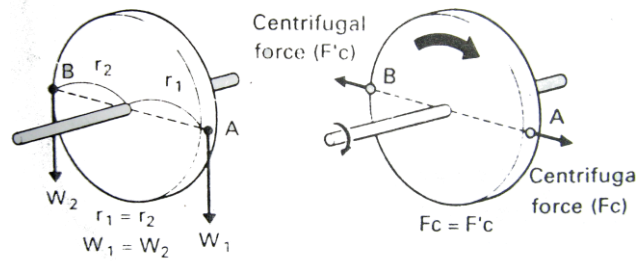
tersebut dapat menyebabkan poros menjadi bengkok dan atau menyebabkan getara radial pada saat roda berputar.



Gambar 64. Kondisi unbalance jika berputar menyebabkan vibration (bergetar)

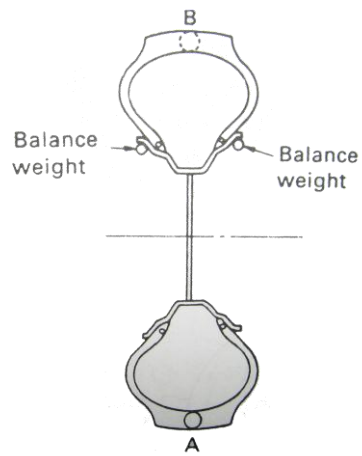
Dengan menempelkan beban yang sama dengan bobot unbalance pada titik yang posisinya berlawanan ( $180^\circ$ ) maka ketidakbalanan (unbalance) dapat dihilangkan sehingga

efeknya juga akan ikut hilang, karena gaya centrifugal yang bekerja pada semua arah sama besarnya.



Gambar 65. Pengimbangan gaya menjadikan kondisi balance

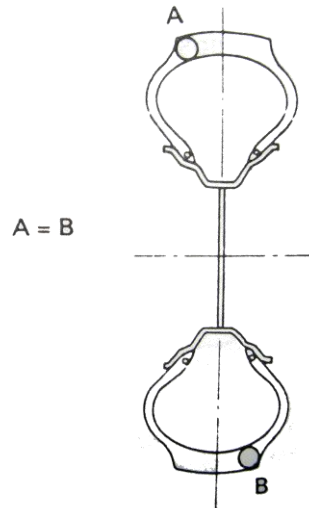
Pada aplikasinya, memasang bobt balance di telapak ban sangat sulit dilakukan, sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut pemasangan bobot balance dibagi menjadi 2 dan di pasang pada sisi pelek.



Gambar 66. Pemasangan bobot balance

Dynamic Balance

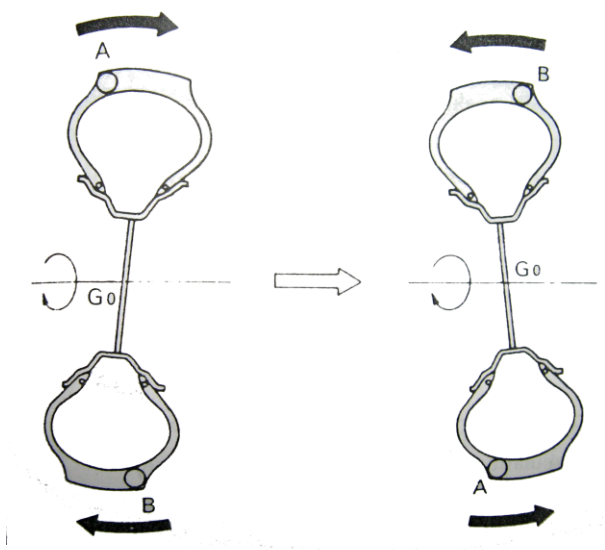
Keseimbangan bobot dalam arah aksial pada saat roda berputar dinamakan dynamic balance.



Gambar 67. Kondisi unbalance

Dari gambar di atas misalnya, bobot ekstra A dan B menyebabkan roda tidak balance. Garis yang menghubungkan pusat bobot dari gaya berat  $G_1$  dan  $G_2$  tidak berada pada sekeliling garis pusat roda, sehingga saat berputar titik  $g_1$  dan  $g_2$  cenderung mendekati garis pusat roda.

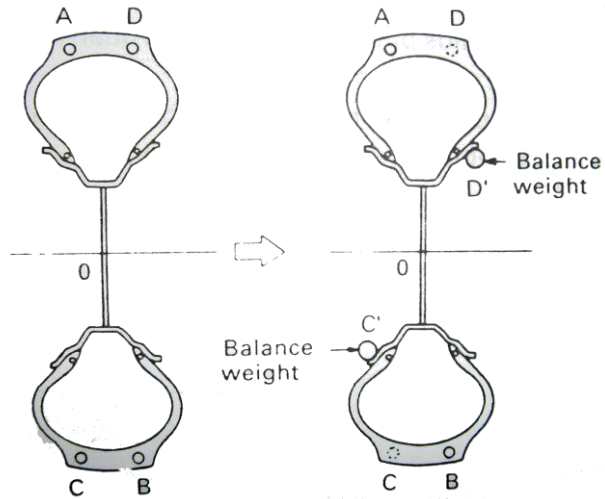
Setiap roda berputar  $180^\circ$  seluruh gaya yang ditimbulkan oleh kecenderungan tersebut menjadikan timbulnya getaran lateral mengikuti ayunan putaran roda. Kondisi ini menyebabkan steering wheel shimmy, yaitu ayunan menlingkar dari steering wheel.



***Couple Imbalance  
(Shimmy)***

Gambar 68. Dynamic Balance

Pemasangan bobot balance pada kondisi dynamic unbalance adalah dengan memasang bobot yang sebanding dengan ketidakbalannya pada arah yang berseberangan. Pada aplikasinya di roda, bobot dipasang pada pelek roda, sebagaimana terlihat pada gambar berikut :



Gambar 69. Pemasangan bobot balance untuk dynamic unbalance

b. Dimensi Roda

Pengenalan dimensi/ ukuran roda diperlukan untuk melakukan proses balancing roda dengan menggunakan mesin balancer.

Ukuran roda yang dijadikan informasi saat melakukan balancing adalah diameter pelek dan lebar pelek. Dengan membaca dimensi yang tertulis pada sisi pelek kita dapat mengetahui ukurannya.

Misalkan tertulis 5.00 S x 20 F.B. mempunyai arti :

5.00 : Lebar pelek dalam inch  
S : Bentuk flens pelek (lihat tabel)  
20 : Diameter pelek  
F.B. : Nama pelek (Flat Base)

c. Mesin Balance

Alat yang digunakan untuk mengetahui besarnya unbalance/ imbalance dari suatu roda dinamakan mesin balance. Mesin balance ada dua tipe yaitu on the car balance dan off the car balance. Untuk menjamin hasil yang optimal sebaiknya menggunakan mesin balance yang off the car karena ketelitiannya tinggi dan lebih mudah dioperasikan. Mesin balance sekarang ini merk dan modelnya bermacam-macam.



Gambar 70. Mesin balance dari RAV



Gambar 71. Mesin balance dari Accu-turn



Gambar 72. Mesin balance dari Hunter

Dalam menjalankan mesin balance secara umum membutuhkan empat macam input data yaitu : tipe pelek, diameter pelek, lebar pelek dan jarak roda dari acuan mesin balance. Secara urutan proses balancing dengan mesin balancer dari RAV adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan!
2. Lepaskan roda dari kendaraan!
  - a. Kendorkan baut roda
  - b. Dongkrak kendaraan
  - c. Pasangkan jack stand
  - d. Lepaskan baut roda
  - e. Lepaskan roda
3. Lakukan pengamatan secara visual kondisi ban dan pelek!
4. Lakukan pembersihan pattern ban dari kotoran!
5. Pasangkan roda pada mesin balancer!
  - a. Pilihlah center cone yang sesuai dengan hub roda!
  - b. Pasangkan center cone pada poros mesin balancer
  - c. Pasangkan roda (arah sisi sesuai pemasangan di kendaraan)!
  - d. Kunci roda dengan hub pengunci mesin balancer!





Gambar 73. Pemasangan roda pada mesin balance

6. Hidupkan mesin balancer dengan memutar ke posisi ON tombol power yang ada di sisi kanan mesin balancer! Tunggu sampai layar menyala dan menu balance siap.



Gambar 74. Tampilan menu balance

7. Masukkan input data ke mesin balancer sesuai dengan data roda yang akan dibalancing!
  - a. Tekan menu
  - b. Pilih dimensions
  - c. Masukkan data jarak roda dari mesin balancer
  - d. Masukkan data diameter pelek
  - e. Masukkan data lebar pelek
  - f. Selesai/ end

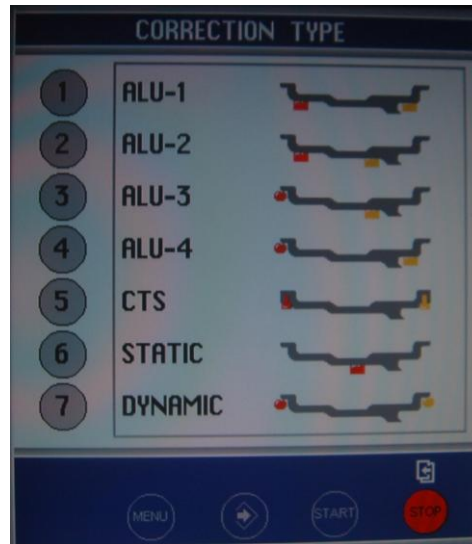


Gambar 75. Tombol-tombol pada mesin balance



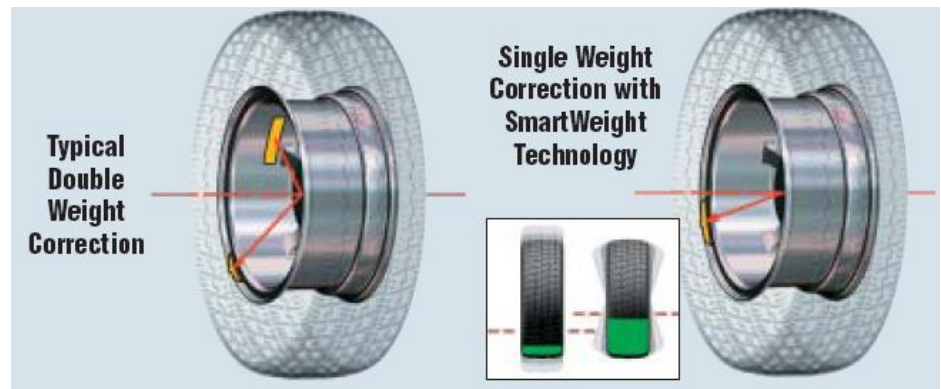
Gambar 76. Proses input data diameter, lebar pelek serta jarak roda dari mesin

8. Pilih tipe pelek sesuai dengan roda yang dibalancing
  - a. Tekan 2 "ALU"
  - b. Pilih ALU untuk pelek aluminium/ pelek racing
  - c. Pilih STATIK untuk pelek berjari-jari
  - d. Pilih DYNAMIC untuk pelek standart
  - e. Selesai/ Ok

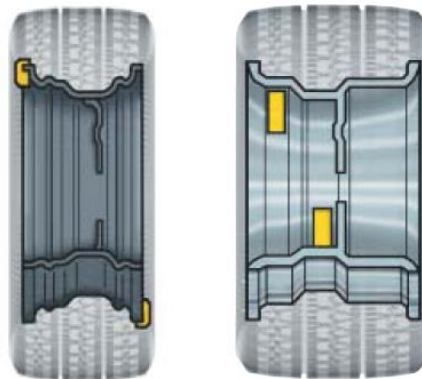


Gambar 77. Proses input data jenis pelek

9. Lakukan pengesetan/ setting display dari MENU SET-UP
10. Yang perlu disetting adalah
  - a. Satuan ketidakbalanan
  - b. Ketidakbalanan yang ditoleransi
  - c. Penampilan angka ketidakbalanan
  - d. Otomatisasi saat guard ditutup
11. Tutup guard/ pelindung roda dan biarkan roda berputar
12. Jika roda tidak otomatis berputar, tekan tombol start.
13. Tunggu sampai roda berhenti dengan sendirinya dan di layar muncul display angka ketidakbalanan
14. Carilah titik ketidakbalanan dengan memutar roda sesuai dengan arah yang ditunjukkan di layar. Jika sudah tepat akan ada suara BEEP dan display tanda panah tepat. Titik di atas poros mesin balancing adalah titik ketidakbalanannya.
15. Pasangkan bobot balancing sesuai dengan ketidakbalanannya.
16. Lakukan uji lagi dengan mengulangi langkah 11 s.d. 13.
17. Jika sudah balance lepaskan roda, jika belum balance lanjutkan ke langkah 14 s.d. 16



Gambar 78. Beberapa versi pemasangan bobot balance



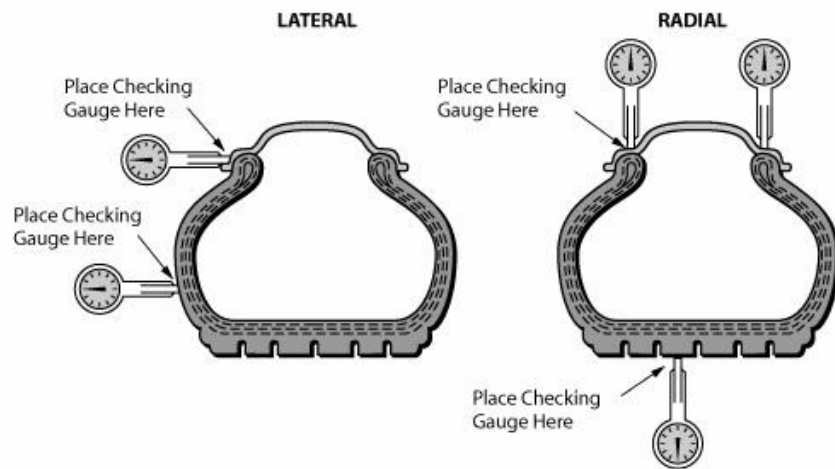
Gambar 79. Beberapa versi pemasangan bobot balance

d. Run-Out

Hal lain yang perlu diperhatikan pada pengecekan roda adalah run-out. Run-out adalah frekuensi dimensi roda selama berputar. Lingkaran roda tidak benar-benar bundar. Variasi radius putar (run-out) yang berlebihan akan mengakibatkan getaran pada body, sehingga harus dibatasi nilainya.

Ada dua macam run-out yaitu radial run-out dan lateral run-out. Radial run-out adalah kesempurnaan bentuk lingkaran dari roda. Ketidaktepurnaan tersebut disebabkan oleh kondisi ban, pelek dan posisi axle hub yang tidak tepat. Roda dengan radial run-out jika berputar, radius putarnya akan berubah-ubah sehingga akan menggetarkan body dan steering.

Lateral run-out adalah fluktuasi ban pada arah aksial yang akan mengakibatkan keausan ban tidak normal pada ban dan pengemudi menjadi tidak stabil. Penyebab lateral run-out adalah dinding samping ban yang bengkok, rim yang rusak dan posisi axle hub yang tidak tepat.



Gambar 80. Pemeriksaan Run-Out

#### D. LATIHAN

1. Jelaskan kenapa power steering dibutuhkan!
2. Sebut dan jelaskan komponen-komponen power steering!
3. Jelaskan perkembangan power steering sampai saat ini yang anda ketahui!

4. Sebut dan jelaskan faktor-faktor wheel alignment!
5. Jelaskan bagaimana mengukur wheel alignment!
6. Berilah contoh penyetelan wheel alignment pada salah satu tipe/ jenis kendaraan yang anda ketahui!
7. Jelaskan kenapa roda harus balance!
8. Jelaskan macam-macam unbalance/ imbalance roda?
9. Jelaskan kenapa run-out roda juga perlu diperiksa!
10. Sebut dan jelaskan syarat pekerjaan pengecekan wheel alignment dan balancing!

#### **E. RANGKUMAN**

1. Fungsi power steering adalah untuk membantu memperingan gaya yang dibutuhkan untuk memutar roda kemudi. Power steering bekerja secara optimal pada saat kecepatan kendaraan rendah dan bekerja minimal pada kecepatan kendaraan tinggi. Hal tersebut dimaksudkan untuk menjaga kestabilan dan keamanan pengemudian
2. Komponen-komponen power steering sistem hidrolis antara lain adalah pompa power steering dan katup pengatur tekanannya, control valve dan power silinder.
3. Permasalahan yang sering terjadi pada power steering adalah tidak berfungsinya power steering sehingga steer terasa berat. Hal yang harus dicermati pada power steering meliputi pompa power steering apakah pully penggerak pompa power steering terkait dengan baik, apakah pompa membangkitkan minyak bertekanan sesuai spesifikasi, apakah ada kebocoran saluran dan apakah jumlah dan kualitas minyak masih cukup.
4. Perkembangan terkini power steering adalah terintegrasinya sistem hidrolis dengan sistem elektronik sebagai pengatur kestabilan dan

performance sistem power steering. Perkembangan berikutnya adalah sistem kemudi yang tidak lagi menggunakan secara mekanis namun sepenuhnya elektronik (controled by wire).

5. Pengertian wheel alignment adalah sudut-sudut kelurusan pemasangan roda, untuk mewujudkan pengendalian yang aman, nyaman dan stabil. Faktor-faktor wheel alignment meliputi camber, caster, king-pin, toe dan truning radius
6. Fungsi wheel alignment antara lain adalah untuk mendapatkan gaya pengemudian yang ringan, mendapatkan gaya balik steer, mendapatkan pengemudian yang cenderung lurus, menjadikan pemakaian ban awet (keausan ban normal). Jadi secara umum fungsi FWA adalah untuk mendapatkan faktor pengendalian kendaraan dan kenyamanan berkendara yang baik..
7. CCKG adalah alat ukur camber, caster dan king-pin secara manual. Sedangkan toe-in gauge adalah alat pengukur toe angle secara manual juga. Pengukur faktor FWA secara elektronik dengan bantuan komputer sudah sangat banyak variasinya.
8. Faktor utama yang perlu diperhatikan dalam penggunaan alat ukur adalah pemasangan yang baik/ tepat, set nol alat dengan baik (input data yang benar) serta prosedur kerja yang cermat.
9. Penyetelan faktor-faktor wheel alignment harus disesuaikan tipe suspensi dan konstruksi dari sistem kemudi. Hal-hal yang terkait dengan cara penyetelan dan sesifikasi teknis harus dilihat pada workshop manual.
10. Roda yang berputar harus mempunyai massa yang sama pada setiap titik yang berjarak sama dari sumbu putarnya. Jika sampai tidak sama maka akan dinamakan unbalance. Unbalance dikategorikan menjadi 2 (dua) yaitu unbalance static dan unbalance dynamic)

11. Ukuran-ukuran roda yang diperlukan sebagai input mesin balance adalah tipe pelek, diameter pelek dan lebar pelek serta jarak roda dari acuan mesin balance. Pengecekan ketidak balanan akan tepat jika input data yang dimasukkan tepat serta pemasangan roda di mesin balance tepat.
12. Ketidakbalanan (unbalance/ imbalance) dapat dibetulkan dengan memasang bobot balance sesuai dengan yang diukur dan diidentifikasi oleh mesin balance, baik yang terkait dengan berat unbalance maupun lokasi unbalance.
13. Selain balancing, roda juga harus diperhatikan dari run-out yang berlebihan. Run-out yang berlebihan juga akan menimbulkan getaran dan pengemudian yang tidak stabil. Perbaiki dengan membetulkan posisi pemasangan ban ke pelek dan atau membetulkan posisi hub roda. Jika run-out masih terlalu besar gunakan gerinda khusus (gerinda ban) untuk memotong ban dan memperbaiki run-out.

## F. DAFTAR PUSTAKA

Anonim (1994). *Training Manual Chasis Group*, Jakarta : Penerbit PT. Toyota-Astra Motor.

Anonim (tt). *Step 2 Materi Pelajaran Chassis Group*, Jakarta : Penerbit PT. Toyota-Astra Motor.

Anonim (2004). *N-Step Step 2 Chasis Training Materials Text*, Jakarta : Penerbit PT. NISSAN.

Anonim (2003). *Training textbook-Technician's B2*, Jakarta : Penerbit PT. HINO MOTORS SALES INDONESIA.

Anonim (tt). *SmartWeight™ Balancing Technology A Patented Feature of Hunter GSP Wheel Balancers*, [www.weightsaver.com](http://www.weightsaver.com)