

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Pengertian sistem kemudi**

Merupakan bagian komponen utama yang berfungsi untuk mengatur arah gerakan roda depan dengan di gerakan di putar ke kanan atau kekiri atau lurus, Bila roda kemudi diputar, kolom kemudi meneruskan putaran ke roda gigi kemudi. Roda gigi atau sering disebut steering gear kemudi ini memperbesar momen putar, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui sambungan-sambungan kemudi.

#### **2.2. Syarat-syarat sistem kemudi**

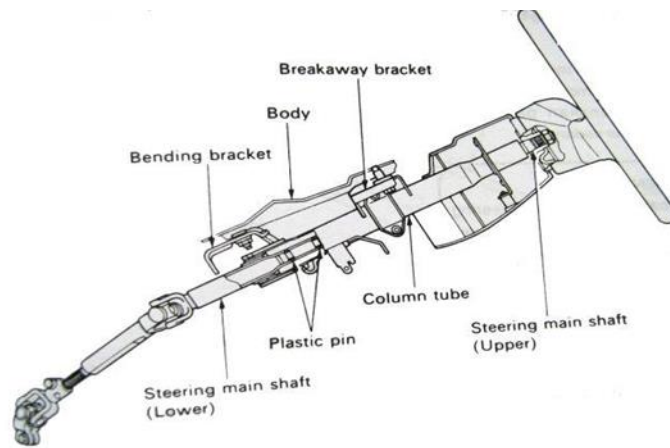
Agar sistem kemudi sesuai dengan fungsinya maka harus memenuhi persyaratan seperti berikut :

- a. Kelincahannya baik
- b. Usaha pengemudian yang baik.
- c. *Recovery* ( pengembalian ) yang halus
- d. Pemindahan kejutan dari permukaan jalan harus seminimal mungkin.

#### **2.3. Fungsi sistem kemudi**

Sistem kemudi adalah salah satu sistem pada chassis mobil yang berfungsi untuk merubah arah kendaraan dan laju kendaraan dengan cara menggerakkan atau membelokkan roda-roda depan mobil dan menjaga agar posisi mobil tetap stabil. Cara kerjanya adalah, apabila roda roda kemudi (*steering wheel*) di gerakkan/diputar, kolom kemudi (*steering column*) kemudian meneruskan putaran ke putaran ke roda gigi kemudi (*steering gear*). Steering gear ini berfungsi untuk memperbesar momen putar, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui sambungan-sambungan kemudi (*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 kejut jalan, pada *steering main shaft* dipasangkan *universal joint*

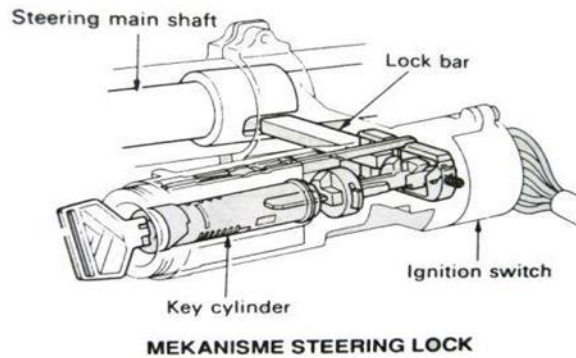


Gambar 2.1. *Steering Column*

(Sumber : Novriza 2011, 4)

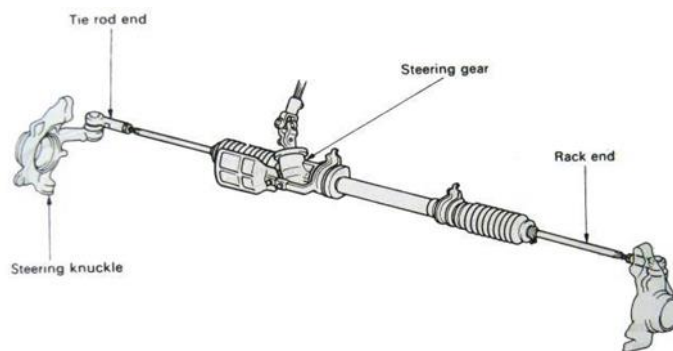
Mekanisme-mekanisme yang terdapat pada *steering column* adalah peredam benturan, *tilt steering*, *steering lock*, *telescopic steering*. Peredam benturan pada *steering column* ada beberapa tipe yaitu *bending bracket type*, *ball type*, *sealed-in pulverized silicon rubber type*, *mesh type* dan *bellows type*. Sedangkan mekanisme *tilt steering* ada beberapa tipe juga yaitu *lower fulcrum* dan *upper fulcrum*.

*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*.

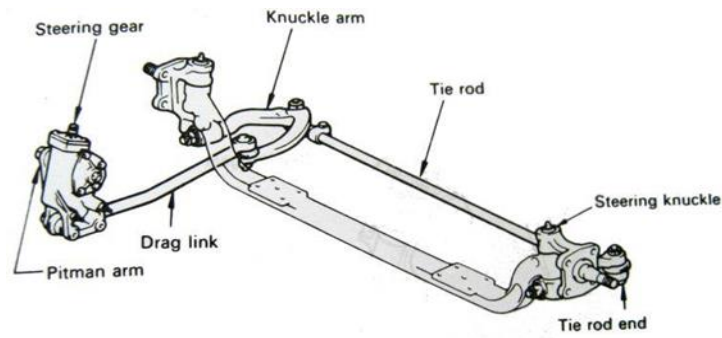


Gambar 2.2. Mekanisme Steering Lock  
 (Sumber : Anonim 2011, 5)

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.



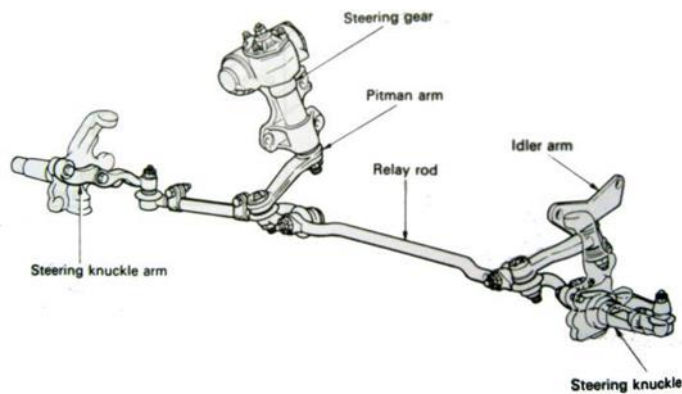
Gambar 2.3. Rack and Pinion Steering Gear  
 (Sumber : Anonim, 2003, 3-4)



Gambar 2.4. Recirculating Ball Steering Gear

(Sumber : Anonim, 2003, 4-5)

*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 system suspensi yang digunakan, yaitu *steering linkage* untuk *suspensi rigid* maupun *steering linkage* untuk *suspensi independent*.



Gambar 2.5. Recirculating Ball Steering Gear untuk Suspensi Rigid

(Sumber : Anonim, 2013, 5-6)

### 2.3.1 Tipe Sistem Kemudi

Sistem kemudi pada dasarnya dirancang untuk memungkinkan pengemudi mengendalikan arah kendaraan secara tepat dengan tenaga yang minimum.

Cara kerja dari sistem kemudi itu sendiri adalah bila roda kemudi diputar, *steering column* akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear*. *Steering gear* memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering linkage*.

Pada dasarnya sistem kemudi memiliki dua macam mekanisme yang sering digunakan pada saat ini, yaitu :

- a. Sistem kemudi secara manual
    - Dibutuhkan tenaga yang besar untuk menggerakkan roda kemudi
    - Pengemudi lebih cepat lelah
  - b. Sistem kemudi yang memakai power steering
- Penggunaan power steering memberikan keuntungan seperti :
- Mengurangi daya pengemudian ( *steering effort* )
  - Kestabilan yang tinggi selama pengemudian

### **2.3.2 Sistem Kemudi Secara Manual**

Sistem kemudi secara manual jarang dipakai terutama pada mobil-mobil modern. Pada sistem ini dibutuhkan adanya tenaga yang besar untuk mengemudikannya. Akibatnya pengemudi akan cepat lelah apabila mengendarai mobil terutama pada jarak jauh. Tipe sistem kemudi secara manual yang banyak digunakan adalah :

#### **1. *Recirculating Ball***

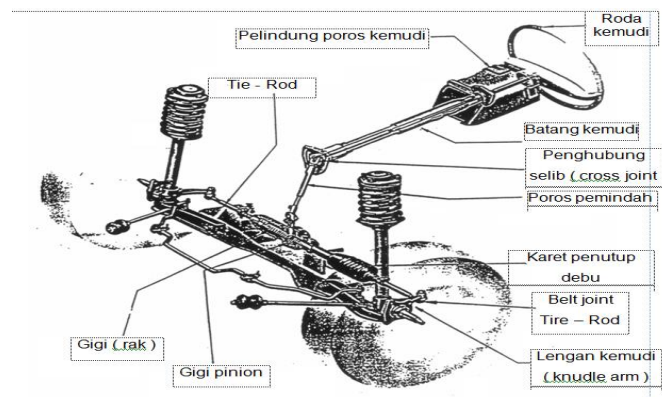
Cara kerjanya : Pada waktu pengemudi memutar roda kemudi, poros utama yang dihubungkan dengan roda kemudi langsung membelok. Di ujung poros utama kerja dari gigi cacing dan mur pada bak roda gigi kemudi menambah tenaga dan memindahkan gerak putar dari roda kemudi ke gerakan mundur maju lengan pitman (*pitman arm*).

Lengan-lengan penghubung (*linkage*), batang penghubung (*relay rod*), *tie rod*, lengan idler (*idler arm*) dan



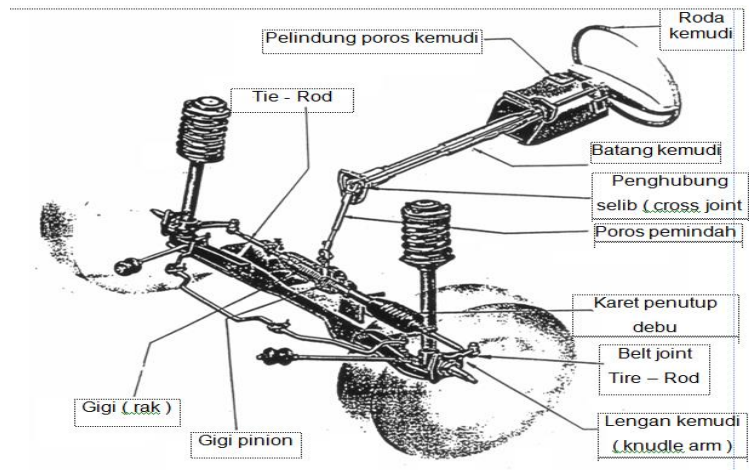
nakel pada roda-roda depan sehingga satu roda depan didorong, sedangkan satu roda tertarik, hal ini menyebabkan roda-roda berputar pada arah yang sama

Kemudi jenis *rack and pinion* jauh lebih efisien bagi pengemudi untuk mengendalikan roda-roda depan. Pinion yang dihubungkan dengan poros utama kemudi melalui poros *intermediate*, berkaitan dengan *rack*



Gambar 2.7. Sistem kemudi secara manual tipe *rack and pinion* (Sumber : Anonim, 2015, 1-2)

Kemudi jenis *rack and pinion* jauh lebih efisien bagi pengemudi untuk mengendalikan roda-roda depan. Pinion yang dihubungkan dengan poros utama kemudi melalui poros *intermediate*, berkaitan dengan *rack*.



Gambar 2.7. Sistem kemudi secara manual tipe *rack and pinion* (Sumber : Anonim, 2015, 1-2)

Keuntungan :

- a. Konstruksi ringan dan sederhana
- b. Persinggungan antara gigi pinion dan rack secara langsung
- c. Pemindahan momen relatif lebih baik, sehingga lebih ringan

Kerugian :

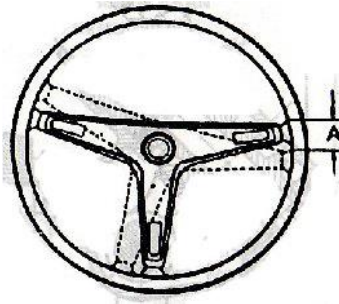
- a. Bentuk roda gigi kecil, hanya cocok digunakan pada mobil penumpang ukuran kecil atau sedang
- b. Lebih cepat aus
- c. Bentuk gigi rack lurus, dapat menyebabkan cepatnya keausan

## 2.4. Komponen Sistem kemudi

### 1. Roda kemudi (*Steering wheel*)

Roda kemudi harus dapat dijangkau dan dipegang dengan mudah oleh pengemudi. Diameter roda kemudi mempengaruhi tenaga yang akan dikeluarkan oleh pengemudi.

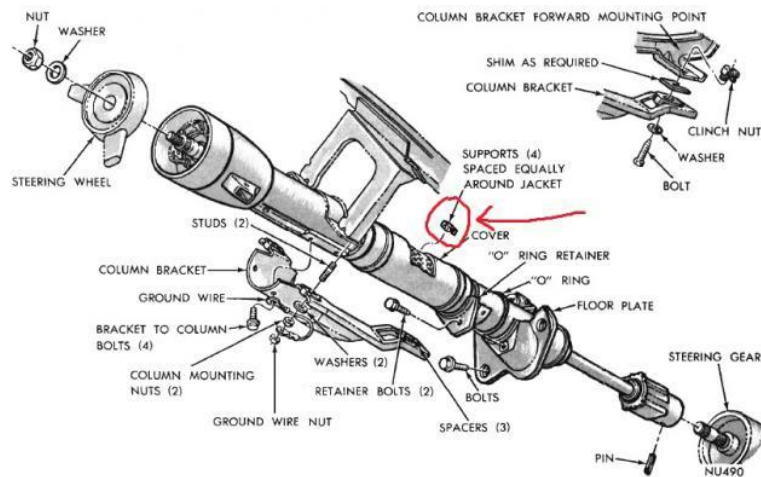




Gambar 2.8 Roda Kemudi (Daryanto, 2005: 270)

## 2. *STEERING COLUMN*

Steering column terdiri dari main shaft yang meneruskan putaran roda kemudi ke steering gear, dan column tube yang mengikat main shaft ke body. Ujung atas dari main shaft dibuat meruncing dan bergerigi, dan roda kemudi diikatkan di tempat tersebut dengan sebuah mur. Steering column juga merupakan mekanisme penyerap energi yang menyerap gaya dorong dari pengemudi pada saat terjadinya tabrakan.

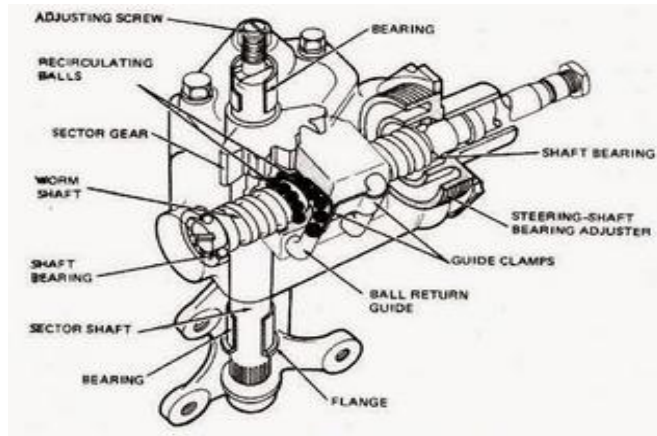


Gambar 2.9 *STEERING COLUMN* (Anonim, 1995: 5-28)

## 3. *STEERING GEAR*

Steering gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan, tetapi dalam waktu yang bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi

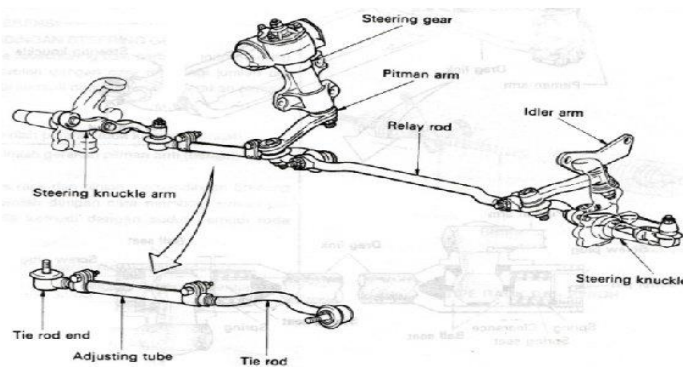
untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. Untuk itu diperlukan perbandingan reduksi yang disebut juga perbandingan steering gear, dan perbandingan steering gear antara 18 sampai 20:1. Perbandingan yang semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan akan tetapi jumlah putarannya akan bertambah banyak, untuk sudut belok yang sama



Gambar 2.10 *Steering Gear Tipe Recirculating Ball*  
(William H. C. dan Donald L. A., 1978: 41)

#### 4. STEERING LINKAGE

Terdiri dari rod dan arm yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan. Walaupun mobil naik turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan ke roda-roda depan dengan sangat tepat (akurat) setiap saat.



Gambar 2.11 *Steering Linkage* (Anonim, 1995: 5-32)

## 5. STEERING MAINSHAFT

Steering main shaft atau Poros Utama Kemudi berfungsi untuk menghubungkan atau sebagai tempat roda kemudi dengan steering gear. Couple rusak.



Gambar 2.12 *Steering main shaft*

(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 6. PITMAN ARM

Pitman arm meneruskan gerakan gigi kemudi ke relay rod atau drag link. Berfungsi untuk merubah gerakan putar steering column menjadi gerakan maju mundur.

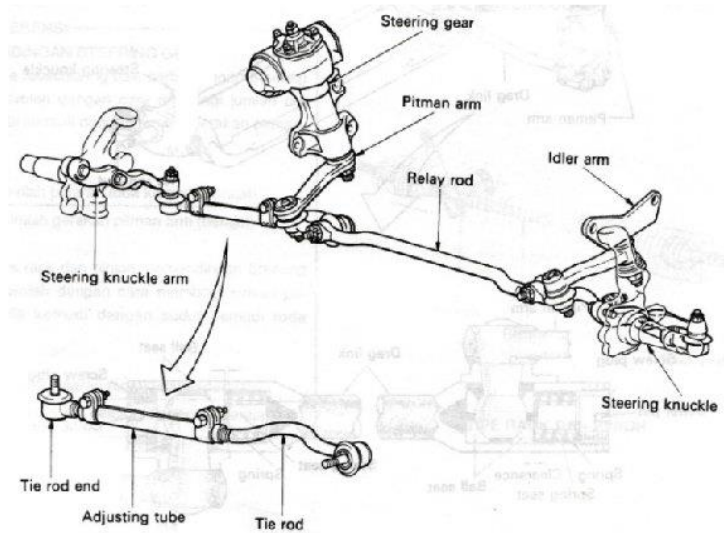


Gambar 2.13 *Pitman arm*

(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 7. RELAY ROD

Relay rod dihubungkan dengan pitman arm dan tie rod end kiri serta kanan. Relay rod ini meneruskan gerakan pitman arm ke tie rod aus rumah terod dan ilang gigi.



Gambar 2.14 *Relay Rod*

(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 8. TIE ROD

Ujung tie rod yang berulir dipasang pada ujung rack pada kemudi rack and pinion, atau ke dalam pipa penyetelan pada recirculating ball, dengan demikian jarak antara joint- joint dapat disetel.

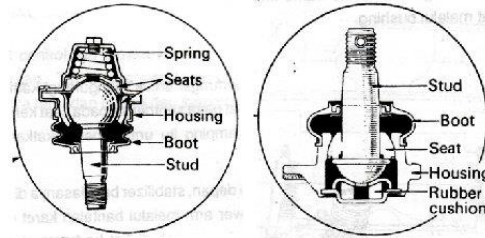


Gambar 2.15 *tie rod*

(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 9. BALL JOINT

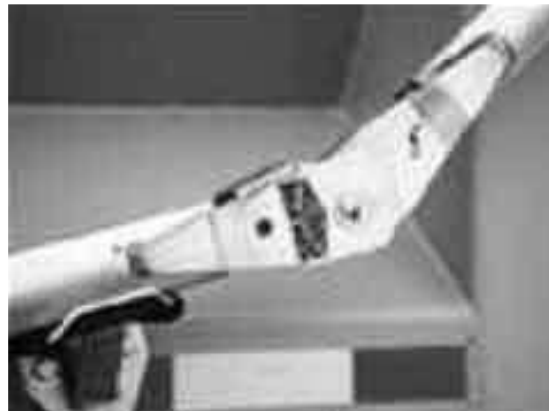
Tie rod end dipasangkkan pada tie rod untuk menghubungkan tie rod dengan knuckle arm, relay roda dan lain-lain.



Gambar 2.16 Bagian-bagian *Ball Joint* (Anonim, 1995: 5-7)

## 10. KNUCKLE ARM

Knuckle arm meneruskan gerakan tie rod atau drag link ke roda depan melalui steering knuckle.



Gambar 2.17 *Knuckle arm*  
(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 11. Steering knuckle

Steering knuckle untuk menahan beban yang diberikan pada roda-roda depan dan berfungsi sebagai poros putaran roda. Berputar dengan tumpuan ball joint atau king pin dari suspension arm



Gambar 2.18 *Steering knuckle*  
(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 12. Idler arm

Pivot dari idler arm dipasang pada body dan ujung lainnya dihubungkan dengan relay rod dengan swivel joint. Arm ini memegang salah satu ujung relay rod dan membatasi gerakan relay rod pada tingkat tertentu.



Gambar 2.19 *idler arm*  
(Novriza, S.Pd.. 2011)

## 2.5. Kontruksi Bodi Kendaraan

Bagian mobil terdiri dalam kelompok besar, yaitu *chassis* dan *body*. *Body* adalah bagian yang dibentuk sedemikian rupa, (pada umumnya) terbuat dari bahan plat logam (*steelplate*) yang tebalnya antara 0,6 mm-0,9 mm sebagai tempat penumpang ataupun barang, sedangkan

*chassis* adalah bagian dari kendaraan dan berfungsi sebagai penopang *body*.

Berdasarkan pada konstruksi menempelnya *body* pada rangka, maka terdapat dua jenis konstruksi *body* kendaraan, yaitu konstruksi *composite* (terpisah) dan konstruksi *monocoq* (menyatu). Rangka mobil adalah bagian dari kendaraan bermotor yang mendukung mesin, kopling, transmisi, sistem suspensi, sistem rem, bodi mobil, diferensial, dan komponen lainnya.

Rangka mobil mempunyai banyak variasi bentuk. Pada umumnya, rangka disusun dari dua buah balok memanjang dan dihubungkan dengan balok melintang. Bagian depan rangkaian dibuat sedikit mengecil ke dalam yang berfungsi sebagai tempat pemasangan peralatan kemudi dan untuk dapat memberikan keleluasaan pergerakan kemudi. Rangka pada umumnya dibuat dengan baja. (Buntarto, 2015).

### **2.5.1. Rangka (*Chassis*) Mobil**

#### **1. Sejarah singkat *Chassis***

*Chassis* pertama kali dibuat oleh Charles dan F. Duryea dari Springfield, Massachusetts, Amerika pada tahun 1893. Mobil tersebut mirip sebuah andong tanpa kuda. Lalu pada tahun 1894, Elwood G. Haynes mengikutinya. Elwood G. Haynes merancang dan membuatnya di perusahaan Apperson Brothers. Setelah itu, Henry Ford membuat mobil pertama pada tahun 1897.

Bentuk mobil tertutup baru muncul pada tahun 1911. Bagian penutup atas (atap) sangatlah sederhana karena fungsinya hanya sebagai pelindung penumpang dari panas matahari dan hujan. Tutup bodi terbuat dari kanvas, tetapi ada juga yang dibuat dari plat yang di press sehingga sangat kuat.

## 2. Definisi *Chassis*

*Chassis* adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat (beban), pengemudi, komponen dan sistem-sistem yang berada pada kendaraan. *Chassis* dibuat dari kerangka besi (baja) yang berfungsi sebagai menopang bodi dan mesin sebuah kendaraan. Syarat utama dari *chassis* adalah material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. Selain itu, *chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar mobil tetap stabil saat digunakan. *Chassis* terbagi menjadi beberapa tipe yaitu :

### a. Tipe Rangka Tulang Belakang (*Backbone*)

Tipe rangka tulang belakang (*backbone*) adalah jenis rangka yang termasuk dengan rangka press. Rangka ini mesin seolah-olah tergantung pada sebuah *backbone* yang besar. Seluruh beban disangga oleh bagian utama ini. Rangka *backbone* ini adalah rangka pengganti dari struktur rangka tangga. Keuntungan dari dari rangka seperti inilah memiliki bobot yang lebih ringan dibanding dengan rangka pipa. Memiliki *centergravity* yang baik dan dapat bermanuver dengan baik di lintasan sirkuit. Kelemahan dari rangka jenis ini adalah karena hanya memiliki satu tulang punggung. Maka jenis sasis ini tidak dapat mengangkat beban berat. (Buntarto, 2015).



Gambar 2.20 Tipe *backbone*([alfacell90.blogspot.co.id](http://alfacell90.blogspot.co.id)).



b. Tipe Rangka *Ladder Frame* (Tangga)

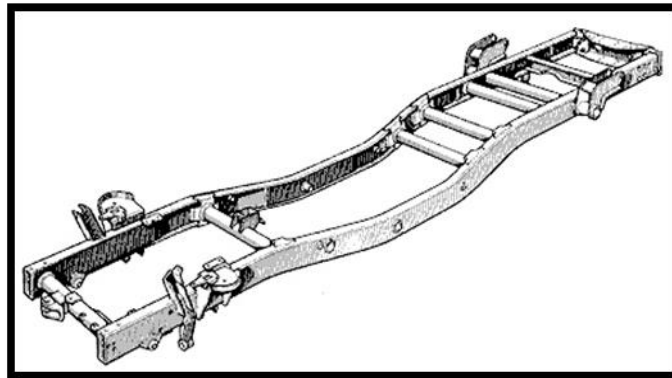
Pertama kali rangka tangga ini dibuat dari kayu, hingga bahan dari besi baja pada tahun 1930an. Kontruksi sasis tangga 2 baja paralel dibawah bodi kendaraan. Mempunyai keunggulan dalam membawa beban lebih dan *space* kabin lebih besar. Sering digunakan di kendaraan pengangkut beban seperti truk, MPV dan SUV serta model Jeep. (Buntarto, 2015).

Kelebihan sasis tipe tangga adalah :

1. Mudah untuk di desain, dibangun, dan dimodifikasi.
2. Lebih cocok untuk kendaraan berat.
3. Mudah untuk di reparasi bila terjadi kecelakaan.

Kekurangan sasis tipe tangga adalah :

1. Lebih berat dibanding sasis model lain.
2. Torsi yang dimiliki rendah.
3. Mudah terguling.
4. Memiliki biaya produksi lebih tinggi.



Gambar 2.21 Tipe *ladder frame*(alfacell90.blogspot.co.id)

c. Tipe Rangka Integral

Tipe rangka integral adalah rangka langsung, dimana bodi mobil dan sasis dilas di titik-titik tertentu menjadi satu bagian. Rangka jenis ini digunakan pada mobil sedan dan mobil ringan. Tetapi tidak sedikit juga mobil-mobil SUV

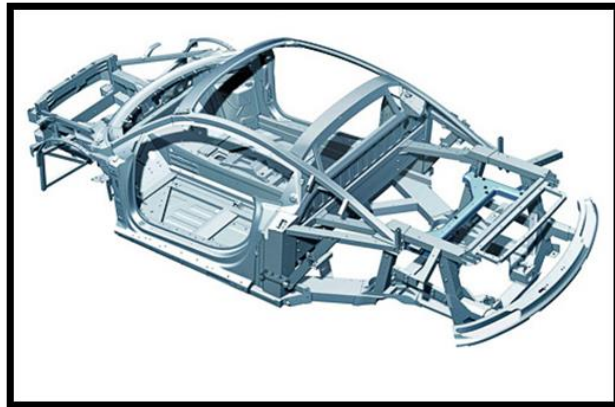
(*sport utility vehicle*) yang juga menggunakan bodi *frame*. (Buntarto, 2015).

Kelebihan sasis tipe integral adalah :

1. Lebih sedikit *part* yang digunakan dan bobot lebih ringan.
2. Memiliki *centergravity* yang lebih rendah.
3. Memiliki ruang roda yang besar, sehingga pemilihan ban lebih variatif

Kekurangan sasis tipe integral adalah :

1. Sulit menyatukan komponen-komponen, sehingga sulit untuk diperbaiki.
2. Suara, getaran, dan kekerasan lebih terasa.
3. Tingkat ketahanan lebih rendah dibanding rangka tangga.



Gambar 2.22 Tipe integral (willycar.com).

d. Tipe Rangka Monokok (*Monoque*)

Tipe rangka *monoque* adalah tipe sasis yang merupakan satu kesatuan dengan bodi. Keunggulannya adalah *handling* dan bobot lebih ringan. Kelemahannya adalah lebih lemah dibanding tipe lain. Tipe ini banyak digunakan di sedan modern. Rangka tipe ini sudah tidak menggunakan sasis batang lagi. Melainkan menggabungkan setiap komponen bodi mobil sehingga dapat menopang mesin, kopling, transmisi, diferensial, dan lain-lain. (Buntarto, 2015)

Kelebihan tipe monokok adalah :

1. Memiliki bobot lebih ringan.
2. Memiliki bantingan yang lebih lembut.
3. *Groundclearance* mobil lebih rendah.

Kelemahan tipe monokok adalah :

1. Bila terjadi tabrakan akan sulit diperbaiki.
2. Pabrikan mobil akan sulit melakukan perombakan karena harus merubah bentuk rangka juga.



Gambar 2.23 Tipe *monoque* (alfacell90.blogspot.co.id).

e. Alumunium *SpaceFrame*

Chassis alumunium *space frame* pertama kali dikembangkan oleh perusahaan mobil Audi bekerja sama dengan perusahaan alumunium Alcoa. Chassis jenis ini dibuat untuk menggantikan chassis baja monokok. Hal ini bertujuan untuk sebuah chassis mobil yang kuat namun ringan. Tipe ini mampu mereduksi beban 40% lebih ringan dibandingkan dengan tipe chassis monokok.

Kelebihan :

1. Lebih ringan dibandingkan sasis monokok.
2. Lebih kuat.
3. Anti karat (oksidasi).

Kekurangan :

1. Biaya operasional lebih mahal.
2. Lebih kaku (getas).
3. Kontruksi rumit.



Gambar 2.24 Tipe *aluminium space frame*  
(alfacell90.blogspot.co.id).

f. Tipe Tubular *Space Frame*

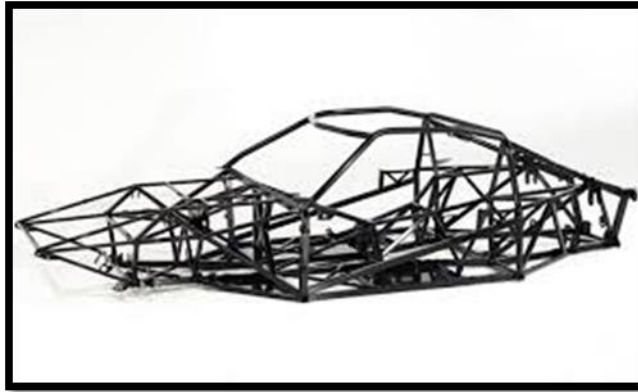
Tipe tubular space frame adalah chassis yang terdiri dari pipa yang dirangkai menjadi satu dan hampir menyerupai dari kontruksi kendaraan tersebut. Chassis ini biasanya banyak digunakan di dunia balap mobil. Jenis chassis ini dapat dilakukan penambahan dari segi penguat. Pada tubular space frame sangat penting untuk memastikan semua bidang diberi penguat.

Kelebihan :

1. Lebih kokoh dan solid dalam berbagai arah dibanding sasis monokok atau ladder frame di bobot yang sama.

Kekurangan :

1. Sangat rumit kontruksinya.
2. Biaya operasional mahal.
3. Akses masuk ke kabin sulit.



Gambar 2.25 Tipetubular *spaceframe*  
(alfacell90.blogspot.co.id).

### 2.5.2. Bodi Kendaraan

Pelindung penumpang ataupun barang yang ada didalam kendaraan dari terpaan angin dan hujan dan panas matahari. Selain aspek keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi atau penumpang bodi kendaraan juga harus mempertimbangkan unsur aerodinamika dan seni. (Buntarto, 2015).

Macam-macam bagian dari kontruksi luar kendaraan adalah :

a. Bumper

Bumper terbagi menjadi dua, yaitu bumper depan dan bumper belakang. Fungsi dari bumper adalah sebagai pengaman pertama jika terjadi tabrakan atau benturan.

b. Fender

Fender adalah komponen mobil yang menutupi roda-roda. Mobil memiliki 4 buah fender pada masing-masing roda. Komponen ini berfungsi melindungi konstruksi suspensi dan melindungi kotoran dan lumpur

c. Kap Mesin

Merupakan bagian kendaraan yang menutupi komponen mesin, kap mesin dipasang di bodi utama menggunakan engsel. Kontruksi kap mesin terdiri dari lembaran plat yang didukung rangka penguat. Saat kap mesin ditutup, maka otomatis terkunci. Untuk membuka kunci

dilakukan oleh pengemudi dengan menarik tuas yang ada di ruang kemudi.

d. Pintu

Terdapat berbagai macam tipe dan bentuk pintu kendaraan. Namun pada dasarnya, pintu dibuat dari dua panel utama yaitu panel luar dan panel dalam. Kontruksi pintu terbuat dari plat baja. Pintu kendaraan memiliki kekuatan yang berasal dari panel dalam yang memiliki profil tekukan dan lekukan sehingga tepinya disatukan dengan panel luar dan menjadi satu kesatuan, maka kontruksi ini akan menjadi kuat.

e. Kaca

Kaca mobil merupakan komponen yang sangat penting bagi kendaraan, yang terdiri dari kaca depan, kaca belakang dan kaca samping. Kaca pada kendaraan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Kaca harus jernih.
2. Tidak membiaskan cahaya yang datang.
3. Tahan terhadap tekanan udara yang kuat.
4. Apabila terjadi kecelakaan tidak membahayakan penumpang
5. Tahan terhadap temperatur yang ekstrim.

f. Atap Kendaraan

Atap kendaraan merupakan bagian bodi yang memiliki kontruksi paling sederhana dibandingkan yang lain. Atap dibuat dari bahan lembaran plat besi yang dilakukan pengerasan pada bagian tertentu dengan membuat alur agar kuat apabila menerima beban dari atas.

g. *Deck Lid*

*Deck lid* merupakan bodi kendaraan bagian belakang (bagasi). Komponen ini terdiri dari dua panel utama, yaitu panel luar dan panel dalam. Bagian luar memiliki bentuk

sederhana, namun pada bagian dalam terdiri dari rangka penguat.

h. Pilar

Pilar merupakan penopang bagian tengah dan samping dari atap. Oleh karena itu, pilar haruslah kuat. Pilar juga berfungsi sebagai dudukan engsel pintu depan dan engsel pintu belakang.

i. *Grill*

*Grill* terletak di bagian depan kendaraan berfungsi sebagai pengarah udara untuk pendinginan mesin, serta sebagai penghias bodi kendaraan.