

4. PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAYA

4.1. Pemilihan Motor Penggerak.

Untuk menggerakkan sebuah kendaraan maka diperlukan suatu motor yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan, ada beberapa perbandingan yang harus dipilih di dalam memilih motor penggerak.

4.1.1. Pertimbangan Penggunaan Motor Pembakaran Luar, Motor Pembakaran Dalam Dan Motor Listrik

Untuk motor pembakaran luar jelas-jelas tidak dapat digunakan untuk penggerak kendaraan karena mengingat motor pembakaran luar hanya dapat digunakan untuk motor penggerak mula, selain itu ukurannya yang besar membuat motor pembakaran luar tidak bisa dipakai pada kendaraan.

Untuk motor listrik juga dengan jelas tidak dapat digunakan pada perencanaan mobil mini ini karena mengingat motor listrik masih mahal harganya dan perawatannya juga relative mahal dan tidak efektif karena mengingat motor listrik membutuhkan suatu sumber daya dari luar untuk menghidupkan motor listrik dalam hal ini baterai, dan untuk menghasilkan daya yang sama oleh sebuah motor pembakaran, maka motor listrik juga akan memiliki beban yang berat dan kalau tidak menggunakan sumber daya baterai, motor listrik juga dapat menggunakan sumber daya *solar cell*, tapi dalam hal ini harganya masih terlalu mahal sehingga tidak mungkin digunakan.

4.1.2. Pertimbangan Penggunaan Motor Diesel dan Motor Bensin

Motor bensin lebih ringan dan menghasilkan hasil yang lebih besar pada rpm yang tinggi. Motor diesel memakai jumlah bahan bakar sedikit, pemakaian hanya 72% dari pemakaian minimum motor bensin. Perbedaan yang terbesar adalah pada kecepatan putaran rendah dan tinggi, dalam kenyataan bahwa solar beratnya 11 % lebih berat dan mempunyai kalori 9% lebih tinggi dari bensin pada volume yang sama, sekalipun demikian motor diesel mempunyai keburukan yaitu getaran dan suaranya sangat keras pada beban rendah.

Motor bensin bekerja tenang pada beban rendah di samping pemakaian bahan bakar dan udara yang sedikit. Akibatnya tekanan secara keseluruhan rendah dan proses pembakaran berjalan dengan lambat, kebalikan dari ini adalah motor diesel yang selalu diisi penuh dengan udara dan tekanan sangat tinggi sekalipun pada beban kecil. Karena itu tekanan naik dengan tiba-tiba karena penyalan spontan, hal ini membuat kerja motor diesel tidak halus.

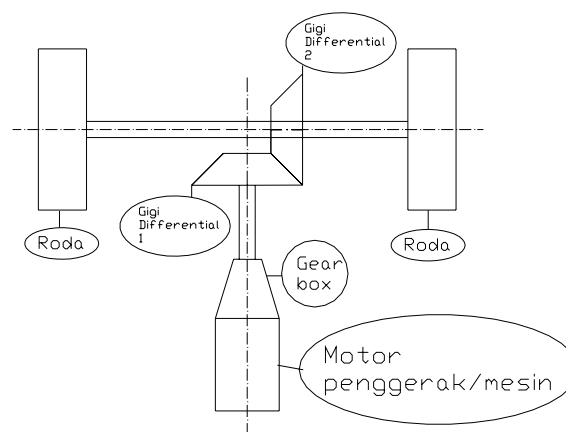
4.1.3. Pemilihan Motor Penggerak

Motor penggerak yang digunakan yaitu motor Pembakaran dalam, dan motor bensin. Mesin yang dipakai :

Tipe Mesin	ED-10, bensin, berpendingin air, 4 langkah
Kapasitas silinder (cc)	847 cc
Jumlah silinder	3 silinder segaris
Mekanisme katup	SOHC
Tenaga Maksimum (PS/rpm)	37/5500
Torsi maksimum (kg-m/rpm)	6,4/3200
Sistem bahan bakar	Karburator

Table 4.1. Tabel Spesifikasi Mesin

- Pembuktian Mesin Dapat Digunakan



Gambar 4.1. Sistem Transmisi Daya

Torsi maximum yang dihasilkan oleh mesin : 6,4 Kgm ► 55,488 lb in

Sedangkan torsi maksimum yang dihasilkan gearbox pada gigi 1 sebesar 1971,58 lb in ~ lihat perhitungan perencanaan transmisi (4.2.6.3)

Perbandingan Gigi Differensial diambil 6 : 43 ~ lihat perhitungan perencanaan poros penggerak kendaraan (4.3.2)

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{6}{43} = \frac{d_1}{d_2}, \text{ dimana } T = F \cdot d$$

$$F_1 = F_2$$

$$\frac{T_1}{d_1} = \frac{T_2}{d_2} \blacktriangleright \frac{T_1}{T_2} = \frac{d_1}{d_2} \text{ (sebanding)}$$

dimana :

F : Gaya yang terjadi pada roda gigi

T : Torsi yang terjadi pada roda gigi

d : Diameter roda gigi

Maka torsi pada poros roda adalah sebesar :

$$\begin{aligned} T_2 &= T_1 \cdot \frac{d_2}{d_1} \\ &= 1971,58 \cdot \frac{43}{6} = 14129,66 \text{ lb in} \\ &= 14129,66 \text{ lb in} \times \frac{1\text{Kg}}{2,2\text{lb}} \times \frac{0,0254\text{m}}{1\text{in}} \\ &= 163,13 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Dimana :

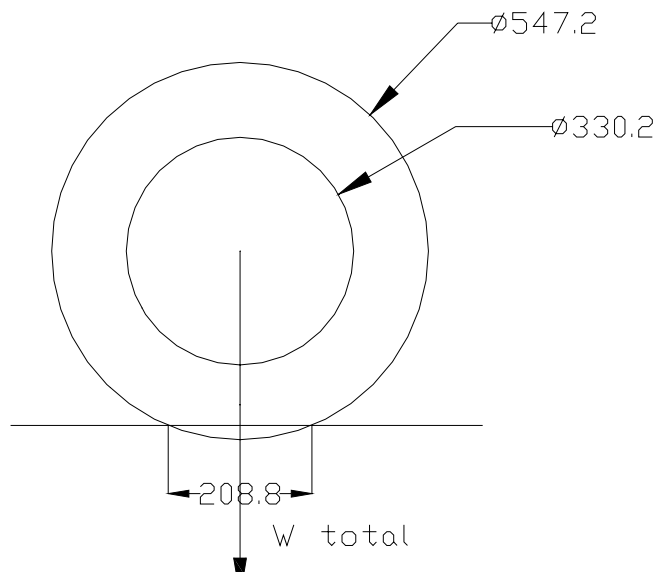
T_1 : Torsi pada roda gigi 1, torsi roda gigi 1 didapat dari torsi kecepatan 1 gearbox

T_2 : Torsi pada roda gigi 2.

d_1 : Jumlah gigi pada roda gigi 1

d_2 : Jumlah gigi pada roda gigi 2

Torsi yang terjadi pada ban :



Gambar 4.2. Kondisi Ban Pada saat normal

Torsi yang terjadi pada ban pada kondisi normal :

$$T = W \text{ total} \times A$$

Dimana :

T : Torsi yang terjadi pada ban

W total : berat total yang ditumpu ban depan dan ban belakang : 830 Kg

A : radius tapak ban pada tanah : $208,8 \text{ mm} / 2 : 104,4 \text{ mm} \sim 0,1044 \text{ m}$

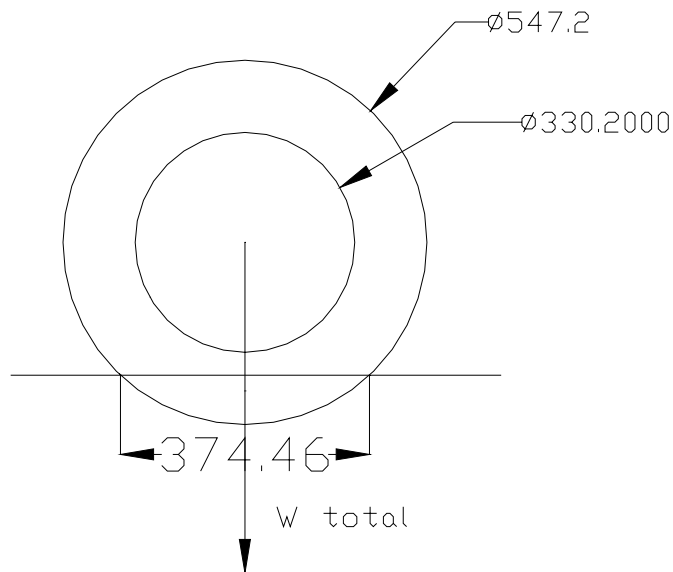
: radius tapak ban diambil dari kondisi ban pada saat normal, dan besarnya radius tapak ban diambil dari pengamatan dari mobil-mobil sejenis (Suzuki Karimun, Hyundai Atoz)

$$T = W \text{ total} \times A$$

$$= 830 \text{ Kg} \times 0,1044 \text{ m}$$

$$= 86,652 \text{ Kg m}$$

Mengingat beban torsi yang keluar dari mesin yang diteruskan ke transmisi sebesar 163,13 Kgm dan beban torsi pada ban hanya 86,652 Kgm maka kendaraan dapat bergerak dan ban dapat menggelinding.



Gambar 4.3. Kondisi Ban Pada Saat Kurang Angin

Torsi ban pada saat ban kurang angin :

Dimana :

W total : beban total yang ditumpu ban depan dan ban belakang : 830 Kg

A : radius tapak ban pada tanah $374,46 \text{ mm} / 2 : 187,23 \text{ mm} \sim 0,18723 \text{ m}$

: radius tapak ban diambil dari ban pada keadaan kurang angin, sehingga diambil tapak ban yang hampir sama dengan radius pelek yang menggerakkan ban. Besarnya tapak diambil dari pengamatan dengan mobil-mobil sejenis (Suzuki Karimun, Hyundai Atoz)

$$T = W \text{ total} \times A$$

$$= 830 \text{ Kg} \times 0,18723 \text{ m}$$

$$= 155,4 \text{ Kg m}$$

Mengingat beban torsi yang keluar dari mesin yang diteruskan ke transmisi sebesar 163,13 Kg m dan beban torsi pada ban hanya 155,4 Kg m maka kendaraan dapat bergerak dan ban dapat menggelinding.

Beban kendaraan sebesar 830 Kg ditumpukan pada dua ban belakang karena mengingat kendaraan yang direncanakan menggunakan sistem penggerak 2 roda dan sistem penggerak belakang, hal itu berarti seluruh kekuatan untuk menggerakkan kendaraan berasal dari roda belakang, sehingga diasumsikan

kalau dua ban depan kekurangan angin maka kendaraan masih dapat berjalan.

- Kemampuan Kendaraan Dapat Melalui Jalan Naik Sampai θ°

Akselerasi kendaraan didapat dari hasil pengamatan : 0-100 $\frac{Km}{jam} \sim 16,4 \text{ s}$

$$V = 100 \frac{Km}{jam}$$

$$V = 100 \frac{Km}{jam} \times \frac{100.000cm}{1Km} \times \frac{1jam}{3600s}$$

$$V = 2777,8 \frac{cm}{s}$$

Dengan kecepatan : $2777,8 \frac{cm}{s}$, maka percepatan :

$$a = \frac{V}{t} = \frac{2777,8 \frac{cm}{s}}{16,4s} = 169,4 \frac{cm}{s^2}$$

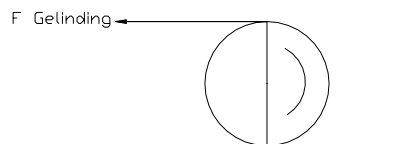
Dengan percepatan : $169,4 \frac{cm}{s^2}$, dan radius roda yang digunakan 27,36 cm,

maka percepatan sudut :

$$\alpha = \frac{a}{r} = \frac{169,4}{27,36} = 6,19 \frac{rad}{s^2}$$

- Sudut Maksimum yang dapat dilalui kendaraan

- Roda



Gambar 4.4. Torsi Ban Menggelinding dan F Gelinding

Tiap ban yang menggelinding memiliki torsi inersia (τ inersia)

$$\tau = I \cdot \alpha$$

Dimana Inersia (I) dari benda berbentuk lingkaran padat :

$$I = \frac{1}{12} m r^2, \text{ dimana beban kendaraan } 830 \text{ Kg dan radius roda } 0,2736 \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 830 \text{ Kg} \cdot (0,2736 \text{ m})^2$$

$$I = 5,177 \text{ Kg } m^2$$

maka torsi inersia dari ban :

$$\tau = I \cdot \alpha$$

$$\tau = 5,177 \text{ Kg} m^2 \cdot 6,19 \frac{\text{rad}}{s^2}$$

$$\tau = 32 \frac{\text{Kg} m^2}{s^2} \sim 32 \text{ Nm}$$

Dimana Gaya Inersia Ban : ($F_{inersia}$)

$$F_{inersia} = \frac{\tau}{r}, \text{ dimana } r \text{ adalah radius dari roda}$$

$$F_{inersia} = \frac{32 \text{ Nm}}{0,2736 \text{ m}}$$

$$= 116,96 \text{ N}$$

$F_{inersia} = F_{gesek.ban}$ pada saat menggelinding.

- Motor Penggerak / Mesin

Gaya dorong pada roda yang ditransformasikan dari torsi mesin kendaraan :

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{6}{43} = \frac{d_1}{d_2}, T = F \cdot d$$

$$F_1 = F_2$$

$$\frac{T_1}{d_1} = \frac{T_2}{d_2} \sim \frac{T_1}{T_2} = \frac{d_1}{d_2} \text{ (sebanding)}$$

Torsi yang dihasilkan mesin sesudah melewati transmisi pada gigi kecepatan 1 :

$$T_{Mesin} = T_{Transmisi} \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

$$\begin{aligned}
&= 1971,58 \cdot \frac{43}{6} = 14129,66 \text{ lb in} \\
&= 14129,66 \text{ lb in} \times \frac{1\text{Kg}}{2,2\text{lb}} \times \frac{0,0254\text{m}}{1\text{in}} \\
&= 163,13 \text{ Kgm}
\end{aligned}$$

Gaya dorong :

$$F_{Me\sin} = \frac{T_{Me\sin}}{r}, \text{ dimana } r \text{ adalah radius roda}$$

$$\begin{aligned}
F_{Me\sin 1} &= \frac{163,13\text{Kgm}}{0,2736\text{m}} \\
&= 596,23 \text{ Kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
&= 5849 \text{ N}
\end{aligned}$$

Torsi yang dihasilkan mesin sesudah melewati transmisi pada gigi kecepatan 2 :

$$\begin{aligned}
T_{Me\sin} &= T_{Transmisi} \cdot \frac{d_2}{d_1} \\
&= 1177,7 \cdot \frac{43}{6} = 8440,2 \text{ lb in} \\
&= 8440,2 \text{ lb in} \times \frac{1\text{Kg}}{2,2\text{lb}} \times \frac{0,0254\text{m}}{1\text{in}} \\
&= 97,45 \text{ Kgm}
\end{aligned}$$

Gaya dorong :

$$F_{Me\sin} = \frac{T_{Me\sin}}{r}, \text{ dimana } r \text{ adalah radius roda}$$

$$\begin{aligned}
F_{Me\sin 2} &= \frac{97,45\text{Kgm}}{0,2736\text{m}} \\
&= 356,2 \text{ Kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
&= 3494,3 \text{ N}
\end{aligned}$$

Torsi yang dihasilkan mesin sesudah melewati transmisi pada gigi kecepatan 3 :

$$T_{Me\sin} = T_{Transmisi} \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

$$\begin{aligned}
&= 765,4 \cdot \frac{43}{6} = 5485,4 \text{ lb in} \\
&= 5485,4 \text{ lb in} \times \frac{1\text{Kg}}{2,2\text{lb}} \times \frac{0,0254\text{m}}{1\text{in}} \\
&= 63,3 \text{ Kgm}
\end{aligned}$$

Gaya dorong :

$$F_{Me\sin} = \frac{T_{Me\sin}}{r}, \text{ dimana } r \text{ adalah radius roda}$$

$$\begin{aligned}
F_{Me\sin 3} &= \frac{63,3\text{Kgm}}{0,2736\text{m}} \\
&= 231,36 \text{ Kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
&= 2269,64 \text{ N}
\end{aligned}$$

Torsi yang dihasilkan mesin sesudah melewati transmisi pada gigi kecepatan 4 :

$$\begin{aligned}
T_{Me\sin} &= T_{Transmisi} \cdot \frac{d_2}{d_1} \\
&= 883,27 \cdot \frac{43}{6} = 6330,1 \text{ lb in} \\
&= 6330,1 \text{ lb in} \times \frac{1\text{Kg}}{2,2\text{lb}} \times \frac{0,0254\text{m}}{1\text{in}} \\
&= 73 \text{ Kgm}
\end{aligned}$$

Gaya dorong :

$$F_{Me\sin} = \frac{T_{Me\sin}}{r}, \text{ dimana } r \text{ adalah radius roda}$$

$$\begin{aligned}
F_{Me\sin 4} &= \frac{73\text{Kgm}}{0,2736\text{m}} \\
&= 266,8 \text{ Kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
&= 2617,3 \text{ N}
\end{aligned}$$

-Gaya Hambat Angin

Gaya hambat angin :

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V_A^2 \cdot A_f$$

Dimana : C_D = Koefisien gaya hambat, diambil 0,341

= hasil diambil dari penelitian saudara Firdanuh NRP:24498022

A_f = Luas frontal kendaraan

= 0,81 x lebar kendaraan x tinggi kendaraan

= 0,81 x 1,4 m x 1,373 m

= 1,557 m^2

ρ = density udara = 1 $\frac{Kg}{m^3}$

V_A = Kecepatan kendaraan

= pada kecepatan gigi 1 : 22,6 $\frac{Km}{jam}$: 6,277 $\frac{m}{s}$

= pada kecepatan gigi 2 : 34,47 $\frac{Km}{jam}$: 9,575 $\frac{m}{s}$

= pada kecepatan gigi 3 : 56,8 $\frac{Km}{jam}$: 15,78 $\frac{m}{s}$

= pada kecepatan gigi 4 : 79,11 $\frac{Km}{jam}$: 21,975 $\frac{m}{s}$

Kecepatan kendaraan diperoleh dari perhitungan kecepatan tiap-tiap gigi kecepatan (4.2.6.4) yang dihitung secara ideal dari mesin ke transmisi.

Pada kecepatan 1 :

$$F_{D1} = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V_A^2 \cdot A_f$$

$$F_{D1} = \frac{1}{2} \cdot 0,341 \cdot 1 \frac{Kg}{m^3} \cdot (6,277 \frac{m}{s})^2 \cdot 1,557 m^2$$

$$F_{D1} = 10,46 \text{ Kg m}$$

Pada kecepatan 2 :

$$F_{D2} = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V_A^2 \cdot A_f$$

$$F_{D2} = \frac{1}{2} \cdot 0,341 \cdot 1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(9,575 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot 1,557 \text{m}^2$$

$$F_{D2} = 24,3 \text{Kg m}$$

Pada kecepatan 3 :

$$F_{D3} = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V_A^2 \cdot A_f$$

$$F_{D3} = \frac{1}{2} \cdot 0,341 \cdot 1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(15,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot 1,557 \text{m}^2$$

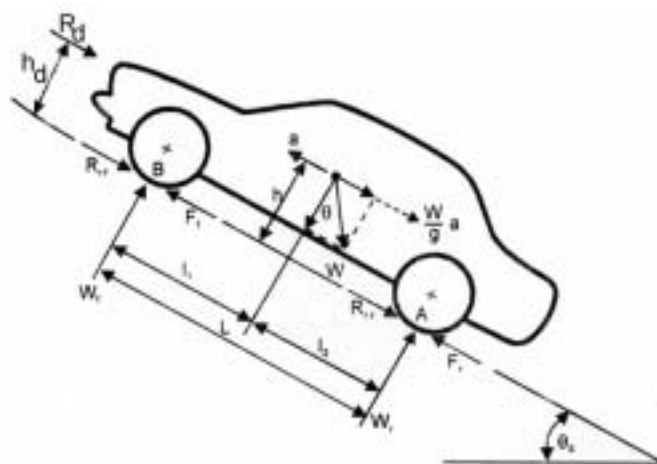
$$F_{D3} = 66,1 \text{Kg m}$$

Pada kecepatan 4 :

$$F_{D4} = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V_A^2 \cdot A_f$$

$$F_{D4} = \frac{1}{2} \cdot 0,341 \cdot 1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(21,975 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot 1,557 \text{m}^2$$

$$F_{D4} = 128,2 \text{Kg m}$$



Gambar 4.5. Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Kendaraan 2 Poros

- **Beban Kendaraan**

Massa / berat kendaraan : 830 Kg

Gaya gravitasi yang dipakai : $9,81 \frac{m}{s^2}$

Berat kendaraan : $W = m \cdot g$

$$\begin{aligned} &= 830 \text{ Kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \\ &= 8142,3 \text{ N} \end{aligned}$$

- Sudut θ yang dapat dicapai oleh kendaraan.

Untuk penggerak 2 roda belakang :

$$F = R_D + R_{rr} + R_{rf} + R_g + \frac{w}{g} \cdot a$$

Dimana : F = gaya dorong kendaraan

$$= F_{Mesin}$$

R_D = gaya hambatan aerodinamik

$$= F_D$$

R_{rr}, R_{rf} = gaya hambat rolling pada roda belakang dan roda depan

$$R_{Total} = R_{rr}, R_{rf} = F_{Inersia.Ban}$$

R_g = hambatan tanjakan

$$= W \sin \theta$$

$\frac{w}{g} \cdot a$ = gaya inersia untuk memberi percepatan pada kendaraan.

$$F_{Mesin} = F_D + F_{inersia.ban} + R_g + \frac{w}{g} \cdot a$$

- Pada Kecepatan 1

$$F_{Mesin} = F_D + F_{inersia.ban} + R_g + \frac{w}{g} \cdot a$$

$$5849 \text{ N} = 10,46 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + \frac{8142,3 \frac{Kgm}{s^2}}{9,81 \frac{m}{s^2}} \cdot 1,694 \frac{m}{s^2}$$

$$5849 \text{ N} = 10,46 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + 1406,2 \text{ N}$$

$$R_g = 4315,38 \text{ N}$$

$$R_g = W \sin \theta$$

$$4315,38 \text{ N} = 8142,3 \text{ N} \sin \theta$$

$$\theta = 32^\circ$$

- Pada Kecepatan 2

$$F_{\text{Mesin 2}} = F_{D2} + F_{\text{inersia.ban}} + R_g + \frac{W}{g} \cdot a$$

$$3494,3 \text{ N} = 24,3 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + \frac{8142,3 \frac{\text{Kgm}}{\text{s}^2}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot 1,694 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$3494,3 \text{ N} = 24,3 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + 1406,2 \text{ N}$$

$$R_g = 1946,84 \text{ N}$$

$$R_g = W \sin \theta$$

$$1946,84 \text{ N} = 8142,3 \text{ N} \sin \theta$$

$$\theta = 13,8^\circ$$

- Pada Kecepatan 3

$$F_{\text{Mesin 3}} = F_{D3} + F_{\text{inersia.ban}} + R_g + \frac{W}{g} \cdot a$$

$$2269,64 \text{ N} = 66,1 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + \frac{8142,3 \frac{\text{Kgm}}{\text{s}^2}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot 1,694 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$2269,64 \text{ N} = 66,1 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + 1406,2 \text{ N}$$

$$R_g = 680,38 \text{ N}$$

$$R_g = W \sin \theta$$

$$680,38 \text{ N} = 8142,3 \text{ N} \sin \theta$$

$$\theta = 4,79^\circ$$

- Pada Kecepatan 4

$$F_{\text{Mesin 4}} = F_{D4} + F_{\text{inersia.ban}} + R_g + \frac{W}{g} \cdot a$$

$$2617,3 \text{ N} = 128,2 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + \frac{8142,3 \frac{\text{Kgm}}{\text{s}^2}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot 1,694 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$2617,3 \text{ N} = 128,2 \text{ N} + 116,96 \text{ N} + R_g + 1406,2 \text{ N}$$

$$R_g = 965,94 \text{ N}$$

$$R_g = W \sin \theta$$

$$965,94 \text{ N} = 8142,3 \text{ N} \sin \theta$$

$$\theta = 6,8^\circ$$

Jadi Kendaraan bisa melewati jalan dengan sudut θ sampai 32°

4.2. Sistem Pemilihan Transmisi

Di dalam pemilihan transmisi ada beberapa hal yang patut dipertimbangan beberapa hal diantaranya :

4.2.1. Pertimbangan Penggunaan Transmisi Mekanis Dengan Gigi dan Transmisi Mekanis Tanpa Gigi.

Pertimbangan pertama yaitu pemilihan jenis transmisi menggunakan transmisi mekanis dengan gigi dan jenis transmisi mekanis tanpa menggunakan gigi, secara garis besar memang transmisi mekanis tanpa gigi memiliki banyak kelebihan dibandingkan transmisi manual maupun transmisi otomatis, yaitu suara yang tidak bising dan tidak banyak kehilangan tenaga yang terbuang, tetapi transmisi mekanis tanpa roda gigi tidak mungkin dipakai di dalam perencanaan mobil mini, dikarenakan harganya yang relatif mahal. Jadi di dalam perencanaan mobil mini ini direncanakan menggunakan sistem transmisi dengan roda gigi.

Transmisi mekanis dengan gigi mengacu pada gambar 2.22. dan 2.26. , sedangkan transmisi mekanis tanpa gigi mengacu pada gambar 2.29.

4.2.2. Pertimbangan Penggunaan Transmisi *Manual*, Transmisi *Otomatis* Dan Transmisi *Hidrolik*.

Pertimbangan kedua pemilihan transmisi yaitu transmisi *manual*, transmisi *otomatis* dan transmisi *hidrolik*, secara garis besar terlihat bahwa transmisi *manual* merupakan transmisi yang harus digerakkan secara *manual*, memang lebih susah penggunaannya dibandingkan dengan transmisi *otomatis*, tetapi transmisi *manual* memiliki banyak kelebihan yaitu di dalam pemindahan kecepatan transmisi *manual* dapat langsung memindahkan tingkat kecepatan sedangkan pada transmisi *otomatis* terdapat keterlambatan di dalam pemindahan kecepatan, hal ini dikarenakan di dalam sistem transmisi *otomatis* kecepatannya diatur secara elektronik (sensor) sehingga pada saat rpm tertentu baru terjadi pemindahan kecepatan, walaupun penggunaan transmisi *otomatis* lebih mudah dibandingkan dengan transmisi *manual* karena sistem transmisi *otomatis* tidak menggunakan sistem *kopling* di dalam memindahkan kecepatan, selain itu transmisi *manual* harganya jauh lebih murah bila dibandingkan dengan transmisi *otomatis* maupun transmisi *hidrolik*.

Di dalam perencanaan mobil mini ini sistem transmisi yang direncanakan menggunakan sistem transmisi *manual*, selain dari segi harga dan kemampuan sistem transmisi *hidrolik* tidak dapat digunakan mengingat sistem transmisi jenis ini selain harganya mahal sistem transmisi ini tidak efektif, karena sistem transmisi ini biasanya digunakan untuk mobil-mobil *off road*.

Transmisi *manual* mengacu pada gambar 2.22. dan 2.23. , sedangkan transmisi *otomatis* mengacu pada gambar 2.26 dan 2.27

1.2.3. Pertimbangan Penggunaan Transmisi Pemindah Gigi Langsung dan Pemindah Gigi Tidak Langsung.

Pertimbangan yang ketiga yaitu di dalam penggunaan transmisi menggunakan sistem pemindah gigi langsung atau pemindah gigi tidak langsung, sistem pemindah gigi langsung lebih efektif karena tidak membutuhkan tambahan alat lagi di dalam pengoperan gigi-gigi transmisi dimana jika menggunakan sistem pemindah gigi tidak langsung maka akan ada tambahan biaya lagi untuk penambahan alat, penambahan alat berupa kabel atau lebih dikenal dengan kabel kawat seling dan alat transfer yang menghubungkan kabel seling dengan transmisi, sehingga tidak praktis jika digunakannya sistem transmisi jenis ini

untuk mobil mini, mengingat tempat yang tersedia cukup untuk menggunakan sistem transmisi pemindah gigi langsung maka sistem transmisi yang dipakai yaitu sistem transmisi pemindah gigi langsung.

Transmisi dengan sistem pemindah gigi langsung mengacu pada gambar 2.24. , sedangkan transmisi dengan sistem pemindah gigi tidak langsung mengacu pada gambar 2.25.

1.2.4. Transmisi-Transmisi Pembanding

Transmisi pembanding yang gunakan yaitu transmisi dari mobil Suzuki Katana, Suzuki Karimun, Hyundai Atoz dan Kia Visto. Dimana semua mobil pembanding menggunakan sistem transmisi manual dengan sistem pemindah gigi langsung, selain itu mobil pembanding juga dapat menggunakan sistem transmisi otomatis tapi dengan harga yang lebih tinggi tentunya jika dibandingkan dengan sistem transmisi manual.

1.2.5. Pemilihan Transmisi Yang Digunakan

Transmisi yang digunakan di dalam perancangan mobil mini ini yaitu sistem transmisi dengan menggunakan roda gigi dimana digunakan sistem transmisi manual karena mengingat harganya yang lebih murah, dan juga merupakan sistem transmisi dengan tongkat (pemindah gigi langsung), karena mengingat jika menggunakan sistem transmisi dengan sistem pemindah gigi tidak langsung maka terdapat banyak penambahan-penambahan yang membuat penambahan biaya yang cukup besar.

4.2.6. Perencanaan Transmisi

4.2.6.1. Perhitungan Jumlah Roda Gigi

Diketahui dari data spesifikasi :

Rasio gigi I = 3,5 (roda gigi 1)

Rasio gigi II = 2,111 (roda gigi 2)

Rasio gigi III = 1,392 (roda gigi 3)

Rasio gigi IV = 1 (hubungan poros masukan dan keluaran langsung)

Rasio gigi mundur (R) = 3,538

Diambil asumsi awal jumlah gigi input ; $N_{t4}=22$, $N_{t4'} = 35$ maka $r_u = N_{t4'}/N_{t4} = 35/22$, maka $r_u = 1,59$.

* Rasio roda gigi I = 3,5 $\rightarrow 3,5 = r_1 \cdot r_u \rightarrow 3,5 = r_1 \cdot 1,59$

$r_1 = 2,2$, jika diambil $N_{t1'} = 13$, maka $N_{t1} = 13 \cdot 2,2 = 29$

* Rasio roda gigi II = 2,111 $\rightarrow 2,111 = r_2 \cdot r_u \rightarrow 2,111 = r_2 \cdot 1,59$

$r_1 = 1,33$, jika diambil $N_{t2'} = 21$, maka $N_{t2} = 21 \cdot 1,33 = 28$

* Rasio roda gigi III = 1,392 $\rightarrow 1,392 = r_3 \cdot r_u \rightarrow 1,392 = r_3 \cdot 1,59$

$r_1 = 0,88$, jika diambil $N_{t3'} = 30$, maka $N_{t3} = 30 \cdot 0,88 = 26$

* Rasio roda gigi IV = $r_u = 1,59$

* Rasio roda gigi mundur = 3.538 $\rightarrow 3.538 = r_r \cdot r_r' \cdot r_u \rightarrow 3,538 = r_r \cdot r_r' \cdot 1,59$

$r_r' \cdot r_r = 2,23$, r_r' digunakan 1,5 dan $r_r = 1,487$

$N_{tr'} = 12$ maka $N_{tp} = 1,5 \cdot 12 = 18$, sedangkan $N_{tr} = 18 \cdot 1,487 = 27$

Roda Gigi penggerak $N_{t4} = 22$	Roda gigi yang digerakkan $N_{t4'} = 35$
Roda gigi Kecepatan I : $N_{t1} = 29$	$N_{t1'} = 13$
Roda gigi Kecepatan II : $N_{t2} = 28$	$N_{t2'} = 21$
Roda gigi kecepatan III = $N_{t3} = 26$	$N_{t3'} = 30$
Roda gigi mundur : $N_{tr} = 27$	$N_{tr'} = 12$; $N_{tp}(\text{pembalik}) = 18$

Tabel 4.1. Tabel Jumlah Roda Gigi Untuk Tiap Kecepatan

4.2.6.2. Perhitungan Angka Transmisi

Rasio Kecepatan

$$R_v = \frac{\text{penggerak}}{\text{digerakkan}}$$

Gigi penggerak : gigi 4, 3', 2', 1', r'

1. Rasio antar roda gigi penggerak dan roda gigi yang digerakkan (gigi 4)

R_{v_u} = Rasio kecepatan antara roda gigi penggerak dan roda gigi yang digerakkan

$$R_{v_u} = R_{v_4} = N_{t_4} / N_{t_4'} = 1 / r_u = 1 / 1,59 = 0,6289$$

2. Rasio Kecepatan antar roda gigi pertama (gigi 1)

R_{v_1} = Rasio kecepatan antara roda gigi pertama perantara dengan roda gigi pertama utama

$$R_{v_1} = N_{t_1'} / N_{t_1} = 13 / 29 = 0,448$$

3. Rasio Kecepatan antar roda gigi kedua (gigi 2)

R_{v_2} = Rasio kecepatan antara roda gigi kedua perantara dengan roda gigi kedua utama

$$R_{v_2} = N_{t_2'} / N_{t_2} = 21 / 28 = 0,75$$

4. Rasio Kecepatan antar roda gigi ketiga (gigi 3)

R_{v_3} = Rasio kecepatan antara roda gigi ketiga perantara dengan roda gigi ketiga utama

$$R_{v_3} = N_{t_3'} / N_{t_3} = 30 / 26 = 1,154$$

5. Rasio Kecepatan antar roda gigi mundur (*reverse*)

$$\frac{1}{R_r} = \frac{N_{tr}}{N_{tp}} \cdot \frac{N_{tp}}{N_{tr'}} = \frac{N_{tr}}{N_{tr'}}$$

$$\frac{N_{tr}}{N_{tp}} = \frac{27}{18} = 1,5$$

$$R_{vp} = \frac{1}{1,5} = 0,67$$

$$\frac{Ntp}{Ntr'} = \frac{18}{12} = 1,5$$

$$\frac{1}{Rr} = \frac{Ntr}{Ntp} \cdot \frac{Ntp}{Ntr'} = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25$$

$$Rr = 0,44$$

4.2.6.3. Perhitungan Pada Saat Torsi Maksimum.

Perhitungan torsi maksimum pada tiap poros.

Dari data spesifikasi dapat diketahui bahwa daya maksimum (N) = 37 Hp pada putaran(n) = 5500 rpm. Jadi torsi (T) pada saat daya maksimum:

$$T = 63000 \frac{N}{n} \text{ lb.in,}$$

$$T = 63000 \frac{37Hp}{5500rpm} \text{ lb.in} = 423,82 \text{ lb.in}$$

Torsi maksimum diketahui dari data, yaitu sebesar 6,4 kg.m= 555,488 lb.in. Torsi maksimum ini terjadi pada saat putaran 3200 rpm. Jadi dalam perencanaan ini torsi yang digunakan adalah torsi maksimum.

Torsi sebesar 555,488 ini bekerja pada poros penggerak.

Sedangkan torsi maksimum pada poros perantara :

$$T' = \frac{T}{Rv_u} = \frac{555,488}{0,6289} = 883,27 \text{ lb.in}$$

Torsi maksimum pada poros keluaran pada saat kecepatan I:

$$T_1 = \frac{T'}{Rv_1} = \frac{883,27}{0,448} = 1971,58$$

Torsi maksimum pada poros keluaran pada saat kecepatan II:

$$T_2 = \frac{T'}{Rv_2} = \frac{883,27}{0,75} = 1177,7 \text{ lb.in}$$

Torsi maksimum pada poros keluaran pada saat kecepatan III:

$$T_3 = \frac{T'}{Rv_3} = \frac{883,27}{1,154} = 765,4 \text{ lb.in}$$

Torsi maksimum pada poros keluaran pada saat kecepatan IV:

$T_4 = T_{\max} = 883,27 \text{ lb.in}$ (karena poros penggerak langsung dihubungkan dengan poros keluaran)

Torsi maksimum pada poros pembalik:

$$T_p = \frac{T'}{Rvp} = \frac{883,27}{0,67} = 1318,3 \text{ lb.in}$$

Torsi maksimum pada poros keluaran pada saat kecepatan mundur:

$$T_m = \frac{T'}{Rr} = \frac{883,27}{0,44} = 2007,43 \text{ lb.in}$$

1.2.6.4. Perhitungan Kecepatan Yang Dicapai Tiap Gigi Kecepatan

Mesin yang digunakan memiliki daya maksimum 37 HP pada 5500 rpm.
(lihat pemilihan motor penggerak (4.1.3.))

Perbandingan gigi Differensial yang dipakai 6 : 43 (lihat perhitungan perencanaan poros penggerak kendaraan)

Ban yang dipakai adalah ban dengan besar diameter 13 inci dan ban yang dipakai adalah ukuran 155/70-13, dimana *aspect ratio* ban adalah 10,85 cm. dan besar radius ban adalah 27,36 cm, dan keliling ban 171,82 cm.

- Kecepatan Gigi 1

Rasio gigi 1 : 3,5

$$\text{Putaran gigi 1 : } \frac{\text{putaran.pada.daya.maksimum}}{\text{Rasio.gigi.1}} = \frac{5500.\text{rpm}}{3,5} = 1571,4 \text{ rpm}$$

Besarnya kecepatan :

$$\text{putaran pada gigi 1 x perbandingan gigi differensial} = 1571,4 \times \frac{6}{43}$$

$$= 219,3 \text{ rpm}$$

Kecepatan yang dicapai :

Besarnya kecepatan yang dicapai setelah dari gigi differensial x keliling ban

$$= 219,3 \text{ rpm} \times 171,82 \text{ cm}$$

$$= 37680,126 \text{ cm/menit}$$

$$= 37680,126 \frac{\text{cm}}{\text{menit}} \times \frac{60\text{menit}}{1\text{jam}} \times \frac{1\text{Km}}{100.000\text{cm}} = 22,6 \frac{\text{Km}}{\text{jam}}$$

- Kecepatan Gigi 2

Rasio gigi 2 : 2,111

$$\text{Putaran gigi 2 : } \frac{\text{putaran.pada.daya.maksimum}}{\text{Rasio.gigi.2}} = \frac{5500.\text{rpm}}{2,111} = 2605,4 \text{ rpm}$$

Besarnya kecepatan :

$$\text{putaran pada gigi 2 x perbandingan gigi differensial} = 2605,4 \times \frac{6}{43}$$

$$= 363,5 \text{ rpm}$$

Kecepatan yang dicapai :

Besarnya kecepatan yang dicapai setelah dari gigi differensial x keliling ban

$$= 363,5 \text{ rpm} \times 171,82 \text{ cm}$$

$$= 62456,57 \text{ cm/menit}$$

$$= 62456,57 \frac{\text{cm}}{\text{menit}} \times \frac{60\text{menit}}{1\text{jam}} \times \frac{1\text{Km}}{100.000\text{cm}} = 37,47 \frac{\text{Km}}{\text{jam}}$$

- Kecepatan Gigi 3

Rasio gigi 3 : 1,392

$$\text{Putaran gigi 3 : } \frac{\text{putaran.pada.daya.maksimum}}{\text{Rasio.gigi.3}} = \frac{5500.\text{rpm}}{1,392} = 3951,1 \text{ rpm}$$

Besarnya kecepatan :

$$\begin{aligned} \text{putaran pada gigi 3 x perbandingan gigi differensial} &= 3951,1 \times \frac{6}{43} \\ &= 551,32 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Kecepatan yang dicapai :

Besarnya kecepatan yang dicapai setelah dari gigi differensial x keliling ban

$$= 551,32 \text{ rpm} \times 171,82 \text{ cm}$$

$$= 94727,8 \text{ cm/menit}$$

$$= 94727,8 \frac{\text{cm}}{\text{menit}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ Km}}{100.000 \text{ cm}} = 56,8 \frac{\text{Km}}{\text{jam}}$$

- Kecepatan Gigi 4

Rasio gigi 4 : 1

$$\text{Putaran gigi 4 : } \frac{\text{putaran.pada.daya.maksimum}}{\text{Rasio.gigi.4}} = \frac{5500.\text{rpm}}{1} = 5500 \text{ rpm}$$

Besarnya kecepatan :

$$\begin{aligned} \text{putaran pada gigi 1 x perbandingan gigi differensial} &= 5500 \times \frac{6}{43} \\ &= 767,4 \text{ rpm} \end{aligned}$$

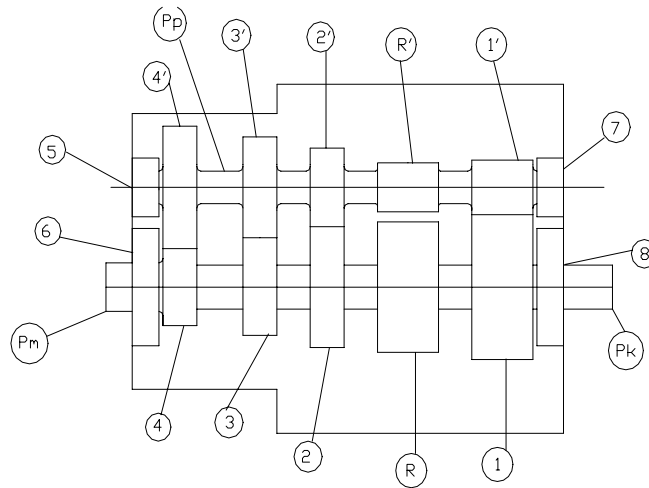
Kecepatan yang dicapai :

Besarnya kecepatan yang dicapai setelah dari gigi differensial x keliling ban

$$= 767,4 \text{ rpm} \times 171,82 \text{ cm}$$

$$= 131854,668 \text{ cm/menit}$$

$$= 131854,668 \frac{cm}{menit} \times \frac{60menit}{1jam} \times \frac{1Km}{100.000cm} = 79,11 \frac{Km}{jam}$$



Gambar 4.6. Transmisi 4 kecepatan, secara skematik

Karena pada transmisi dengan 4 kecepatan sudah dicapai kecepatan $79,11 \frac{Km}{jam}$, maka transmisi yang digunakan adalah transmisi 4 kecepatan, karena mengingat besarnya putaran input ke transmisi harus melalui gigi no.4 maka besarnya output transmisi akan sama dengan besarnya putaran input.

Karena torsi maksimum dari gigi 1 gearbox sebesar 1971,58 lb in dapat untuk menggerakkan kendaraan dengan beban 830 Kg (lihat perhitungan pemilihan motor penggerak (4.1.3.)) maka transmisi ini dapat digunakan. mengingat torsi maksimum yang keluar pada poros roda adalah 163,13 Kgm sedangkan torsi yang terjadi pada ban pada keadaan kurang angin (maximum) hanya 155,4 Kgm.

1.3. Perencanaan Penggunaan Poros Penggerak Kendaraan

Di dalam merencanakan penggunaan sebuah poros penggerak kendaraan perlu diperhatikan dulu pertimbangan untuk memilih tipe poros penggerak kendaraan.

4.3.1. Pertimbangan Penggunaan Poros Penggerak Kendaraan (*Front Wheel Drive* atau *Rear Wheel Drive*)

Dalam pemilihan penggunaan poros penggerak kendaraan ada beberapa macam yaitu poros penggerak depan, poros penggerak belakang, poros penggerak depan dan belakang.

Di dalam pemilihan harus disesuaikan dengan desain mobil dimana mobil mini yang didesain menggunakan mesin depan, sehingga poros penggerak harus diletakkan di belakang untuk menghemat tempat di depan, dan juga sesuai dengan fungsinya mobil ini didesain, mobil mini ini didesain untuk mobil *city car*, dimana mobil ini didesain untuk berjalan di perkotaan sehingga lebih cocok untuk menggunakan poros penggerak belakang.

Mobil ini tidak didesain untuk penggerak depan dan belakang karena biaya yang terlalu mahal dengan sistem 2 penggerak dan juga tidak sesuai dengan fungsinya untuk sebuah *city car*.

4.3.2. Mencari Perbandingan Gigi Differensial

Mengingat kecepatan yang hendak dicapai kira-kira 70 Km/jam, maka perbandingan gigi differensial sangat menentukan untuk mencapai kecepatan tersebut.

Kecepatan yang hendak dicapai adalah : 70 Km/jam

$$70 \frac{Km}{jam} \times \frac{1 jam}{60 menit} \times \frac{100.000 cm}{1 Km} = 11.6666,7 \frac{cm}{menit}$$

Ban yang dipakai diameter 13 dengan ukuran 155/70-13 dimana keliling ban 171,82 cm (lihat perencanaan ban)

Untuk mengetahui putaran :

Kecepatan yang ingin dicapai : keliling ban

$$= 11.6666,7 \frac{cm}{menit} : 171,82 \text{ cm}$$
$$= 679 \text{ rpm}$$

Sedangkan besarnya daya maksimum kendaraan terjadi pada 5500 rpm.

$$\frac{rpm.me \sin x jumlah.gigi.pinion}{jumlah.gigi.lawan.pinion} = \frac{5500rpm \times a}{b} = 679 \text{ rpm}$$

diasumsikan $b = 41$.

$$\frac{rpm.me \sin x jumlah.gigi.pinion}{jumlah.gigi.lawan.pinion} = 679 \text{ rpm}$$

maka a akan dihasilkan $5,06 \sim 6$

$$\frac{rpm.me \sin x jumlah.gigi.pinion}{jumlah.gigi.lawan.pinion} = \frac{5500rpm \times 6}{41} = 804,8 \text{ rpm}$$

Kecepatan yang dicapai :

Besarnya kecepatan yang dicapai setelah dari gigi differensial x keliling ban

$$= 804,8 \text{ rpm} \times 171,82 \text{ cm}$$
$$= 138280,736 \text{ cm/menit}$$
$$= 138280,736 \frac{cm}{menit} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ Km}}{100.000 \text{ cm}} = 82,96 \frac{\text{Km}}{\text{jam}}$$

Kecepatan yang dicapai tidak sesuai dengan kecepatan yang direncanakan jadi differensial dengan perbandingan $6 : 41$ tidak bisa dipakai.

diasumsikan $b = 43$.

$$\frac{rpm.me \sin x jumlah.gigi.pinion}{jumlah.gigi.lawan.pinion} = \frac{5500rpm \times a}{43} = 679 \text{ rpm}$$

maka a akan dihasilkan $5,06 \sim 6$

$$\frac{rpm.me \sin x jumlah.gigi.pinion}{jumlah.gigi.lawan.pinion} = \frac{5500rpm \times 6}{43} = 767,4 \text{ rpm}$$

Kecepatan yang dicapai :

Besarnya kecepatan yang dicapai setelah dari gigi differensial x keliling ban

$$= 767,4 \text{ rpm} \times 171,82 \text{ cm}$$
$$= 131854,668 \text{ cm/menit}$$

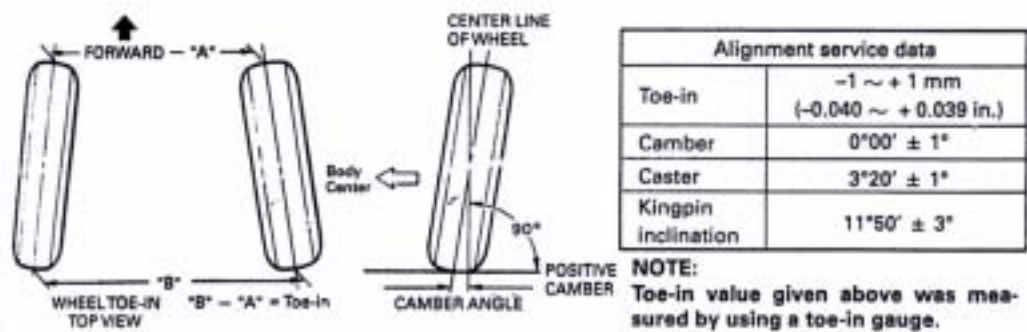
$$= 131854,668 \frac{cm}{menit} \times \frac{60menit}{1jam} \times \frac{1Km}{100.000cm} = 79,11 \frac{Km}{jam}$$

Kecepatan yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan maka perbandingan gigi differensial yang dipakai yaitu 6 : 43

1.4. Perencanaan Pengaturan Sudut-Sudut Roda Depan

Untuk pengaturan sudut-sudut roda depan tidak direncanakan, tetapi pengaturan sudut-sudut itu mengambil dari sudut-sudut pada mobil sejenis yang telah ada sebelumnya, yaitu diambil dari mobil Suzuki Karimun.

Karena mengingat di dalam menentukan *Toe-in*, *Chamber*, *Caster*, dan *Kingpin inclination* harus mengadakan percobaan di lapangan pada kendaraan yang direncanakan.



Gambar 4.7. Sudut-Sudut Roda Depan

1.5. Roda

1.5.1. Pelek Roda

Mobil mini ini pada saat merencanakan bodinya digunakan untuk ukuran pelek roda maksimum 13 inci, oleh karena itu pemilihan pelek roda diambil antara 12 inci dan 13 inci.

1.5.2. Ban

Dalam pemilihan ban yang hendak dipakai ada beberapa pertimbangan yang harus dipakai .

4.5.2.1. Pertimbangan Penggunaan Ban Bias, Ban Bias Bersabuk, Dan Ban *Radial*

Di dalam pemilihan ban, dipilih penggunaan ban *radial*, karena banyak kelebihan dibandingkan dengan ban bias mengingat ban *radial* lebih tahan aus sehingga dari segi ekonomis akan sangat menguntungkan, selain itu ban *radial* menghasilkan kemampuan membelok dan kemampuan berjalan pada kecepatan tinggi baik, apalagi kalau berada di jalan yang tidak rata ban *radial* akan terasa lebih lembut dan nyaman untuk dikendarai.

Ban bias mengacu pada gambar 2.33. , ban bias bersabuk mengacu pada gambar 2.34, sedangkan ban *radial* mengacu pada gambar 2.35

4.5.2.2. Pertimbangan Penggunaan Ban Bias Dan Ban *Tubes*

Penggunaan Ban *Tubes* lebih efektif bila dibandingkan dengan penggunaan ban biasa karena mengingat ban *tubes* bila terkena benda tajam tidak langsung kempis karena lapisan dalamnya menghasilkan efek merapatkan sendiri. Ban *tubes* mengacu pada gambar 2.36

4.5.2.3. Pertimbangan Penggunaan Ukuran Ban

Sesuai dengan Desain mobil maka ban yang dipakai juga sesuai dengan ukuran pelek yaitu ukuran 12 inci sampai 13 inci.

Ban yang direncanakan yang sesuai dengan pelek 12 inci yaitu ban ukuran 145/70-12, karena ban dengan ukuran section width 145 mm dan aspect ratio 70% dan diameter pelek 12 inci akan membuat kendaraan lebih nyaman dikendarai. Karena perbandingan antara section width dan besar diameter pelek relatif kecil

dimana : $\frac{Section.Width}{diameter.pelek} = \frac{145}{12} = 12,08 \sim 12$ berarti perbandingannya 1 :12

Ban yang direncanakan yang sesuai dengan pelek 13 inci yaitu ban ukuran 155/70-13, karena ban dengan ukuran section width 155 mm dan aspect ratio 70% dan diameter pelek 13 inci akan membuat kendaraan lebih nyaman dikendarai. Karena perbandingan antara section width dan besar diameter pelek relative kecil

dimana : $\frac{Section.Width}{diameter.pelek} \sim 12$ berarti perbandingannya 1 :12

Dimana semakin besar perbandingan antara diameter pelek dengan besarnya Section Width maka ban akan lebih terasa berat untuk dikemudikan.

Sedangkan besarnya ukuran ban yang dipakai sesuai dengan standart ukuran ban yang ada ~ lihat lampiran 9

Di dalam pembacaan ukuran ban mengacu pada gambar 2.37

- Pada ban dengan menggunakan pelek diameter 12 inci :

Ban yang dipakai 145/70-12

Berarti section width ban 145 mm

Aspect ratio 70 % berarti tebal ban $70\% \times 145 \text{ mm} = 101,5 \text{ mm}$
 $= 10,15 \text{ cm}$

Berarti besar radius roda : tebal ban + radius pelek

: $10,15 \text{ cm} + 6'' \times 2,54 \text{ cm}$

: $25,39 \text{ cm}$

keliling roda : $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 25,39 = 159,4492 \text{ cm}$

- Pada ban dengan menggunakan pelek diameter 13 inci

Ban yang dipakai 155/70-13

Berarti section width ban 155 mm

Aspect ratio 70 % berarti tebal ban $70\% \times 155 \text{ mm} = 108,5 \text{ mm}$
 $= 10,85 \text{ cm}$

Berarti besar radius roda : tebal ban + radius pelek

: $10,85 \text{ cm} + 6,5'' \times 2,54 \text{ cm}$

: $27,36 \text{ cm}$

keliling roda : $2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 27,36 = 171,82 \text{ cm}$