

## PERENCANAAN SISTEM PENGGERAK SISTEM PEMINDAH DAYA DAN SISTEM KEMUDI PADA MOBIL BUGGY UNTUK SATU PENUMPANG

Iwan Satria

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bung Hatta  
Jl. Gajah Mada No. 19 Olo Nanggalo, Padang 25134

### Abstract

*Industrial world enlargement cause need of vehicle as transportation tool increasing, Buggy car with smallest size can used as alternative vehicle. This paper aim to explain about main part of Buggy car planning process that is drive system, transmission system, and steering system for one passenger. Total weight of the vehicle is 180 kg consisted of 105 kg vehicle weight and 75 kg passenger weight, as a mean to gets drive system, transmission and steering system appropriate for Buggy car. From result of requirement planning of minimum power is 6.2 Hp so that power selected is 6.4 Hp, transmission type applied is CVT (Continuously Variable Transmission) is working based on rotation of machine, while steering system applied is Bell Crank type, all this systems selected based on encumbering happened at Buggy car.*

*Kata Kunci : Buggy car, Drive System, Transmission System, Steering System*

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri erat hubungannya dengan perkembangan transportasi sebab dibutuhkan kendaraan sebagai alat transportasi didalam lingkungan perusahaan. Mobil buggy merupakan kendaraan dengan ukuran mini yang ditumpangi oleh satu sampai empat orang penumpang, dengan ukurannya yang kecil kendaraan ini dapat menjawab kebutuhan transportasi di kawasan perindustrian yang padat. Kendaraan ini masih banyak diproduksi oleh produsen-produken luar, sedangkan untuk Indonesia sendiri masih belum ada, sehingga harga dari komponen mobil buggy juga menjadi lebih mahal karena tidak banyak tersedia di pasaran. Karena itu Penulis beserta tim merencanakan mendesain dan membuat Mobil buggy dengan bentuk yang sederhana dan komponen yang digunakan mudah didapat dipasaran.

#### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh tipe penggerak, tipe pemindah daya dan tipe kemudi untuk mobil buggy, sehingga akan dihasilkan sebuah mobil buggy

dengan harga yang lebih murah dan komponen yang digunakan banyak tersedia dipasaran.

#### Manfaat Penelitian

Seperti diuraikan pada bab pendahuluan, hasil dari penelitian ini adalah sebuah kendaraan mobil buggy yang dapat digunakan sebagai alat transportasi di lingkungan perusahaan. Diharapkan dengan adanya mobil buggy ini biaya yang dikeluarkan untuk transportasi bisa lebih ditekan karena apabila dibandingkan dengan membeli satu buah mobil operasional, mobil buggy mempunyai harga yang jauh lebih murah sehingga dapat menghemat biaya.

Kontribusi terhadap perguruan tinggi adalah adanya peningkatan pengetahuan tentang desain dan pembuatan kendaraan, karena selama ini minat mahasiswa teknik mesin untuk melakukan riset yang berhubungan dengan kendaraan masih sedikit. Sedangkan kontribusi yang lain adalah pada bidang pariwisata, karena selain bisa digunakan sebagai alat transportasi mobil buggy ini juga dapat digunakan sebagai kendaraan wisata

olahraga, seperti *offroad* dan petualangan alam lainnya.

## 2. METODOLOGI

Proses perencanaan diawali dengan melakukan studi literatur dari beberapa sumber yang berkaitan dengan sistem yang akan direncanakan, kemudian setelah literatur didapat dilakukan pengamatan dengan tujuan untuk melakukan pemilihan dari beberapa sistem yang didapat. Langkah selanjutnya adalah melakukan penetapan parameter perencanaan untuk setiap sistem yang telah dipilih, selanjutnya dilakukan analisa berdasarkan parameter yang telah ditetapkan, maka spesifikasi dari sistem yang direncanakan dapat diperoleh, kemudian dilakukan survey di pasar apakah spesifikasi yang dikeluarkan ada dipasaran, apabila tidak ada maka dipilih yang mendekati spesifikasi berdasarkan hasil perencanaan. Secara umum tahapan perencanaan tentang beberapa sistem yang ada pada mobil buggy ditunjukkan pada gambar 1.

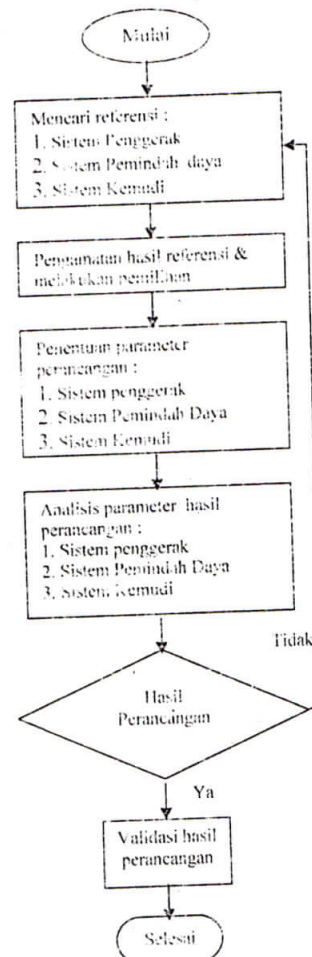
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Sistem penggerak

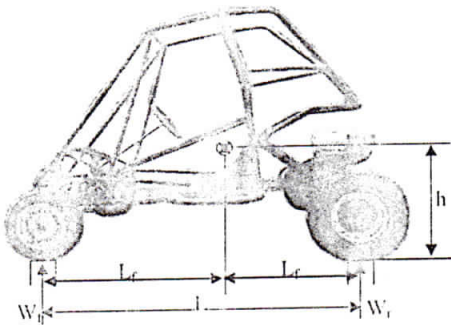
Sistem penggerak yang digunakan untuk mobil *buggy* dipilih berdasarkan berat keseluruhan dari mobil *buggy* yang telah dibuat, yang terdiri dari berat kendaraan, berat mesin dan berat penumpang, untuk mendapatkan nilai berat keseluruhan dilakukan penimbangan terhadap mobil *buggy*, diketahui dari hasil penimbangan berat keseluruhan dari mobil *buggy* adalah 180 kg. Sedangkan untuk mendapatkan posisi dari titik berat, kendaraan ditimbang pada poros roda depan dan poros roda bagian belakang, dari penimbangan didapat:

Berat dari poros roda depan = 67 kg  
 Berat dari poros roda belakang = 115 kg

Gambar 1.  
Tahapan perencanaan sistem mobil buggy



Gambar 2.  
Posisi Titik Berat Mobil Buggy



Rolling resistance roda depan = 7,5 cm  
 Rolling resistance roda belakang = 7 cm  
 Massa buggy bagian depan dari tiap roda  
 = (33,5 + 33,5 kg)  
 Massa buggy bagian belakang dari tiap roda  
 = (56,5 + 56,5 kg)

**a. Roda depan**

$$\sum M = 0$$

$$R \cdot F_a = 0,65 \cdot 0,11 \cdot M_d$$

$$0,175 \cdot F_a = 0,65 \cdot 0,075 \cdot 67$$

$$F_a = 18,61 \text{ kg}$$

**b. Roda belakang**

$$\sum M = 0$$

$$T = 0,65 \cdot 0,07 \cdot M_b + R \cdot F_a$$

$$T = 0,65 \cdot 0,07 \cdot 113 + 0,175 \cdot 18,61$$

$$T = 5,15 + 3,26$$

$$T = 8,41 \text{ kg.m}$$

**c. Daya Motor minimum**

$$D_p = \frac{T_{tot} \cdot n_{spr}^2}{716,2}$$

$$= \frac{8,41 \cdot 527,57}{716,2}$$

$$= 6,1 \text{ Hp}$$

Jadi daya motor minimal yang harus dipenuhi adalah 6,1 Hp. Pada perencanaan buggy ini motor yang dipilih memiliki daya 6,4 Hp sehingga penggunaan motor dengan daya 6,4 Hp masih diperbolehkan.

Berdasarkan data perencanaan awal berat keseluruhan mobil *buggy* adalah 300 kg, akan tetapi setelah proses pembuatan terjadi perubahan, berat mobil *buggy* menjadi 180 kg. Hal ini terjadi karena material yang digunakan untuk rangka dan komponen tambahan lainnya mengalami perubahan, awalnya untuk rangka material yang digunakan adalah besi *seamless*, akan tetapi setelah dilakukan survey di pasaran harga dari material terlalu mahal sehingga diputuskan untuk mengganti material akan tetapi tidak ada penambahan dan pengurangan dimensi. Sehingga berat kendaraan berubah menjadi 180 kg. Beberapa hal yang diakibatkan dari perubahan berat ini adalah:

1. Posisi titik berat dari kendaraan akan berubah dan gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan akan berubah pula.
2. Perubahan kebutuhan daya untuk sistem penggerak
3. Beban sistem kemudi akan berubah.

Untuk pemilihan tipe penggerak disesuaikan dengan berat *buggy* setelah proses pembuatan, setelah dilakukan analisa didapat nilai daya minimum yang dibutuhkan untuk menggerakkan mobil *buggy* kemudian dilakukan pemilihan *engine* yang ada dipasaran dan dilakukan analisa berdasarkan data spesifikasi dari *engine*.

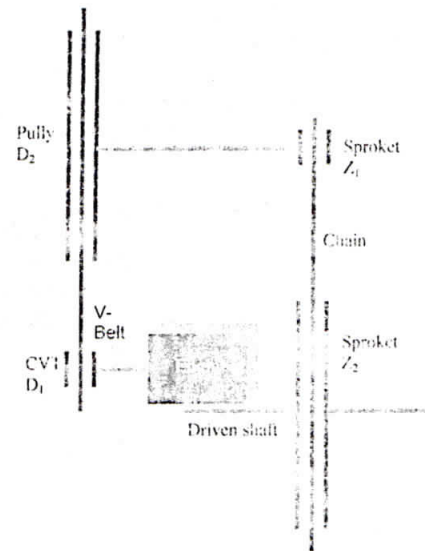
**3.2. Sistem Transmisi**

Sistem transmisi yang digunakan yaitu tipe CVT (*continuously variable transmission*) yang bekerja berdasarkan putaran mesin dan gaya sentrifugal. Pengurangan kecepatan putaran motor dilakukan sebanyak 2 (dua) kali. Jadi dalam perencanaan ini diperlukan 2 (dua) buah puli dan 2 (dua) buah sprocket. Puli 1 dipasang pada poros mesin penggerak, pada bagian dalam puli dipasang kopling sentrifugal. Kecepatan maksimal dari



kendaraan adalah 50 Km/jam pada putaran 530 rpm.

Gambar 3.  
Susunan Sistem Transmisi



#### a. Perhitungan gaya pada Transmisi CVT

Gaya sentrifugal ( $C_f$ )

$$C_f = m \cdot r \cdot (\omega^2)$$

$$= 0,5 \text{ kg} \cdot 0,07 \text{ m} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 3500 \text{ rpm}}{60}\right)^2 (\text{rad/s})$$

$$= 12,82 \text{ Kg.m}$$

Gaya gesek ( $F_g$ )

$$F_g = C_f \cdot \mu$$

$$= 12,82 \text{ Kg.m} \cdot 0,35$$

$$= 4,487 \text{ kg.m}$$

#### b. Perencanaan Rantai Gigi

$$P = 6,4 \text{ Hp} = 4,8 \text{ Kw}, n_2 = 1625 \text{ rpm}$$

$$i = \frac{1625 \text{ rpm}}{503,75 \text{ rpm}}$$

$$= 3,22$$

$$f_c = 1,4$$

$$P_d = 4,8 \times 1,4 = 6,72 \text{ kw}$$

Dari diagram pemilihan rantai nomor rantai 40 dengan rantai tipe tunggal diambil  $P = 12,7$  mm Harga  $Z_1 = 14$  yang sedikit lebih besar dari pada  $Z_{min} = 13$

$$Z_2 = \frac{1625}{503,75} = 48,3 \text{ (dipilih 45 karena}$$

untuk jumlah gigi 48/49 tidak ada dipasaran)

$$d_p = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180^\circ}{14}\right)} = 57,07 \text{ mm}$$

$$D_p = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180^\circ}{45}\right)} = 182,06 \text{ mm}$$

Jarak sumbu poros sebenarnya ( $c$ ) = 270 mm

$$\text{Jarak bagi} = \frac{270}{12,7} = 21,26$$

Panjang rantai ( $L$ )

$$L = 2C + z_2 + \frac{z_1}{2} + \frac{(z_2 - z_1)^2}{4\pi^2 C}$$

$$= 2 \cdot 21,26 + 45 + \frac{14}{2} + \frac{(45 - 14)^2}{4\pi^2 \cdot 21,26}$$

$$= 111,16$$

Menentukan jarak bagi untuk panjang rantai dan perhitungan jarak sumbu poros sebenarnya

$$C = \frac{1}{4} \left[ (L - (z_2 + z_1)) + \left( (L - (z_2 + z_1))^2 - (8(z_2 - z_1)^2 / 4\pi^2) \right)^{1/2} \right]$$

$$= \frac{1}{4} \left[ (111 - (45 + 14)) + \left( (111 - (45 + 14))^2 - (8(45 - 14)^2 / 4\pi^2) \right)^{1/2} \right]$$

$$= 25,52 = 25,52 \cdot 12,7 = 324,13 \text{ mm}$$

Jadi:

Diameter jarak bagi untuk rantai dengan NO. 40 = 12,7 mm

$$\text{Panjang} = 111 \text{ mata rantai} = 111 (12,7 \text{ mm}) = 1409,7 \text{ mm}$$

Jarak antar pusat poros = 324,13 (maksimum)

Sproket = tipe tunggal, No.40,

jarak bagi 12,7 mm

Kecil : 14 gigi, D = 57,07 mm

Besar : 45 gigi, D = 182,06 mm

Gambar 4.  
Komponen Utama Sistem Transmisi



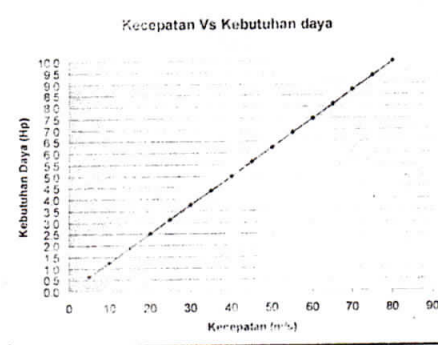
Pada grafik dibawah ini akan terlihat bahwa apabila rangkaian sistem transmisi sesuai dengan perencanaan namun kita menginginkan kecepatan maksimal yang lebih tinggi maka akan terjadi kenaikan kebutuhan daya.

Tabel 1.  
Kecepatan maksimum dan kebutuhan daya

Kecepatan (m/s)	Kebutuhan Daya (Hp)
5	0.62
10	1.25
15	1.87
20	2.49
25	3.12
30	3.74
35	4.36
40	4.99
45	5.61
50	6.23
55	6.86
60	7.48
65	8.10
70	8.73
75	9.35
80	9.97

Dari analisa yang dilakukan untuk menghubungkan putaran antara puli 1 dan 2 digunakan 1 buah belt, akan tetapi setelah dilakukan pengujian ternyata banyak terjadi kehilangan tenaga karena belt slip, untuk meminimalisasi tenaga yang hilang dan agar kerja mesin tidak berat digunakan 2 buah belt. Permasalahan yang lain yaitu CVT sering slip akibat kerja mesin yang berat ketika kendaran membelok.

Gambar 5.  
Grafik Pengaruh Kecepatan Terhadap Kebutuhan Daya

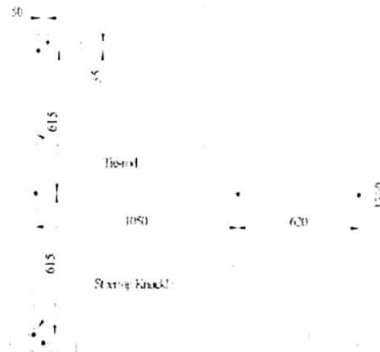


### 3.3. Sistem Kemudi

Sistem kemudi yang dipilih adalah sistem kemudi penggerak dua roda depan tipe *Bell crack*, dimana sistem kemudi ini adalah yang paling sederhana dari beberapa alternatif sistem kemudi yang ada. sistem kemudi ini bentuknya lebih sederhana sehingga lebih mudah dalam proses pemasangan.

Analisa yang akan dilakukan terhadap sistem kemudi ini adalah gaya-gaya yang bekerja pada roda depan, radius putar maksimum, serta kondisisibelok idela dari kendaraan. Analisa gaya-gaya pada roda depan dicari dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar gaya yang dibutuhkan agar Sist. Kemudi dapat digerakkan dan kendaran dapat berbelok.

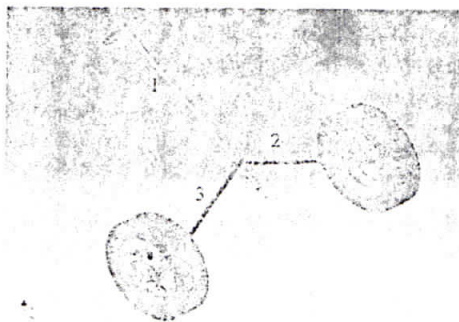
Gambar 6  
Perencanaan Sistem Kemudi



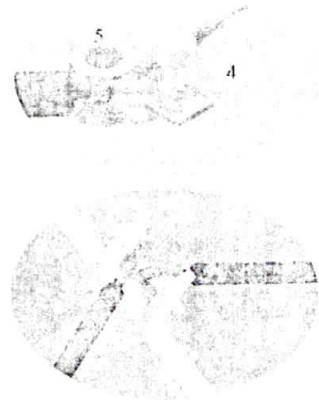
Dari gambar perencanaan :

1. Panjang tie-rod : 615 mm
2. Panjang steering knuckle : 50 mm
3. Putaran maksimum :  $30^{\circ}$
4. Titik berat terletak 1050 mm dari poros roda depan dan 620 mm dari titik tengah roda belakang

Gambar 7a.  
Rangkaian Sistem Kemudi



Gambar 7b.  
Rangkaian Sistem Kemudi

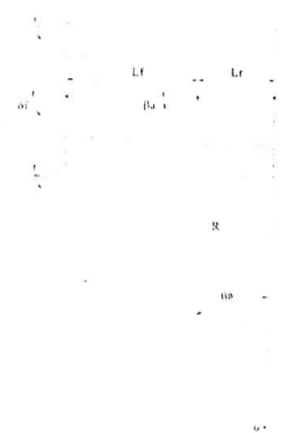


Keterangan:

1. Roda Kemudi
2. Poros Kemudi
3. Tie-rod
4. Rose-joint
5. Steering Knuckle

#### a. Radius Patar

Gambar 3.  
Radius patah





215. Pada kecepatan tinggi kemudi mudah untuk dikendalikan.

Sedangkan beberapa kerugian yang dapat dilihat dari pergantian ini adalah:

1. Pada kecepatan rendah dan pada radius putar maksimum kemudi cenderung lebih berat.
2. Posisi kendaraan akan sama datar antara depan dan belakang, sehingga *rolling resistance* ban depan dan belakang akan berubah dan akan berpengaruh terhadap posisi titik berat kendaraan dan berpengaruh terhadap konsumsi daya.

#### 4. KESIMPULAN

##### a. Sistem Penggerak

Motor penggerak yang digunakan yaitu motor pembakaran dalam, dan motor pembakaran dalam yang digunakan adalah motor bensin 4 langkah.

Tipe motor penggerak dipilih berdasarkan berat total dari kendaraan, apabila ada perubahan dimensi dan perubahan berat kendaraan maka segala spesifikasi akan berubah dan akan dilakukan pemilihan ulang terhadap sistem penggerak.

Tabel 2. Spesifikasi Penggerak yang digunakan untuk mobil *Dugay*

Kelas	Overhead Cam
Poros	Horizontal
Silinder	1
Langkah	4
Bahan Bakar	Bensin
Max HP/RPM	6,4/3600
Max KW/RPM	4,8/3600
Daya yang dihasilkan	4,0/3600
HP/RPM	9,76/2500
Torsi Maksimum lbs/RPM	13,2/2500
Torsi Maksimum Nm/RPM	68 x 65
Diameter x langkah mm	

Dimana :  
 Jarak  $L_f = 1050$  mm  
 Jarak  $L_r = 620$  mm  
 $\delta$  (sudut steer rata-rata dari roda depan) =  $30^\circ$  (asumsi rancangan pertama)

$$\text{Maka : } R_{ack} = \frac{L_f + L_r}{\delta} \cdot 57,29$$

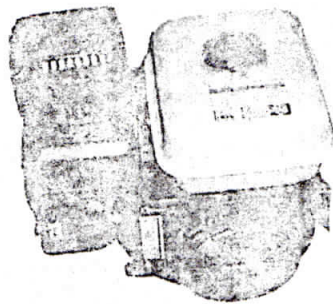
$$R_{ack} = \frac{1050 + 620}{30^\circ} \cdot 57,29 = 3,18 \text{ m}$$

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan radius putar maksimum (radius putar minimum) ditemukan sudut putar roda kanan  $25^\circ$  dan sudut putar roda kiri  $37^\circ$ . Dari hasil pengujian, sistem kemudi ini cenderung *understeer* karena pada kecepatan rendah kendaraan sulit untuk berbelok dan radius putar yang besar serta pada kecepatan tinggi kendaraan sulit untuk dikendalikan.

Sistem kemudi tipe *bell crank* cenderung lebih berat karena rasio kemudinya 1 : 1 sehingga dibutuhkan gaya yang besar untuk menutar roda kemudi. Seolah dilakukan pengujian ternyata kemudi sulit dikendalikan dikarenakan *handling* kurang baik, untuk itu dikarenakan *steering* kurang mengatasinya. Masalah yang lain adalah ketika roda kemudi roda memblok pada radius putar maksimum ban akan mengunci sehingga mobil susah memblok dan kerja mesin menjadi berat, dan pada kecepatan tinggi kemudi sulit untuk dikendalikan, hal ini disebabkan lebar ban yang digunakan terlalu kecil yaitu 350R/10. Untuk mengatasi masalah tersebut ban diganti dengan 500R/10, dengan ukuran lebar ban yang lebih besar. Pergantian pada ukuran 500R/10 ini didasari oleh beberapa alasan:

1. Apabila mengalami gangguan, ban dengan lebar yang lebih besar tidak begitu responsif dibandingkan dengan lebar yang lebih kecil.
2. Pada kecepatan rendah dan pada radius putar maksimum, ketika kemudi dibelokkan ban tidak mengunci karena ban lebih lebar

Gambar 9.  
Tipe Penggerak



#### b. Sistem Transmisi

Sistem transmisi yang digunakan yaitu tipe CVT (*continuously variable transmission*) yang bekerja berdasarkan putaran mesin dan gaya sentrifugal. Pengurangan kecepatan putaran motor dilakukan sebanyak 2 (dua) kali. Jadi dalam perencanaan ini diperlukan 2 (dua) buah puli dan 2 (dua) buah sprocket. Puli 1 dipasang pada poros mesin penggerak, pada bagian dalam puli dipasang kopling sentrifugal.

Tabel 3.  
Ukuran Puli dan Sproket

Penerus Putaran	Ukuran (mm)
Puli 1	139,7 mm (5 1/2")
Puli 2	203,2 mm (8")
Sprocket 1	57,05 mm (14 gigi)
Sprocket 2	182,06 mm (45 gigi)

#### c. Sistem Kemudi

Sistem kemudi yang digunakan yaitu :

1. Manual steering
2. Kemudi Penggerak 2 roda
3. Bell crank

Dari roda kemudi ke tie-rod digunakan poros kemudi dengan diameter 20 mm dan dari poros ke ban digunakan tie-rod dengan diameter 10 mm.

Roda kemudi yang digunakan berdiameter 400 mm  
Radius putar yang dihasilkan dengan sudut putar 30° adalah 3180 mm

#### DAFTAR PUSTAKA

- GX200 Engine Specification. Diakses dari: [www.honda.com](http://www.honda.com)
- Helowenko, A.R. *Dinamika Permesinan*. Diterjemahkan oleh Ir. Cendy Prapto. Jakarta: Erlangga, 1985
- How Car Engine Works. Diakses dari : [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)
- How Car Steering Works. Diakses dari : [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)
- Jayadi, Yahya, *Perencanaan Mobil Mini, Perencanaan Sistem Kemudi dan Pengalisan Sistem Transmisi Daya*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra. Surabaya : 2004
- John Murray and Lentine. Tek. *MET 214 Gokart Project the Dirt Devil* by [www.Diyden.net](http://www.Diyden.net), 2004
- Mesin Bensin. Diakses dari : [www.wikpedia.co.id](http://www.wikpedia.co.id)
- Popov, E. P. *Mekanika Teknik*, edisi ke II. Diterjemahkan oleh Zainul Astanam Tanisan, M.Sc. Jakarta: Erlangga, 1983
- Rizayana, Farid. *Desain dan Pembuatan Prototype Light Buggy*. Design Center Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Bandung: 2004
- Storey, John. *Concept of "Speed"*. The University of New South Wales. Sydney, Australia : 1999



Sularso and Suga, Kiyokatsu. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramitha, 1997

Rengaraj, Chandra. *Steering System* : 2006

Robin Subaru EX21 Series. Diakses dari : [www.robin.com](http://www.robin.com)

Sutantra, Nyoman. *Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya, 2001

*Toyota New Step 1 Training Manual*. PT. Toyota Indonesia