

## RANCANG BANGUN SISTEM TRANSMISI, KEMUDI, DAN PENGEREMAN MOBIL LISTRIK “SEMUT ABANG ”

Bambang Setyono<sup>[1]</sup>, Yudhi Setiawan<sup>[2]</sup>  
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya<sup>[1][2]</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan melakukan rancang bangun beserta uji performansi sistem transmisi, sistem kemudi dan sistem pengereman mobil listrik “*Semut Abang ITATS*”. Asumsi dasar mobil listrik yang dirancang merupakan tipe prototip dengan mengacu regulasi IEMC, dengan berat pengemudi dan mobil maksimum 152 kg, motor listrik tipe BLDC daya 800 watt 48 volt dan putaran 1100 rpm. Battery lithium dengan kapasitas 48 Vdc 20 AH. Hasil rancang-bangun sistem transmisi menggunakan *sprocket chain*, sistem kemudi menggunakan dua *drag link*, dan pengereman menggunakan sistem cakram. Mobil beroda tiga, depan dua roda dan belakang satu roda. Panjang *wheele base* 1,54 m, jarak antar roda depan 0,79 m tinggi *ground clearance* 5 cm.

Dari hasil pengujian diperoleh hasil mobil mampu bergerak stabil saat melaju di trek lurus maupun belok. Kecepatan maksimum 50 km/jam, torsi maksimum 1,792 kgm. Untuk sistem kemudi, radius belok minimal 3,53 meter pada saat sudut belokan roda depan 2<sup>0</sup>, radius belok maksimal sebesar 17,65 m pada sudut belok roda depan 5<sup>0</sup>. Sedangkan untuk sistem pengereman, pada jalan datar atau elevasi 0<sup>0</sup>, gaya pengereman yang dibutuhkan sebesar 46,38 Newton.

**Kata kunci:** Mobil Listrik, Semut Abang, Sistem Transmisi, , Sistem Pengereman, Sistem Kemudi

### Abstract

*This research aims to design and performance test of transmission system, steering system and braking system of the electric car "Semut Abang ITATS". The basic assumption electric car that be designed is a prototype with reference to the IEMC regulation, with a maximum driver and the car weight are 152 kgs, electric motor BLDC type, power of 800 watts 48 volts and 1100 rpm. Lithium battery with a capacity of 48 Volts DC 20 AH. The results of design-build transmission systems using sprockets chain, steering system uses two drag link, and the braking system uses disc brake. The car have three-wheels, two front wheels and one rear wheel. Wheel base length of 1.54 m, the distance between front to rear axle is 0.79 m, the ground clearance 5 cm.*

*From the test results obtained that car able to stable move when driving on a straight and turn track. The maximum speed is 50 km/h, the maximum torque is 1,792 kgm. For the steering system, the minimum turning radius is 3.53 meters at the bend angle of the front wheels 2<sup>0</sup>, the maximum turning radius of 17.65 m at angle of the front wheels turn 5<sup>0</sup>. As for the braking system, on the flat road or elevation 0<sup>0</sup> the braking force required is 46.38 Newton.*

*Keywords: Electric Car, Semut Abang, Transmission System,, Braking Systems, Steering System*

## PENDAHULUAN

Demi terciptanya suatu alat transportasi masa depan yang berteknologi tinggi dan memiliki tingkat efisiensi yang paling baik, maka beberapa kompetisi telah diadakan oleh para intelektual dari berbagai Perguruan Tinggi dunia saat ini. Dari beberapa bentuk kompetisi yang diselenggarakan yaitu antara lain *Shell Eco Marathon* (SEM) di tingkat Internasional dan *Indonesia Energy Marathon Competition* (IEMC) di tingkat Nasional.[4]

IEMC membagi mobil listrik menjadi dua katagori yaitu *prototype* dan *urban concept*. Prototype merupakan kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan

aspek aerodinamika untuk keperluan lomba. Prototype umumnya beroda tiga, depan dua roda dan belakang satu roda. *Urban concept* merupakan kendaraan roda empat yang tampilannya mirip mobil pada umumnya dan sesuai untuk berkendara di jalanan. [4]

Selain *chassis*, bagian yang penting dari mobil listrik kategori *prototype* adalah sistem transmisi, sistem kemudi dan sistem pengeremannya. Untuk itulah pada penelitian ini difokuskan pada rancang-bangun sistem transmisi, sistem kemudi dan sistem pengereman beserta uji performansi untuk mengetahui unjuk kerjanya. Perkembangan teknologi otomotive memudahkan dalam memilih teknologi apa yang tepat untuk diterapkan pada sistem transmisi, sistem kemudi maupun sistem pengereman.

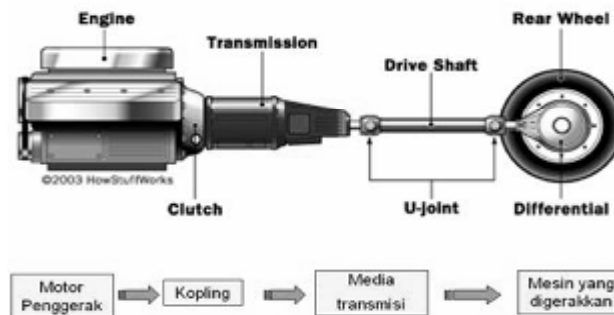
## DASAR TEORI

### Sistem Transmisi

Sistem transmisi, dalam otomotif, adalah sistem yang berfungsi untuk konversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah tetapi lebih bertenaga, atau sebaliknya. [2]

Secara umum, sistem transmisi dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu :

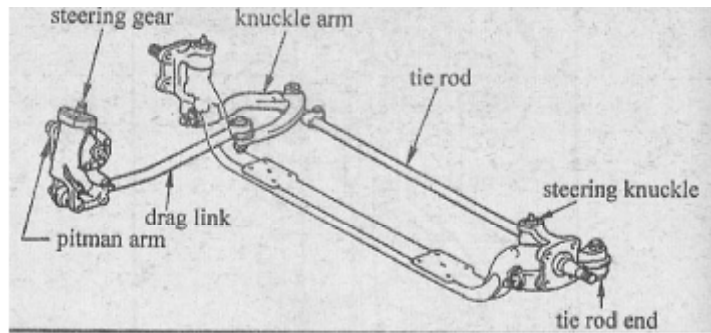
1. Transmisi sabuk-puli (*belt and pulley*), digunakan apabila jarak antar dua poros jauh sehingga tidak memungkinkan transmisi langsung.
2. Transmisi poros langsung (*direct coupled*) Transmisi langsung menggunakan poros atau merupakan transmisi yang paling sederhana and digunakan untuk menyalurkan tenaga pada jarak yang dekat and posisi yang segaris antara poros motor penggerak dengan poros mesin yang digerakkan.
3. Transmisi rantai-sproket (*chain and sprocket*) transmisi rantai-sproket digunakan untuk transmisi tenaga pada jarak sedang. [1]



Gambar 1. Contoh Sistem Transmisi Mobil

### Sistem Kemudi

Fungsi sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Cara kerjanya bila *steering wheel* (roda kemudi) diputar, *steering coulumn* (batang kemudi) akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear* (roda gigi kemudi). *Steering gear* memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen puntir yang lebih besar untuk diteruskan ke steering linkage. *Steering linkage* akan meneruskan gerakan steering gear ke roda-roda depan. [1]



Gambar 2. Sistem Kemudi Mobil Sederhana

**Sistem Pengereman**

Sistem pengereman (*brake sistem*) adalah sebuah sistem mekanis yang berfungsi untuk menghalangi suatu gerakan. Jika dilihat dari prinsip kerjanya, sistem pengereman berlawanan dengan sistem kopling. Sistem kopling berfungsi untuk mentransmisikan gerak antara poros penggerak dengan poros yang digerakkan.

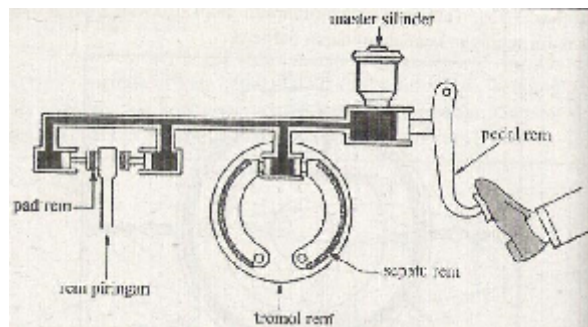
Sesuai dengan rumusan  $K = mv^2/2$ , besar gaya kinetik akan naik sebesar kuadrat dari kecepatan suatu benda, sehingga sebuah benda yang memiliki kecepatan 10 m/s memiliki gaya kinetik 100 kali lebih besar daripada benda yang bergerak dengan kecepatan 1 m/s. Hal ini juga menandakan bahwa benda yang bergerak pada 10 m/s tadi membutuhkan jarak pengereman yang lebih jauh 100 kali daripada benda yang berkecepatan 1 m/s.

Resultan gaya ( $F_{res}$ ) yang dibutuhkan saat pengereman untuk berbagai tingkat elevasi jalan dapat ditunjukkan dengan rumusan sebagai berikut :<sup>[1]</sup>

$$F_{res} = F_b + f_r \cdot W \cdot \cos\theta_s + R_a \pm W \sin\theta_s + R_t \tag{1}$$

dimana:

- $f_r$  = Koefisien dari hambatan = 0,3
- $W$  = Berat kendaraan = 152 kg
- $\theta_s$  = sudut tanjakan
- $R_a$  = Hambatan aerodinamik = 0,3
- $R_t$  = Hambatan transmisi = 0,45



Gambar 3. Sistem Pengereman Mobil

**METODE**

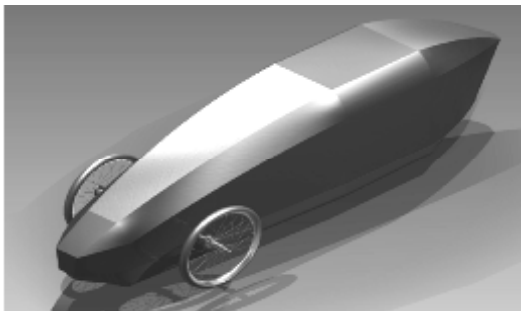
Penelitian dilaksanakan di laboratorium CNC & CAD-CAM dan di Workshop Teknologi Tepat Guna ITATS. Untuk pemecahan masalah, berikut langkah-langkah yang dilakukan :

- 1) Kajian Pustaka  
Kajian pustaka dilakukan dengan cara mencari dan mempelajari referensi teks, jurnal, paper, serta literatur lain yang terkait dengan penelitian.
- 2) Pengumpulan Data  
Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah mengadopsi regulasi pada standarisasi mobil listrik tipe *prototype* yang telah ditetapkan oleh IEMC (*Indonesia Energy Marathon Challenge*). Langkah berikutnya adalah melakukan analisis kelebihan dan kekurangan, sehingga dapat melakukan pemilihan teknologi dan redesain sehingga diperoleh desain yang tepat untuk diterapkan.
- 3) Input Data Perancangan  
Memberikan input data perancangan berupa beban maksimum pengemudi, berat mobil, tingkat elevasi jalan, kecepatan maksimum mobil, ukuran-ukuran mobil yang disesuaikan dengan standar regulasi IEMC.
- 4) Perancangan Sistem Transmisi, Kemudi dan Pengereman  
Perancangan menggunakan *Software Autodesk Inventor Professional 2013*. [5][10] Pada tahap ini juga dilakukan evaluasi kekuatan hasil perancangan.
- 5) Fabrikasi  
Fabrikasi dikerjakan mengacu pada gambar kerja dari hasil proses perancangan.
- 6) Uji Coba Sistem Transmisi, Sistem Kemudi dan Pengereman  
Tahap ini dilakukan untuk mengetahui performa hasil perancangan. Apabila ada hal-hal yang tidak sesuai, maka akan dilakukan perbaikan.
- 7) Analisis Hasil Uji Coba  
Hasil-hasil uji coba ditabulasikan, diolah dan dianalisis
- 8) Kesimpulan  
Menyimpulkan atas hasil rancangan, uji coba dan analisis hasil uji coba.

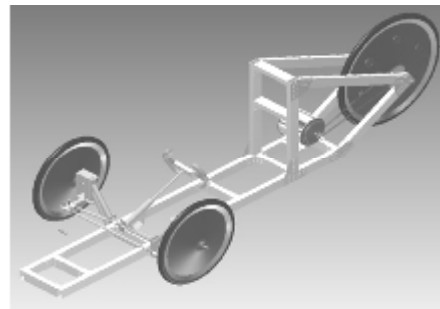
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rancangan Mobil Listrik Semut Abang

Rancangan mobil listrik *Semut Abang* mengacu pada regulasi yang dikeluarkan oleh IEMC.

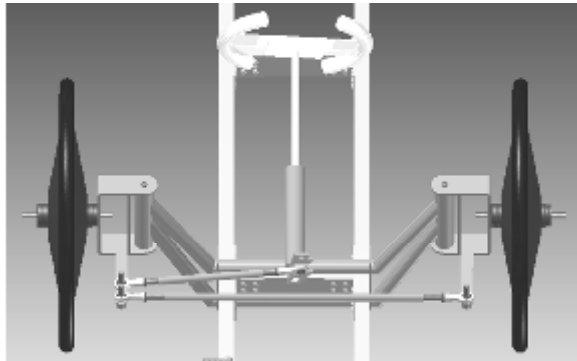


Gambar 4. Desain Mobil Listrik Semut Abang

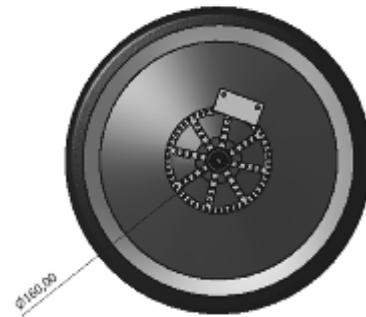


Gambar 5. Sistem Transmisi dan Kemudi

Sistem pengereman menggunakan sistem rem cakram. Hal ini diputuskan dengan pertimbangan beban torsi yang tidak terlalu besar.



Gambar 6. Desain Sistem Kemudi



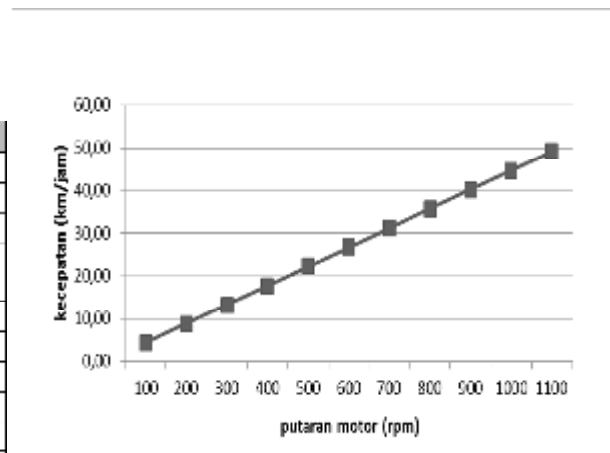
Gambar 7. Desain Rem Cakram

### Kecepatan Teoritis Mobil

Penggerak utama mobil listrik adalah motor listrik tipe BLDC daya 800 watts 48 volt dengan putaran maksimum 1100 rpm. Dari hasil perhitungan, kecepatan teoritis mobil ( V ) dapat diketahui dari putaran motor listrik (  $n_p$  ) dan putaran gear antara (  $n_g$  ).

Tabel 1. Hubungan Putaran Dengan Kecepatan Mobil

$n_p$ (rpm)	$n_g$ (rpm)	V (km/jam)
100	38,89	4,46
200	77,78	8,92
300	116,67	13,39
400	155,56	17,85
500	194,44	22,31
600	233,33	26,77
700	272,22	31,23
800	311,11	35,70
900	350,00	40,16
1000	388,89	44,62
1100	427,78	49,08



Gambar 8. Grafik Putaran vs Kecepatan

### Analisa Pengereman

Gaya resultan yang dibutuhkan untuk pengereman ( $F_{res}$ ) dengan berbagai tingkat elevasi jalan dapat dihitung.

$$F_{res} = F_b + f_r \cdot W \cdot \cos\theta_s + R_a \pm W\sin\theta_s + R_t$$

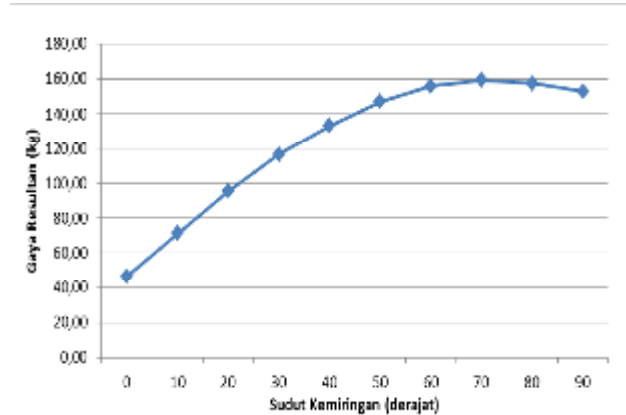
dimana:

- $f_r$  = Koefisien dari hambatan = 0,3
- $W$  = Berat kendaraan = 152 kg
- $\theta_s$  = sudut tanjakan
- $R_a$  = Hambatan aerodinamik = 0,3
- $R_t$  = Hambatan transmisi = 0,45

Untuk mengetahui gaya resultan dengan beberapa tahanan, maka dibawah ini di buat variasi sudut tahanan terhadap gaya resultan sebagai berikut.

Tabel 2. Variasi Sudut Tahanan Terhadap Gaya Resultan

Sudut Kemiringan ( $\theta$ )	cos ( $\theta$ )	sin ( $\theta$ )	Fres (kg)
0	1	0	46,38
10	0,98	0,17	71,31
20	0,94	0,34	95,32
30	0,87	0,5	116,45
40	0,77	0,64	133,17
50	0,64	0,77	147,00
60	0,5	0,87	155,82
70	0,34	0,94	159,16
80	0,17	0,98	157,49
90	0	1	152,78



Grafik 9. Sudut Tahanan Dengan Gaya Resultan

**Analisa Kemudi**

Pada analisa ini perhitungan yang dicari adalah radius belok untuk mobil listrik yang dibuat dengan rumus.

$$R = \frac{L}{\delta} 57,29$$

dimana

L = panjang *wheel base* = 1,540 m

$\delta$  = belokan roda = 25°

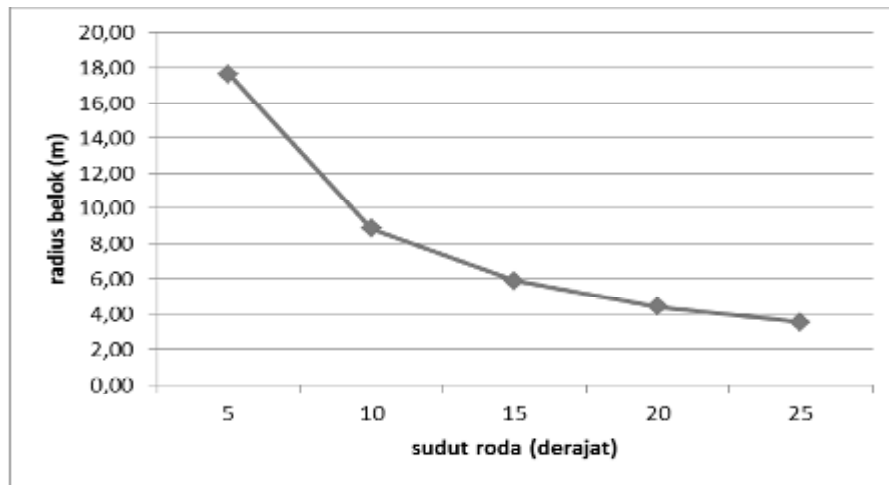
$$R = \frac{1,540}{25^\circ} \times 57,29$$

$$R = 3,53 \text{ m}$$

Tabel 3. Variasi Belokan Roda Terhadap Radius Belok

Belokan Roda (derajat)	Radius belok (m)
5	17,65
10	8,82
15	5,88
20	4,41
25	3,53

Tabel di atas adalah tabel variasi belokan roda terhadap radius belok yang terjadi dimana belokan minimal yaitu 5° dan belokan maksimum yaitu 25°.



Grafik 10. Sudut Belokan Roda Depan Terhadap Radius Belok

## KESIMPULAN

Sistem transmisi *sprocket chain* dapat mentransmisikan daya dan putaran ke poros penggerak dengan baik. Torsi maksimum yang diterima ban belakang 1,792 kgm, dengan kecepatan maksimum 50 km/jam. Untuk sistem kemudi, radius belok minimal 3,53 meter pada saat sudut belokan roda 2<sup>0</sup>, semakin kecil sudut belokan semakin panjang radius yang dapat ditempuh. Radius belok maksimal sebesar 17,65 m pada sudut belok roda 5<sup>0</sup>. Sedangkan untuk sistem pengereman, pada jalan datar atau elevasi 0<sup>0</sup> gaya pengereman yang dibutuhkan sebesar 46,38 Newton.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Douzi Imran Khan, Seppo Virtanen, and A.K Verma. (2012), *Automotive Transmission System Design Based on Reliability Parameters*, Journal of Reliability and Statistical Studies; ISSN (Print): 0974-8024, (Online):2229-5666, Vol. 5.
- [2] Dwi Mugi Prasetyoso, Agung Prijo Budijono. (2013). *Rancang Bangun Sistem Transmisi Sprocket Chain* Pada Mobil Listrik Ganesa, Jurnal Rekayasa Mesin, Vol 1, No. 01.
- [3] Faizal Arya Samman & Amsiah, (2013). *Analisis Converter DC/DC Tipe Boost untuk Aplikasi Mobil Listrik*, Proceeding Group Teknik Elektro Unhas, ISBN 878-878-127255-0-6
- [4] IEMC, (2013). *Regulasi Teknis dan Non Teknis*, Jurusan Teknik Mesin – ITS
- [5] Mahardika, A. P. (2011). *Introducing Autodesk Inventor*, Retrieved February 2013, from isometriview <http://isometriview.wordpress.com/2011/12/08/introducing-to-autodesk-inventor>.
- [6] M.M Tehrani, et al, (2011). *Design of Anti-Lock Regenerative Braking Sistem for a Series Hibryd Electric Vehicle*, International Journal Automotive Engineering, Vol 1, Number 2, June 2011.
- [7] Pinem, Mhd. Daud,(2010). *Analisis Struktur dengan Metode Elemen Hingga (Finite Element Method)*, Bandung : Rekayasa Sains.

- [8] Saddam Jahidin, Jauhar Manfaat, (2013). *Rancang Bangun 3D Konstruksi Kapal Berbasis Autodesk Inventor untuk Menganalisa Berat Konstruksi*, Jurnal Teknik Pomits, Vol 2, No 1, ISSN ; 2337-3539 (2301-9271 Print).
- [9] V. Chengal Reddy, M. Gunasekhar Reddy, G. Harinath Gowd. (2013), *Modeling And Analysis of FSAE Car Disc Brake Using FEM*, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering , ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 3, Issue 9, September 2013)
- [10] Waguespack, Curtis. (2013). *Mastering Autodesk Inventor 2013 and Autodesk Inventor LT 2013*, Sybex.