

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN KENDARAAN *MINI KART* BERTENAGA LISTRIK

Ricky

Jurusan Teknik Mesin Program Otomotif Universitas Kristen Petra
Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658
E-mail : ricky.24409209@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini, kendaraan bermotor bakar banyak digunakan oleh sebagian besar orang. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan, alat transportasi motor bakar mulai ditinggalkan karena memiliki kelemahan, seperti menimbulkan polusi atau pencemaran udara yang tinggi serta merusak atmosfer. Oleh karena itu, dalam menghemat bahan bakar minyak dan menghindari akibat penggunaan kendaraan bermotor bakar yang dapat merusak lingkungan, maka teknologi motor listrik dapat dijadikan acuan yang cukup baik sebagai energi substitusi. Salah satunya adalah dengan membuat kendaraan *mini kart* yang menggunakan motor listrik yang terbebas dari emisi gas buang. Metode pengujian yang dilakukan adalah pengujian lapangan. Pengujian lapangan tersebut dilakukan dengan menjalankan kendaraan *mini kart* untuk menguji kecepatan, sistem pengisian, dan jarak tempuh dari kendaraan, yang memiliki spesifikasi motor listrik 36 V DC, kontroler, *accu* berjumlah 6 buah, beserta sistem pengisian 36 V DC. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa kecepatan maksimum sebesar 20 km/jam dan jarak yang dapat ditempuh sekitar 30 km. Perencanaan dan pembuatan ini memiliki keterbatasan dari segi biaya yang relatif mahal.

Kata kunci: Motor bakar, motor listrik, mini kart, gas buang.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, alat transportasi telah menjadi kebutuhan bagi setiap orang untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Seiring dengan perkembangan jaman, alat transportasi telah berkembang pesat, mulai dari kendaraan yang bertenaga hewan, kendaraan bermotor (*Internal Combustion Engine Vehicle*) hingga kendaraan berpenggerak listrik.

Saat ini, kendaraan bermotor bakar banyak digunakan oleh sebagian besar orang. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan, alat transportasi motor bakar mulai ditinggalkan karena memiliki kelemahan, seperti menimbulkan polusi atau pencemaran udara yang tinggi serta merusak atmosfer.

Oleh karena itu, untuk menghemat bahan bakar minyak serta menghindari akibat penggunaan kendaraan bermotor bakar yang dapat merusak lingkungan, maka dapat digunakan teknologi *hybrid*, yang merupakan gabungan dari motor bakar dan motor listrik. Namun, teknologi *hybrid* juga memiliki kelemahan yaitu masih menggunakan bahan bakar minyak yang dapat menimbulkan polusi. Selain itu, adanya program pemerintah Indonesia mengenai penghematan bahan bakar dengan membatasi penggunaan premium juga berdampak dalam pencemaran polusi, karena premium merupakan hasil dari bahan bakar minyak yang dapat menimbulkan polusi.

Berdasarkan hal tersebut, teknologi motor listrik dapat dijadikan acuan yang cukup baik sebagai energi substitusi. Teknologi motor listrik memiliki beberapa keunggulan, yaitu tidak bising, memiliki efisiensi konversi energi yang tinggi, serta mengurangi polusi karena motor listrik tidak menggunakan bahan bakar minyak.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, penulis

memiliki ide untuk merencanakan dan membuat kendaraan listrik *mini kart*. Kendaraan listrik *mini kart* layaknya kendaraan bermotor bakar, yang memiliki spesifikasi menggunakan empat roda, memiliki sistem pengereman, kecepatan maksimal berkisar 15 km/jam-20 km/jam dengan jarak tempuh maksimal berkisar antara 10 km- 20 km serta memiliki sistem kemudi, sehingga dapat bermanfaat sebagai sarana transportasi yang memberi kenyamanan dan dapat digunakan sebagai sarana membawa barang untuk perjalanan dekat seperti penggunaan pada daerah wisata dengan beban maksimal 200 kg dengan kapasitas 3 orang, dimana tidak menimbulkan polusi seperti kendaraan bermotor bakar yang menggunakan bahan bakar minyak, karena kendaraan *mini kart* listrik menggunakan motor listrik yang bebas dari emisi gas buang.

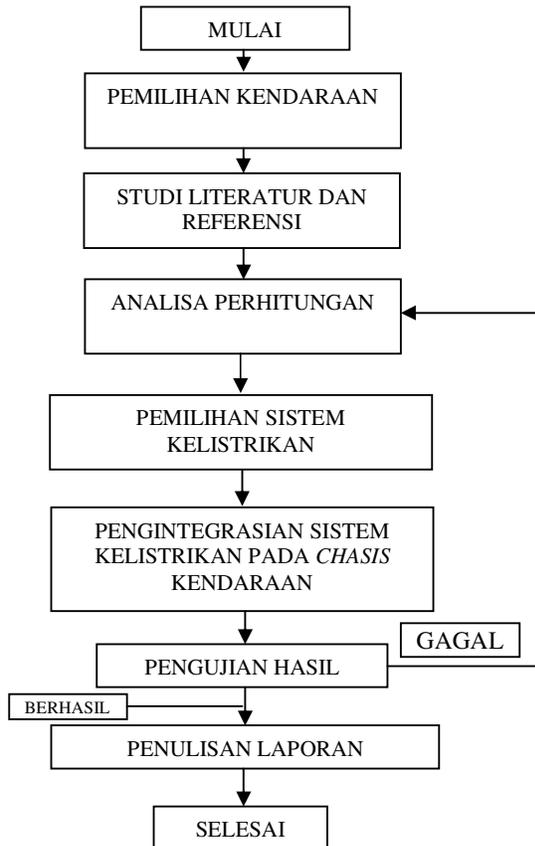
METODOLOGI PERENCANAAN

Dalam perencanaan tugas akhir ini dilakukan modifikasi pada kendaraan *mini kart* bertenaga listrik dengan melakukan konversi yang berbasis motor bakar atau *Internal Combustion Engine* menjadi kendaraan *mini kart* berbasis motor listrik. Pada bagian struktur rangka mengalami proses modifikasi untuk pengintegrasian komponen kelistrikan seperti *accu* dan motor listrik beserta sistem penggerakannya.

Pada perencanaan kendaraan *mini kart* ini menggunakan sistem percepatan tunggal dimana sistem gerak mekanik disalurkan dari motor listrik langsung menuju gardan dan terakhir menuju ke roda kendaraan *mini kart*. Pada proses pengerjaan kendaraan *mini kart* karena keterbatasan waktu dan dana digunakan komponen sparepart kelistrikan bekas yang tersedia di pasaran, serta digunakan kerangka kendaraan yang telah tersedia, yang dimodifikasi sehingga komponen

kelistrikan dan komponen mekanik gardan dapat terintegrasi dan kendaraan *mini kart* dapat digerakkan oleh motor listrik.

Kendaraan *mini kart* ini dikonsepsikan untuk penggunaan transportasi publik jarak dekat seperti pada daerah wisata, dan juga dapat digunakan sebagai sarana transportasi pada lingkungan kampus seperti dari tempat parkir menuju gedung perkuliahan.



Gambar 1. Flowchart metodologi perencanaan

Dari *flow chart* tersebut maka prosedur perencanaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Memilih kendaraan yang akan dikonversi menjadi kendaraan *mini kart* bertenaga listrik, layaknya kendaraan bermotor bakar yang memiliki kriteria kendaraan beroda empat, memiliki sistem pengereman, serta memiliki sistem kemudi.
2. Mencari data perencanaan yang dibutuhkan dengan studi literatur dan sumber referensi beserta pengukuran langsung di lapangan.
3. Analisa perhitungan daya dan torsi untuk menggerakkan kendaraan dari sumber energi baterai hingga ke roda kendaraan, berdasarkan beban maksimal kendaraan *mini kart*
4. Menentukan sistem kelistrikan yang di butuhkan seperti motor listrik, kontroler, sistem pengisian dan baterai sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dan ketersediaan di pasaran.

5. Memasang sistem kelistrikan pada *chasis* kendaraan berikut dengan sistem mekanik lainnya.
6. Pengujian di lapangan dengan menjalankan kendaraan uji kecepatan, sistem pengisian, dan uji daya jelajah dari kendaraan sebagai kriteria spesifikasi yang diinginkan.
7. Jika gagal, dilakukan lagi pengulangan pada analisa perhitungan daya dan torsi kendaraan.
8. Jika berhasil dilanjutkan penulisan laporan dan persiapan sidang tugas akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengujian Kendaraan *Mini Kart*

<i>Mini Kart</i>			
Pengujian	Dijagrak	Dengan satu penumpang	Dengan tiga penumpang
Arus	20 A	25 A	30 A
Neraca Pegas	-	5 kg	10 kg
Torsi	-	22, 86 Nm	45,72 Nm
Daya	-	519,21 watt	1038,42 watt
Daya listrik	-	900 watt	1080 watt
Kecepatan rata-rata	-	15 km/jam	15 km/jam
Waktu Penggunaan	-	2,5 jam	2 jam
Jarak Tempuh	-	37,5 km	30 km

Pengujian torsi dilakukan dengan menggunakan neraca pegas yang ditarik secara tegak lurus dengan sumbu putar roda kendaraan *mini kart* hingga awal mulai bergerak. Pembacaan yang di dapat dari neraca pegas untuk berat kendaraan dengan 1 (satu) penumpang dengan berat 70kg dihasilkan pembacaan sebesar 5 kg kemudian dikalikan dengan percepatan gravitasi menjadi 50 N, selanjutnya dengan 3 (tiga) orang penumpang dengan berat masing-masing sebesar 51 kg, 78 kg, 72 kg pembacaan yang didapat dari neraca pegas tersebut sebesar 10 kg. Pembacaan sebesar 10 kg tersebut akan dikalikan dengan percepatan gravitasi sehingga menjadi sebesar 100 N, yang kemudian dari pembacaan neraca pegas tersebut didapatkan Torsi sebesar 22, 86 Nm (satu penumpang) dan 45,72 Nm (tiga penumpang).



Gambar 2. Pembacaan neraca pegas

Pengujian arus dilakukan dengan menggunakan tang amper pada posisi *mini kart* di jagrak, kemudian tang amper dipasang pada kabel positif accu dan pedal *throttle* ditekan sehingga menghasilkan arus sebesar 16 Ampere dengan pedal *throttle* yang ditekan secara perlahan. Namun, jika pedal *throttle* ditekan secara mendadak, maka arus yang dihasilkan sebesar 20 Ampere. Apabila dengan satu penumpang dihasilkan sebesar 25 Ampere, sedangkan dengan tambahan beban tiga penumpang yang memiliki berat masing-masing 51 kg, 78 kg, dan 72 kg dapat menghasilkan arus sebesar 25 Ampere (pedal *throttle* ditekan secara perlahan dimana posisi *mini kart* dijalankan). Jika ditekan secara mendadak, dihasilkan arus sebesar 30 Ampere.



Gambar 3. Pengukuran arus dengan tang amper

Daya dihasilkan dari pengujian T (torsi) yang kemudian dikalikan dengan ω (omega). Dari tabel 5.1., didapatkan daya sebesar 519,21 watt (dengan beban satu penumpang) dan 1038,42 watt (dengan beban tiga penumpang).

Daya listrik yang disuplai sebesar 900 watt didapatkan dari hasil perkalian tegangan sebesar 36 V dengan arus sebesar 25 A (satu penumpang). Sedangkan, pengujian dengan tiga penumpang menghasilkan daya listrik sebesar 1080 watt. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa suplai daya listrik memenuhi kebutuhan daya kendaraan *mini kart*.

Pengujian kecepatan dilakukan dengan posisi *mini kart* yang berjalan diiringi dengan kendaraan motor

lain untuk melihat besar kecepatannya. Kecepatan maksimum yang dapat ditempuh sebesar 20 km/jam.



Gambar 4. Accu

Pengisian *accu* dengan merek Trojan ini dilakukan sebanyak satu kali selama 6 jam dengan sumber PLN 220 V AC di mana awal pengisian *charger* menunjukkan arus sebesar 15 A, namun semakin lama arus akan berkurang sehingga menjadi 0 dan menandakan bahwa *accu* sudah terisi dengan kondisi *accu* terhubung secara seri sehingga menghasilkan tegangan sebesar 36 V DC.

Saat pengujian kendaraan dikendarai dengan pengendalian yang bervariasi, sehingga dihasilkan waktu penggunaan lebih dari 2 jam pemakaian. Namun jika pengendalian dengan penggunaan secara terus menerus dihasilkan waktu penggunaan sebesar 1 jam pemakaian dengan jarak yang dapat ditempuh saat pengujian dengan kecepatan 15 km/jam dan pengendalian yang bervariasi (tidak terus menerus berjalan) dengan waktu penggunaan 2 jam pemakaian dengan tiga penumpang, sehingga diperoleh jarak yang ditempuh sebesar 30 km. Apabila dengan satu penumpang dengan waktu penggunaan 2,5 jam diperoleh jarak tempuh sebesar 37,5 km, hal ini dapat dilihat dari rumus sebagai berikut:

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v \times t$$

$$s = 15 \times 2$$

$$s = 30 \text{ km ... (tiga penumpang)}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v \times t$$

$$s = 15 \times 2,5$$

$$s = 37,5 \text{ km ... (satu penumpang)}$$



Gambar 5. Kendaraan *mini kart* dengan sistem kelistrikan

Berat total keseluruhan kendaraan dengan sistem kelistrikan adalah 313 kg yang dihasilkan dari penambahan berat kosong total kendaraan 88 kg dengan:

- Motor listrik dengan gardan : 50 kg
- 6 baterai @ 28 kg : 168 kg
- Dudukan baterai : 5 kg
- Kabel dan kontroler : 2 kg

Dari hasil berat total kendaraan, kemudian ditambahkan dengan beban angkut tiga orang penumpang sebesar 51 kg, 78 kg, dan 72 kg, dihasilkan pembacaan dengan neraca pegas sebesar 10 kg. Sehingga dari beban maksimal tersebut didapatkan perhitungan:

- Torsi

$$\begin{aligned} T &= r \times F \\ &= 0,4572 \times 100 \\ &= 45,72 \text{ N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari ketersediaan motor listrik di pasaran didapatkan besarnya kecepatan sudut motor listrik DC 36 V sebesar 2700 rpm dengan rasio gardan sebesar 12,44:1 dapat diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \frac{2700}{12,44} \\ &= 217 \text{ rpm} \end{aligned}$$

- Daya

$$\begin{aligned} P &= T \times \omega \\ &= 45,72 \times 217 \times 2\pi / 60 \\ &= 1038,42 \text{ Watt} \end{aligned}$$

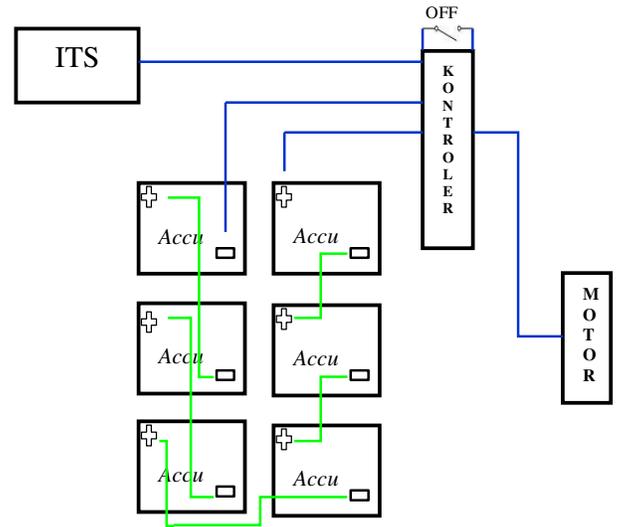
Dari perhitungan tersebut, didapatkan kebutuhan motor listrik untuk kendaraan *mini kart* sebesar 1038,42 watt. Dari spesifikasi sistem kelistrikan yang ada di pasaran dihasilkan perhitungan:

- Daya listrik

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 36 \times 37 \\ &= 1332 \text{ watt} \end{aligned}$$

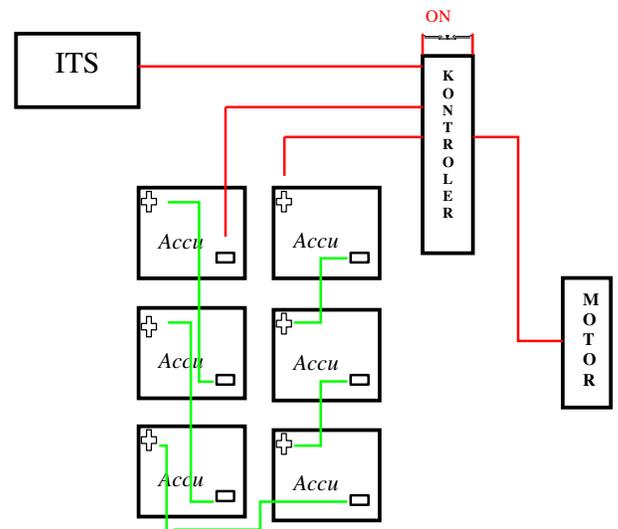
Dari perhitungan daya listrik diatas didapatkan bahwa suplai daya listrik sebesar 1332 watt dapat

mencukupi kebutuhan daya dari kendaraan *mini kart* sebesar 1038,42 watt.



Gambar 6. Skema Kelistrikan posisi OFF

Pada *wiring* diagram diatas merupakan rangkaian sistem kelistrikan dari kendaraan *mini kart* bertenaga listrik dengan posisi kontroler OFF dimana sistem kelistrikan tidak berjalan yang ditunjukkan dengan garis berwarna biru, dapat dilihat dari *wiring* diagram tersebut enam buah baterai disusun secara seri yang ditunjukkan dengan garis berwarna hijau kemudian terhubung menuju kontroler, ITS (*Inductive Throttle Sensor*) berfungsi sebagai pedal *throttle* terhubung menuju kontroler, dan terakhir kontroler akan menuju motor listrik.



Gambar 7. Skema Kelistrikan posisi ON

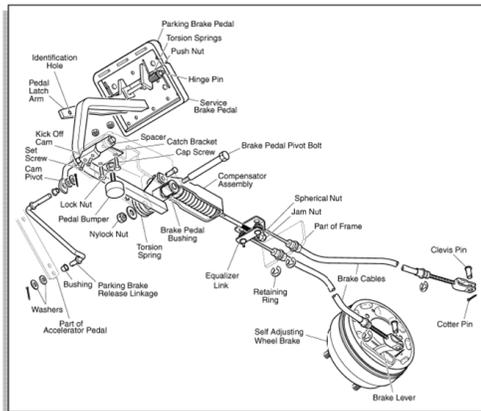
Sedangkan pada *wiring* diagram diatas ini menunjukkan rangkaian sistem kelistrikan dari kendaraan *mini kart* bertenaga listrik dengan posisi kontroler ON dimana sistem kelistrikan berjalan yang

ditunjukkan dengan garis berwarna merah. Enam buah baterai yang disusun secara seri yang ditunjukkan dengan garis berwarna hijau terhubung menuju kontroler, kemudian ITS yang berfungsi sebagai pedal throttle ditekan akan mengirimkan sinyal berupa tegangan listrik menuju kontroler dimana sinyal tegangan listrik tersebut sebagai inputan kontroler untuk mengirimkan arus dari enam buah aki secara seri menuju motor listrik, sehingga motor listrik dapat bergerak.



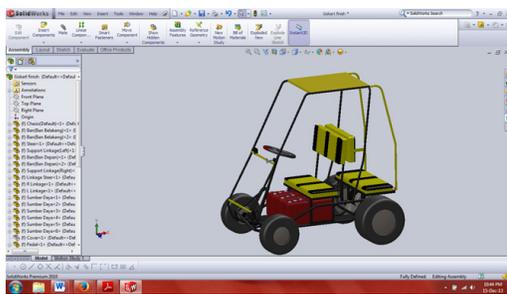
Gambar 8. Sistem kemudi kendaraan mini kart

Sistem kemudi berfungsi mengendalikan arah laju mobil dengan merubah arah roda depan kendaraan. Pada mini kart ini digunakan sistem kemudi konvensional.



Gambar 9. Rem mekanik

Pada kendaraan *mini kart* ini, digunakan sistem rem drum secara mekanik di mana *brake shoes* akan memberi tekanan yang menghasilkan gesekan pada drum dengan gaya tarik yang dihasilkan oleh kawat mekanik yang dihubungkan dengan pedal rem.



Gambar 10. Kerangka kendaraan mini kart

Kerangka pada kendaraan *mini kart* ini tersusun dari rangkaian struktur berbahan baja ST 37 yang berbentuk

pipa. Berikut ini adalah spesifikasi dari perencanaan dan pembuatan kendaraan *mini kart* bertenaga listrik, diantaranya adalah:

- Jarak terendah : 12 cm
- Jarak tertinggi : 16 cm
- Panjang sumbu : 126 cm
- Panjang kendaraan : 173,5 cm
- Lebar kendaraan : 120,5 cm
- Tinggi kendaraan : 154 cm

KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan untuk mencapai hasil yang dituju seperti perancangan hasil perencanaan, analisa perancangan, hingga hasil percobaan di lapangan, dimana dengan komponen motor listrik, mekanik (gardan), dan baterai (*accu*) memiliki efisiensi masing-masing sebesar 90%, 98%, dan 80% sehingga dihasilkan efisiensi total sebesar 70,6% maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Torsi yang dibutuhkan untuk kendaraan agar dapat mulai bergerak adalah minimum sebesar 45,72 N·m.
- Daya yang dibutuhkan kendaraan sebesar 1038,42 Watt (N·m/s).
- Daya listrik yang disuplai oleh *accu* sebesar 1332 Watt.
- Kecepatan maksimum yang dapat ditempuh sebesar 20 km/jam.
- Jarak yang dapat ditempuh kurang lebih sekitar 30 km.
- Waktu penggunaan kendaraan lebih dari 2 jam.
- Baterai / *accu* 6 Volt berjumlah 6 buah yang disusun seri menghasilkan tegangan sebesar 36 volt dengan kapasitas 37 A.
- Pengisian baterai / *accu* kurang lebih sekitar 6 jam.

Dari kesimpulan yang telah diperoleh, menunjukkan bahwa tujuan dari tugas akhir perencanaan dan pembuatan kendaraan *mini kart* bertenaga listrik ini telah berhasil.

DAFTAR PUSTAKA

1. "Mobil Listrik. "Wikipedia, The Free Encyclopedia. 12 Juli 2013. Wikipedia Foundation. 12 September 2013. <http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil_listrik>
2. "Comparison of Gear Efficiencies-Spur, Helical, Bevel, Worm, Hypoid, Cycloid. "Meadinfo. 23 Oktober 2012. MEADinfo. 12 September 2013. <<http://www.meadinfo.org/2008/11/gear-efficiency-spur-helical-bevel-worm.html>>
3. "Mobil Listrik Karya Mahasiswa ITS. "Kacamata Artikel. Juli 2013. Blog Network. 12 September 2013. <<http://kacamata-artikel.blogspot.com/2013/07/mobil-listrik-karya-mahasiswa-its.html>>

4. "Sel Volta dalam Kehidupan Sehari-hari. "*Media Belajar Online*. September 2011. Galih Utomo. 12 September 2013. <<http://mediabelajaronline.blogspot.com/2011/09/sel-volta-dalam-kehidupan-sehari-hari.html>>
5. "Kabel Listrik. "*Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 1 November 2011. Wikipedia Foundation. 12 September 2013. <http://id.wikipedia.org/wiki/Kabel_listrik>
6. "Motor Listrik. "*Elektronika Dasar*. 3 Juli 2012. Agus Purnama. 12 September 2013. <<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-listrik/>>
7. "Apakah Clamp Meter atau Tang Ampere itu? "*Meter Digital*. 16 November 2011. Chris. 12 September 2013. <<http://www.meterdigital.com/content/apakah-clamp-meter-atau-tang-ampere-itu/>>
8. "Sistem Kemudi pada Mobil. "*Akukha*. 14 Juni 2010. Akukha. 15 September 2013. <<http://akukha.blogspot.com/2010/06/sistem-kemudi-pada-mobil.html>>
9. "Fungsi Gardan, Poros Propeler, As Roda, dan Roda. "*Dunia Otomotif Mobil*. April 2013. Widy Anata. 15 September 2013. <<http://dunia-otomotif-mobil.blogspot.com/2013/04/fungsi-gardan-poros-propeler-as-roda.html>>
10. "Tips mengatasi gardan mobil supaya tidak cepat rusak. "*Cerita Anyar*. 24 November 2011. Elvin Almsyah. 15 September 2013. <<http://skrtu.blogspot.com/2011/11/tips-mengatasi-gardan-mobil-supaya.html>>
11. "Rem. "*Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 1 Agustus 2013. Wikipedia Foundation. 12 September 2013. <<http://id.wikipedia.org/wiki/Rem>>
12. "Cara merawat dan memperbaiki rem Tromol (Drum). "*Remaja Pilih*. 20 September 2011. Pintar remaja. 15 September 2013. <<http://remajapilih.blogspot.com/2011/09/merawat-dan-memperbaiki-rem-tromol-drum.html>>
13. "Pengertian dan Contoh Momen Gaya (Torsi). "*Budisma*. 11 Januari 2012. Budisma. 15 September 2013. <<http://budisma.web.id/pengertian-momen-gaya-torsi/>>
14. "Daya Listrik. "*Wikipedia, The Free Encyclopedia*. 22 Agustus 2013. Wikipedia Foundation. 12 September 2013. <http://id.wikipedia.org/wiki/Daya_listrik>
15. "Persamaan Gerak Rotasi. "*My Physics Blog*. 28 Agustus 2010. Dina Christy. 15 September 2013. <<http://dinachristy.wordpress.com/2010/08/28/>>
16. "Hubungan antara Daya, Torsi, RPM. "*Maruza*. 20 Februari 2012. Heru Maruza. 15 September 2013. <<http://maruzar.blogspot.com/2012/02/hubungan-antara-daya-torsi-rpm.html>>
17. "Daya. "*Belajar Elektro*. 5 Januari 2011. Sayudha Lukita Wibisana. 15 September 2013. <<http://learnelectro.wordpress.com/tag/ru-mus-daya/>>
18. "Motor Listrik. "*Dunia Listrik*. Desember 2008. Hanif Guntoro. 15 September 2013. <<http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/12/motor-listrik.html>>
19. "DC Electric Motor. "*Study Villa*. 15 September 2013. <<http://studyvilla.com/dcmotor.aspx>>
20. "Trojan Battery Company." <<http://www.trojanbattery.com/product/t-105/>>
21. "Dasar-dasar Solidworks. "*Autodesk*. 21 Maret 2011. Genji. 15 September 2013. <<http://jasagambarautocad2d3d.blogspot.com>>