

UJI EKSPERIMENTAL KINERJA MOBIL LISTRIK

Purnomo, Sigit J.^{1*}, Pratama, Bangkit H.², Hakim, Lukman N.³, Nurofik⁴, Pambudi, Setya⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jalan Kapten Suparman 39 Magelang 56116
*Email: sigitjoko@untidar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan kinerja optimum mobil listrik yang diperoleh dari pengoperasian yang sesuai standar berkendara. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat membuat mobil listrik yang dapat diikutsertakan dalam kompetisi mobil listrik nasional.

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah dengan tahap perancangan desain, tahap perakitan komponen, tahap pencetakan bodi, tahap pengujian mobil, dan tahap analisis data. Penelitian mobil listrik dilakukan di dalam laboratorium dan dilakukan di jalan perkotaan di wilayah Kota Magelang, Jawa Tengah. Dalam pengujian di dalam laboratorium, dilakukan pada 3 (tiga) variabel tekanan pedal 100%, 75%, dan 50%.

Dari penelitian ini, diperoleh kecepatan optimum untuk 3 (tiga) posisi tekanan pedal adalah 35,61 km/jam dan efisiensi tegangan baterai yang digunakan sampai dengan 0,98%.

Kata kunci: energi, bahan bakar, mobil listrik

1. PENDAHULUAN

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) tahun 2000 sampai dengan 2014 total konsumsi meningkat menjadi 315 juta setara barel minyak (SBM), seiring dengan membaiknya pertumbuhan ekonomi di Indonesia, data ini disajikan dalam *Outlook Energy* Indonesia 2016 oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Pola konsumsi BBM di Indonesia yang meningkat setiap tahun merupakan salah satu akibat dari kebiasaan masyarakat Indonesia yang tingkat konsumtif pembelian kendaraan bermotor yang meningkat. Sesuai data dari Badan Pusat Statistik, www.bps.go.id tentang jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, menyebutkan bahwa data pada tahun 2013; mobil penumpang 11.484.514 unit; bis 2.286.309 unit; truk 5615 494 unit; sepeda motor 84.732652 unit; dan jumlah keseluruhan adalah 104.118.969 unit.

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor, akan menyebabkan krisis energi. Kejadian ini juga akan menyebabkan timbulnya dampak yang tidak baik seperti polusi udara. Dalam perkembangannya, teknologi kendaraan bermotor telah menempatkan mobil listrik menjadi salah satu solusi dalam mengantisipasi timbulnya dampak dari krisis energi. Dengan menggunakan mobil listrik, tentunya juga akan dapat menciptakan teknologi yang ramah lingkungan karena polusi udara akan dapat dikurangi.

Mengacu pada cetak biru Pengembangan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, ketahanan dan kemandirian energi harus ditingkatkan dengan menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK = CO₂) serta meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan. Presiden Republik Indonesia pada forum G-20 di Pittsburgh, USA tahun 2009 dan pada COP 15 di Copenhagen menyampaikan bahwa Indonesia dapat menurunkan emisi GRK sebesar 26% sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) dan bahkan bisa mencapai sebesar 41% dengan bantuan negara maju hingga tahun 2020. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah mengurangi pemakaian BBM untuk transportasi dan menggantikannya dengan energi listrik.

Mobil listrik yaitu mobil yang digerakkan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Penggunaan mobil listrik sangat efektif selain tidak menimbulkan polusi udara dan ramah lingkungan. Dalam penggunaan mobil listrik tentunya membutuhkan sebuah rangka *chassis* yang berfungsi sebagai penopang semua beban yang ada pada kendaraan, untuk sebuah konstruksi rangka *chassis* itu sendiri harus memiliki kekuatan, ringan dan mempunyai nilai kelenturan.

Rangka merupakan salah satu bagian penting pada mobil yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Semua beban dalam kendaraan

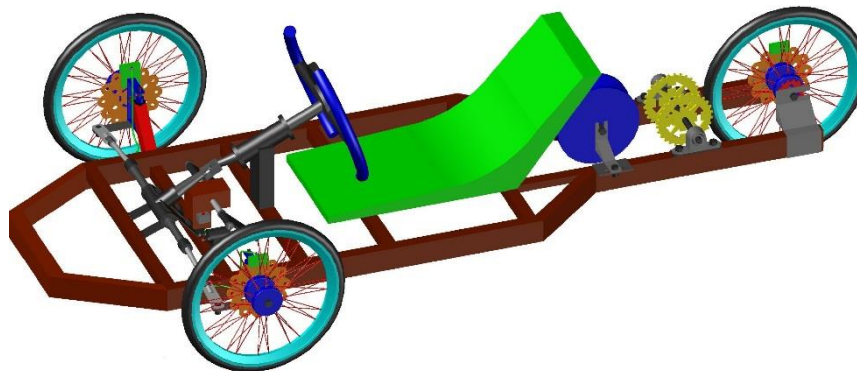
baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan kenyamanan semuanya diletakan di atas rangka. Oleh karena itu setiap konstruksi rangka harus mampu untuk menahan semua beban dari kendaraan. Sedangkan untuk *chassis* adalah merupakan satu bagian dari kendaraan, atau dengan kata lain adalah bagian yang tinggal bila bodi mobil dilepaskan keseluruhannya. *Chassis* itu sendiri terdiri dari rangka, mesin, pemindah tenaga, sistem kemudi, sistem suspensi, sistem rem dan kelengkapan lainnya.

Penelitian tentang *chassis* dan sistem pemindah tenaga telah dilakukan oleh Chih-Hsien Yu, etc, 2012., yang melakukan studi tentang sistem pemindah tenaga untuk mobil listrik yang menggunakan sumbu 4 *Wheel Drive* (WD). Penelitian yang dilakukan memfokuskan pada perancangan sistem pemindah tenaga, tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah bagaimana memperoleh peningkatan efisiensi energi mobil listrik selama digunakan di jalan raya.

Wibisono, H.G., Yadi, M., 2013., melakukan penelitian yang dimulai dengan membuat perancangan desain rangka mobil listrik. Desain rangka yang digunakan adalah rangkai tipe *ladder frame*, karena rangka ini dianggap merupakan salah satu tipe rangka yang sederhana namun memiliki kekuatan untuk menopang beban. Metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan identifikasi pemilihan bahan, observasi, pembuatan desain, dan perakitan rangka.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan memulai pembuatan desain rangka, bodi, *chassis* mobil listrik. Dari rancangan desain yang dilakukan, dipersiapkan komponen-komponen pendukung dalam proses melakukan perakitan mobil listrik. Sistem kemudi, rem, pemindah daya, dan sistem roda merupakan komponen yang harus dirakit pada rangka mobil listrik, detail dari desain seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain rancangan mobil listrik

Setelah dilakukan perakitan, selanjutnya proses pengujian jalan mobil listrik dilakukan untuk memastikan bahwa komponen *chassis* dan rangka mobil telah berfungsi sesuai dengan benar. Pengujian ini dilakukan di lapangan olah raga Universitas Tidar, ditunjukkan pada Gambar 2. Dalam proses pengujian, fungsi kemudi, rem, pemindah daya dipastikan fungsi dan kerja komponen tersebut.

Komponen penggerak menggunakan *Brush Less Direct Current* (BLDC) dilengkapi dengan *controller* yang akan mengendalikan instalasi kelistrikannya. Sistem pemindah daya menggunakan 4 (empat) *sproket* yang dipasang secara bertingkat untuk menghasilkan nilai putaran yang optimal. Mekanisme kemudi menggunakan sistem reduksi, sehingga mampi menghasilkan gerakan kemudi yang ringan.

Komponen rem yang digunakan adalah sistem *disk brake* untuk 3 (tiga) roda dengan memanfaatkan sistem fluida. Dengan penggunaan sistem ini, diharapkan kerja pengereman menjadi lebih optimal terutama untuk kondisi jalan perkotaan yang sering terjadi kondisi *stop and run*, serta menjaga kerja rem yang optimal untuk kondisi jalan tanjakan dan turunan.



Gambar 2. Pengujian jalan komponen mobil listrik

Proses berikutnya adalah pembuatan cetakan bodi mobil listrik, cetakan dibuat dengan bahan dasar tanah liat dan multiplek, seperti pada Gambar 3. Tahap ini dilakukan secara konvensional, dengan berdasarkan pada rancangan desain bodi, dimensi, dan metode cetakan yang dibuat sehingga dapat diperoleh hasil cetakan yang sesuai dengan desain yang kami inginkan.



Gambar 3. Cetakan bodi mobil listrik

Gambar 4 menunjukkan proses pembuatan bodi menjadi tahap yang dilakukan setelah membuat cetakan. Fiberglass menjadi pilihan untuk menjadi material pembuat bodi mobil listrik. Dengan bahan-bahan serat *fiber* (mat), resin, pigmen, tepung dilakukan pencampuran untuk menjadi bahan pembuat bodi mobil listrik.



Gambar 4. Pembuatan bodi mobil listrik dengan *fiberglass*

Tahap akhir dari proses produksi mobil listrik adalah proses pengecatan dan *finishing* bodi yang membuat tampilan dekoratif-nya menjadi lebih baik, seperti pada Gambar 5. Setelah selesai proses pengecatan, mobil listrik telah siap dipergunakan berkendara di jalan perkotaan dan digunakan untuk proses pengujian, seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Pekerjaan pengecatan dan finishing bodi



Gambar 6. Mobil listrik Elang UNTIDAR

2.1 Spesifikasi Mobil Listrik

Tabel 1 menjelaskan spesifikasi mobil listrik yang dibuat sesuai dengan kebutuhan penggunaannya.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Mobil Listrik

Komponen		Spesifikasi
Motor		
Tipe Motor		BLDC Hi-Torsi
Daya	W	350
	att	
Putaran	R	450
	pm	
Torsi	N	25-30
	m	
Ampere	A	12-18
	mp	
Kecepatan	K	35-40
	m/jam	
Baterai		
Tipe		SLA
Tegangan	V	12
	olt	

Komponen		Spesifikasi
Kapasitas	A	12
	h	
Bobot	K	4.6
	g	
Dimensi	C	15/10/9.5
(p/l/t)	m	
Jumlah	u	4
Baterai	nit	
Kemudi		
Tipe		<i>Manual Rack and Pinion</i>
Bentuk		Bulat Variasi
Pemindah		
Daya		
Tipe		Rantai dan Reduksi
Rem		
Tipe	D	Disc (fluida)
	epan	
	B	Disc (fluida)
	elakang	
Keselamatan		
<i>Rear Fog Lamp</i>		LED
Klakson		2 tone 72 Watt (110dB)
Eksterior		
<i>Rear Spoiler Outside</i>		<i>Fiberglass</i> Akrilik
<i>Mirror</i>		Variasi
Lampu Depan		Variasi
Interior		
Instrumen		Akrilik, Asesoris
Panel		
Tempat		<i>Fiberglass</i>
Duduk		

2.2 Metode Pengujian

2.2.1 Pengujian Laboratorium

Dalam melakukan pengujian performansi mobil listrik, dilakukan 3 (tiga) tahap pengujian. Tahap pertama, pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Tidar. Tahap ini untuk mengetahui kemampuan dan ketahanan baterai dalam memberikan *supply* ke sistem pemindah daya pada pedal gas tekanan 100%, 75%, dan 50%.

2.2.2. Pengujian Jalan Perkotaan

Tahap kedua adalah pengujian dilakukan di jalan perkotaan (jalan datar), pengujian ini untuk mengetahui kemampuan komponen mobil listrik selama digunakan di jalan perkotaan. Rute perjalanan pengujian adalah dari Aloon-Aloon Kota Magelang menuju Kampus Universitas Tidar, perjalanan ini menempuh jarak 3,55 km.

Dengan dilakukannya pengujian di jalan perkotaan, dengan kondisi berkendara normal, maka akan dapat diketahui kinerja mobil listrik dalam keadaan penggunaan yang normal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini, penulis akan menguraikan hasil dari proses pengujian dan melakukan pembahasan atas hasil pengujian yang telah dilakukan. Analisa data menggunakan aplikasi pengolahan data dan selanjutnya akan disajikan ke dalam tabel dan gambar.

3.1 Hasil Pengujian

Pengujian di dalam laboratorium, dilakukan dengan menetapkan 3 (tiga) variabel tekanan kerja pada pedal akselerator. Pedal akselerator diberikan tekanan penuh (100%), artinya pedal ditekan penuh (kaki pengemudi menekan penuh pedal akselerator. Begitu pula untuk tekanan pedal 75% dan 50% dilakukan dengan perlakuan yang sama.

Pengujian yang dilakukan di jalan perkotaan memberikan kondisi sebenarnya saat pengemudi mengendarai mobil listrik. Pengendaraan yang sebenarnya dapat memberikan kinerja yang optimum pada mobil listrik yang dikendarai di jalan perkotaan. Perjalanan mobil listrik dimulai dari Aloon-Aloon Kota Magelang menuju Kampus Universitas Tidar, sejauh 3,55 km.

3.1.1 Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 2 menjelaskan hasil pengujian kerja mobil listrik yang dilakukan di laboratorium, pada tekanan pedal 100%, Tabel 3 untuk tekanan pedal 75%, dan Tabel 4 untuk posisi tekanan pedal 50%.

Tabel 2. Pengujian Laboratorium, Pedal Tekanan 100%

o.	Tegangan Awal, V_0 (Volt)	Tegangan Akhir, V_1 (Volt)	Waktu, t (detik)
	51,2	51,1	302,54
	51,1	51,0	28,44
	51,0	50,8	394,84
	50,8	50,7	297,28
	50,7	50,6	132,27

Tabel 3. Pengujian Laboratorium, Pedal Tekanan 75%

o.	Tegangan Awal, V_0 (Volt)	Tegangan Akhir, V_1 (Volt)	Waktu, t (detik)
	51,2	51,1	376,02
	51,1	51,0	445,55
	51,0	50,9	547,52
	50,9	50,8	24,55
	50,8	50,7	452,02

Tabel 4. Pengujian Laboratorium, Pedal Tekanan 25%

o.	Tegangan Awal, V_0 (Volt)	Tegangan Akhir, V_1 (Volt)	Waktu, t (detik)
	51,1	51,0	9,71
	51,0	50,9	2224,61
	50,9	50,8	2159,1
	50,8	50,7	5196

3.1.2 Hasil Pengujian Jalan Perkotaan

Tabel 5 menjelaskan kondisi kinerja perjalanan mobil listrik yang dikendarai dari Aloon-Aloon Kota Magelang, Jawa Tengah menuju Kampus Universitas Tidar. Perjalanan mobil listrik dilaksanakan sejauh 3,55 km, yang ditempuh selama 517 detik.

Tabel 5. Pengujian Jalan Perkotaan

o.	Tegangan Awal, V_0 (Volt)	Tegangan Akhir, V_1 (Volt)	Waktu, t (detik)
	52,2	51,2	517

3.2 Pembahasan Hasil Pengujian

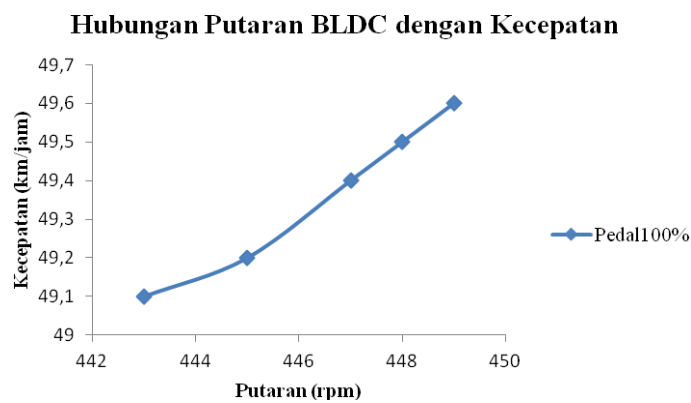
Dari data yang telah diperoleh, dilakukan analisa data untuk melihat kinerja mobil listrik yang sudah digunakan dalam proses penelitian. Dalam pembahasan ini, hubungan antara putaran BLDC dan kecepatan mobil listrik menjadi variabel yang sangat penting dalam hubungannya dengan pengaruh kinerja mobil listrik.

Dalam pembahasan hasil pengujian ini juga dinyatakan bahwa tegangan baterai akan mengalami penurunan yang signifikan pada penggunaan pedal akselerator yang berlebihan tekanannya.

3.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Laboratorium

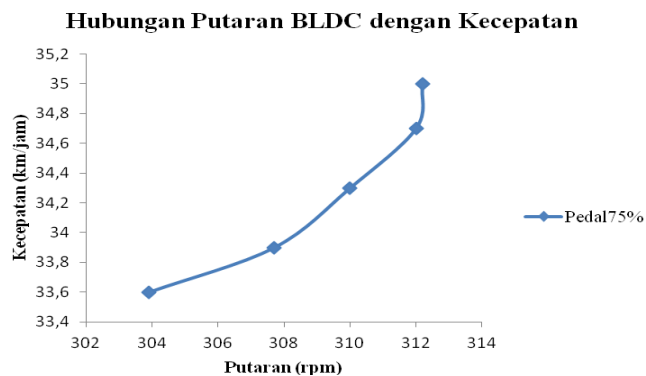
Gambar 7 menjelaskan kinerja mobil listrik pada posisi tekanan pedal akselerator 100% menunjukkan penurunan yang signifikan. Penurunan putaran BLDC membuat putaran juga semakin menurun.

Semakin penuh tekanan pedal akselerasi, maka akan semakin tinggi putaran BLDC yang dihasilkan. Namun kondisi ini akan semakin mempercepat penurunan tegangan baterai.



Gambar 7. Hubungan Putaran BLDC dengan Kecepatan, Pedal 100%

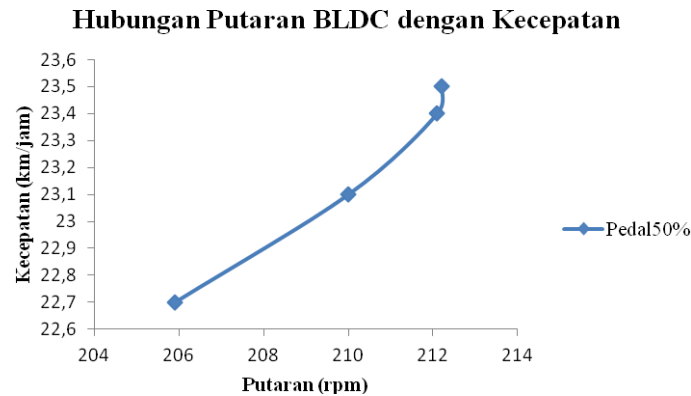
Pada Gambar 8 menunjukkan perubahan nilai putaran dan kecepatan ada penurunan, namun kondisi ini penurunan tidak terlalu linier karena adanya kondisi yang fluktuatif pada display pengukuran tegangan baterai.



Gambar 8. Hubungan Putaran BLDC dengan Kecepatan, Pedal 75%

Pada posisi tekanan pedal akselerator 50%, terjadi kecenderungan penurunan tegangan baterai membutuhkan waktu yang cukup lama. Kondisi ini juga diiringi turunnya kecepatan yang cukup signifikan, sesuai dengan Gambar 9.

Dari Gambar 8 dan Gambar 9 dapat terlihat bahwa kinerja mobil listrik akan sangat dipengaruhi oleh gaya berkendara pengemudi, semakin kecil tekanan pedal akselerasi maka akan membuat kecepatan mobil listrik menjadi semakin rendah. Namun kondisi ini akan membuat baterai menjadi lebih awet selama penggunaannya.



Gambar 9. Hubungan Putaran BLDC dengan Kecepatan, Pedal 50%

3.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Jalan Perkotaan

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan, penulis menyimpulkan:

- (1) Pengujian di laboratorium yang dilakukan pada 3 (tiga) variabel tekanan pedal 100%, 75%, dan 50%, diperoleh kecepatan optimum 35,61 km/jam.
- (2) Efisiensi tegangan baterai yang digunakan sampai dengan 0,98%

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Agus, Lukman, Pambudi, Nurofik, Bangkit, Dwi Ary, Robi, Aryo yang telah memberikan dukungan tenaga dan pikirannya sehingga terwujud mobil listrik yang menjadi produk pertama di Universitas Tidar.

Kami ucapkan terima kasih juga kepada Pimpinan Universitas Tidar, atas dukungan yang diberikan. Sehingga mobil listrik ini dapat selesai dikerjakan dan dapat menjadi kebanggaan Universitas Tidar.

DAFTAR PUSTAKA

- Chih-Hsien Yu, Chyuan-Yow Tseng, Chih-Ming Chang, Study on Power Train of Two Axles Four Wheel Drive Electric Vehicle, ScienceDirect, Energy Procedia 14, page 1528 – 1535, 2012.
- Wibisono, H.G., Yadi, M., Desain Rangka Pada Prototype Mobil Listrik Garnesa, JRM, Volume 01 Nomor 01, hal. 57-62, 2013.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011, Rencana Aksi Nasional Gerakan Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK), 2011.
- Panduan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) VIII, Politeknik Negeri Bandung, Bakorma, 2016.
- <http://www.bps.go.id>, Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, tahun 1997 – 2013, <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1413>, akses 5 Januari 2017.
- BPPT, Indonesia Energy Outlook 2016, Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau, ISBN 978-602-74702-0-0, 2016.