

Performa Kendaraan Konversi Listrik melalui Pengujian Dynotest

Fuad Zainuri ^{1,2*}, Muhammad Hidayat Tullah ^{1,2}, Isnanda Nuriskasari ¹,
Rahmat Subarkah ¹, Widiyatmoko¹, Sonki Prasetya ¹, Iwan Susanto¹,
Belyamin ¹, dan Abdul Azis Abdillah¹

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta 16425, Indonesia

²Center of Automotive (CoA) Politeknik Negeri Jakarta 16425, Indonesia

*Corresponding author: fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id

Artikel info Diterima: 18 Juli 2022 | Disetujui: 28 Agustus 2022 | Tersedia online: 31 Agustus 2022
DOI: 10.32722/jmt.v3i2.4621

Abstrak

Pada penelitian ini dipaparkan tentang konversi yang dilakukan dengan mengubah kendaraan konvensional berbahan bakar bensin dengan listrik. Penggantian dilakukan dengan melepas Engine penggerak dan menggantikannya dengan motor penggerak yang secara otomatis ditambahkan dengan Baterai sebagai sumber energi. Selanjutnya dari hasil konversi tersebut dilakukan pengujian torsi dan rpm melalui Dynotest yaitu suatu metode pengujian performa mesin kendaraan (motor listrik) dengan cara melihat tenaga (power) dan torsi (torque). Torsi adalah kemampuan mesin untuk menggerakkan atau memindahkan kendaraan listrik dari kondisi diam hingga berjalan dan ketika berjalanpun ada variasi antara kecepatan dengan perubahan gigi yang dilakukan. Selain itu juga dengan Dynotest akan diketahui titik tertinggi nilai Torsi pada setiap gigi. Pada pengujian yang dilakukan didapatkan nilai perubahan gigi yang didapat dari gigi-1 kecepatan maks 20 km/jam, gigi-2 kecepatan maks 40 km/jam, gigi-3 kecepatan maks 60 km/jam dan gigi-4 kecepatan maks 80 km/jam. Pada kendaraan listrik ini pengukuran pada Ampere dan voltase dilakukan guna mengamati performa motor dan baterai sebagai komponen utama dan didapatkan nilai lonjakan pada setiap pergantian gigi. Lonjakan tersebut terjadi akibat dari kombinasi pijakan gas, rem dan kopling yang bergantian guna mendapatkan nilai akselerasi yang nyaman

Kata-kata kunci: Kendaraan Listrik, Dynotest, Torsi, Akselerasi.

Abstract

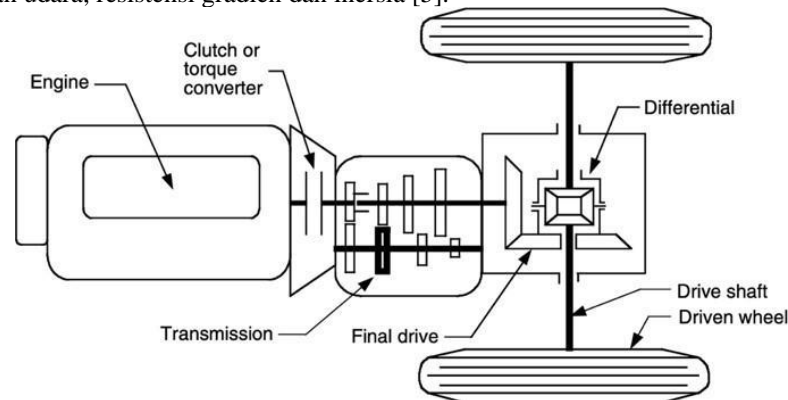
In this research, it was explained about the conversion carried out by changing conventional vehicles fueled by gasoline with electricity. Replacement is carried out by removing the drive Engine and replacing it with a drive motor that is automatically added with batteries as an energy source. Furthermore, from the results of the conversion, torque and rpm testing was carried out through Dynotest, which is a method of testing the performance of vehicle engines (electric motors) by looking at power (power) and torque (torque). Torque is the ability of the engine to move or move an electric vehicle from a stationary state to running and when running there is a variation between speed and the gear change made. In addition, with Dynotest, the highest point of torque value on each gear will be known. In the tests carried out, the value of gear changes obtained from gear-1 max speed 20 km / h, gear-2 max speed 40 km / h, gear-3 max speed 60 km / h and gear-4 max speed 80 km / h. In this electric vehicle, measurements on amperes and voltages are carried out to observe the performance of the motor and battery as the main components and obtain a surge value at each gear change. The surge occurred as a result of a combination of alternating gas, brake and clutch footings to obtain a comfortable accelerant value.

Keywords: Electric Vehicle, Dynotest, Torque, Acceleration



1. PENDAHULUAN

Berdasarkan RUEN (Rencana Umum Energi Nasional) 2020, Indonesia memiliki target untuk mengembangkan 2.200 unit kendaraan listrik/hybrid vehicles roda-4 dan 2.1 juta unit kendaraan listrik /hybrid pada 2025. Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 55 Tahun 2019[1]. “Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan. Dengan beberapa hal pertimbangan diatas maka posisi riset kita melanjutkan konversi kendaraan listrik yang ada dilanjutkan dengan analisa pada transmisi manual agar lebih efektif dengan perilaku pengemudi dan kemampuan kendaraan dalam mengatasi kondisi medan perkotaan. [2]. Dalam pengujian diperoleh rasio roda gigi yang paling cocok untuk transmisi dengan capaian kecepatan tertentu. Kemudian dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai kinerja motor dalam menggerakkan unit dengan variasi kondisi medan yang berubah-ubah[3]. Efisiensi juga tersedia pada komponen transmisi daya kendaraan, yaitu transmisi, poros dan diferensial, namun dalam konversi EV, efisiensi komponen transmisi daya dianggap ideal atau konstan [4]. Persyaratan kinerja kendaraan diketahui dengan menghitung capaian target kecepatan dan hambatan kerja pada kendaraan yang terdiri dari rolling resistance, hambatan udara, resistensi gradien dan inersia [5].



Gambar 1. Diagram Power Train Transmission Gear Ratio[7]

Karakteristik dari suatu motor adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara daya, torsi dan lain lain terhadap putaran motor dengan pembukaan throttle dalam posisi konstan. Sehingga dapat digambarkan hubungan antara gaya traksi (P_t) dengan kecepatan kendaraan untuk beberapa tingkat kecepatan. Besarnya torsi untuk putaran tertentu dapat menggunakan Pers. 1 [8].

$$T = 9549 \frac{N}{n_m} \quad (1)$$

Dimana:

- T adalah Torsi motor (N m)
- N adalah Daya motor (kW)
- n_m adalah putaran motor (rpm)

Dyno test adalah suatu alat ukur untuk mengetahui hasil kekuatan torsi dan horse power, Didalam dunia otomotif yang maju, banyak perusahaan besar yang membuat suatu kendaraan dengan berbagai macam jenis. Dalam kurun waktu yang lama telah menghasilkan peningkatan teknologi yang terpasang disistem kendaraan bermotor, sama halnya dengan mesin. Mesin akan terus berkembang dan akan terus ada peningkatan untuk mempermudah kinerja suatu sistem komponen hingga menghasilkan berbagai aspek yang penting seperti kecepatan, kenyamanan dan hemat yang sempurna. Kecepatan dalam suatu putaran mesin mempunyai daya yang disebut torsi dan hourse power, dari kedua daya tersebut bisa diketahui secara mudah dengan alat ukur dyno test.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan uij dynotest kendaraan listrik konversi melalui pengukuran rpm, torsi dan power dari penggerak utama motor. Pengujian dilakukan dengan kondisi perpindahan gigi yang berbeda-beda, sehingga nilai daya dan torsi yang diperoleh di setiap kondisi perpindahan gigi guna mendapatkan nilai optimal yang diinginkan. Dalam pengujian didapat perpindahan gigi yang tidak mengalami perlambatan kendaraan untuk meningkatkan efisiensi motor pada kendaraan listrik. [8]. Pengembangan riset dan model yang telah dilakukan, dapat dijadikan sebagai acuan dalam melanjutkan penelitian untuk mendapatkan nilai efektif dan efisien

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi bisa disebut seperti suatu energi. Besaran torsi adalah besaran yang biasa digunakan untuk menghitung enegeri yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. [9]

Torsi chasis dyno test model konvensional [9]:

$$T = m \cdot g \cdot r \quad (2)$$

Keterangan :

T = Torsi Benda Putar (N/m) m= Massa Beban (Kg)

r = Jari-jari Lengan Kaliper g= Nilai Gravitasi

Horsepower adalah kemampuan untuk mengusung sebuah beban dalam periode atau rantang waktu tertentu. Penulis menggunakan daya dan juga torsi sebagai variabel utama sebagai bagian dari analisis dan juga hasil penelitiannya. laju usaha yang terjadi karena gaya yang diberikan adalah daya. Apabila gaya melakukan suatu usaha (W), pada suatu satuan waktu (Δt), daya rata-rata karena gaya yang diberikan pada rentan waktu tersebut, dapat dibuat sebagai persamaan :

$$P_{avg} = \frac{W}{\Delta t} \quad (3)$$

Torsi adalah suatu produk hasil dari gaya dan jarak tegak lurus terhadap sumbu putar. Dapat dinyatakan dengan persamaan umum;

$$\tau = r \times F \quad (4)$$

Seperti persamaan diatas, torsi dapat dihitung dengan gaya yang kita dapatkan pada jarak tertentu, dimana pada benda yang berputar, maka jarak yang kita gunakan adalah radius gaya terhadap sumbu putar dari benda tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Tabel 1. Data Spesifikasi kendaraan [11]

No	Item	Nilai	Satuan	B	Performa Kendaraan	
A	Dimensi utama dan berat kendaraan			1	V_{max}	65 km/h
1	Wheel base	2450	mm	2	Kapasitas angkut penumpang (termasuk driver) 4 x @80 kg	320 kg
2	Overall lenght	3600	mm			
3	Overall width	1620	mm			
4	Overall height	1520	mm	3	Kapasitas angkut barang	50 Kg
5	Wheel track front	1420	mm	4	Curb Weight	780 kg
6	Wheel tract rear	1415	mm	5	GVWR	1150 Kg

Berikut adalah beberapa langkah untuk pengumpulan data hasil torsi dan horse power kendaraan konversi. Tahap awal sebelum pengujian torsi dan horse power, dyno test harus di kalibrasi terlebih dahulu dalam kondisi di rem.

Setelah kita memberi tanda pada *multitester* maka kita dapat mengetahui secara cepat berapa besar daya rem mampu menghentikan putaran . Jika sudah dikalibrasi, maka naikan kendaraan konversi ke atas *chasis dyno test* untuk melakujan uji torsi dan *horse power*

Karena cukup banyak perangkat yang dipasang dan harus diintegrasikan, dan tidak boleh ada perangkat yang gagal berfungsi, maka sebelum pengujian secara keseluruhan (sistem) harus dilakukan pengujian secara parsial. Hal ini untuk memastikan bahwa perangkat sudah berfungsi dengan baik sebelum diintegrasikan dengan perangkat lainnya. Setelah dipastikan seluruh perangkat berfungsi dengan baik maka dilakukan uji coba kendaraan konversi listrik dengan melalui rute yang telah ditentukan. Fase integrase, improvement, dan pengujian menjadi fase terpanjang. Bahkan fase ini tanpa batas waktu demi berkembangnya kendaraan konversi

listrik Indonesia. Hasil yang didapat saat ini adalah sebagai modal untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya.

Kecepatan kendaraan saat pengujian ditetapkan maksimal 80 km/jam. Kecepatan ini dapat dijadikan profil untuk kendaraan konversi listrik dengan spesifikasi luas penampang frontal (appx.) 4,16 m², hambatan aerodinamik (C_d) 0,5328, dan hambatan rolling 0,002. Di samping itu ada asumsi massa jenis fluida, dan sudut elevasi. Kendaraan konversi diuji dengan kondisi tanpa beban penumpang dan tanpa mengaktifkan. Dengan demikian perangkat yang wajib difungsikan adalah motor utama dengan support baterai. Mekanisme penggerak pada kendaraan konversi di mana keseluruhan mekanisme digerakkan oleh satu motor. Motor utama kendaraan konversi menggunakan AC motor 3 phasa.

3. PEMBAHASAN

Data Pengukuran Horse power dan Speed dari Dynotest

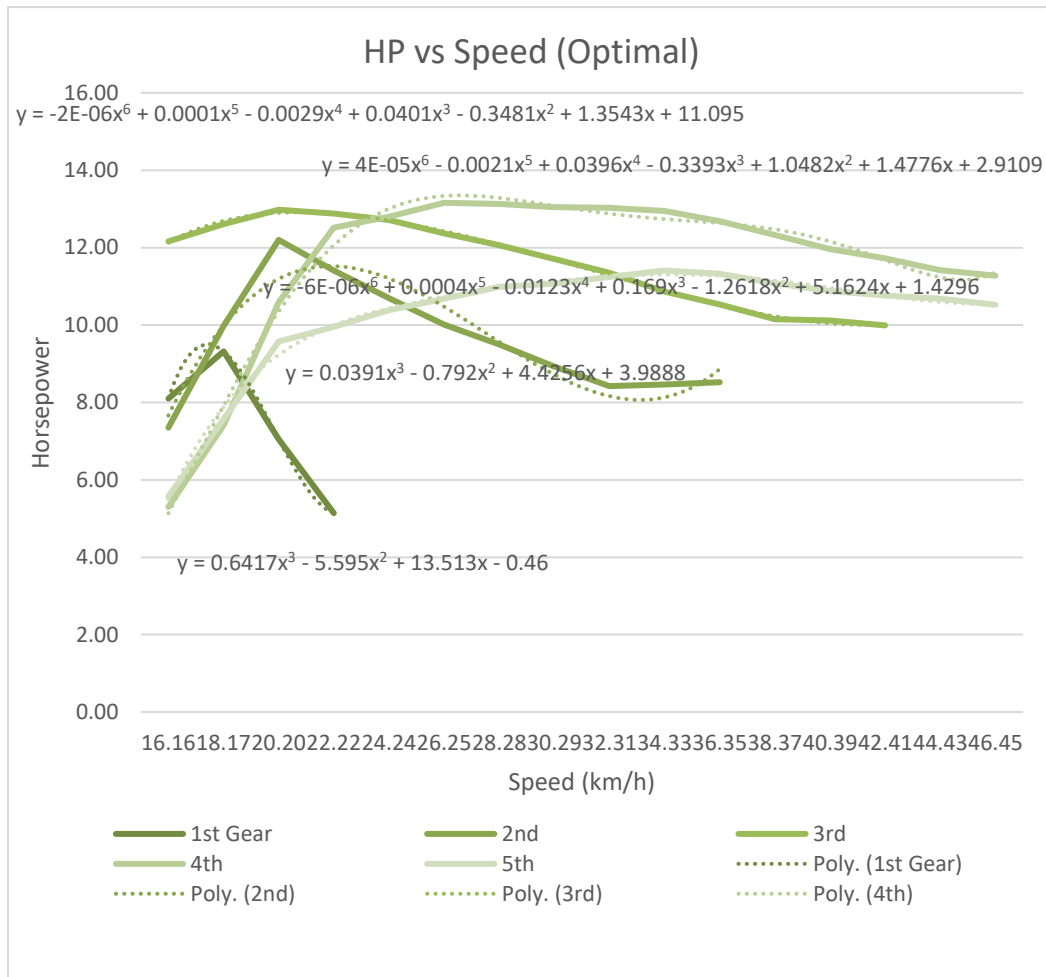
Penelitian yang dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap torsi kendaraan konversi. Data hasil percobaan torsi dan horse power dengan hasil putaran rpm sebelum. Dari hasil pengukuran horse power (HP) terhadap kecepatan masing-masing kondisi perpindahan gigi (1-5) dimana nilai HP gigi ke-1 memiliki ketahanan yang rendah terhadap kecepatan dengan HP relatif lebih tinggi dibanding gigi ke -5 dan yang paling tinggi adalah gigi ke -4 karena memiliki ketahanan yang paling lama dengan nilai HP yang relatif paling tinggi. Begitu juga pada hasil pengukuran Torsi terhadap kecepatan masing-masing kondisi perpindahan gigi (1-5) dimana nilai Torsi gigi ke-1 memiliki ketahanan yang rendah terhadap kecepatan dengan Torsi relatif lebih tinggi dibanding gigi ke-5 dan yang paling tinggi adalah gigi ke -4 karena memiliki ketahanan yang paling lama dengan nilai Torsi yang relatif paling tinggi.

Mendeskripsi berbagai kemungkinan untuk mendapatkan hasil yang optimal, dalam kasus ini ada 2 kemungkinan dengan cara menggunakan 2 kombinasi gigi yang digunakan untuk mendapatkan nilai optimum antara horse power, torsi dan rpm.

Jadi dalam simulasi pengujian ini dengan menggunakan kendaraan konversi yang diuji dengan dyno test mode konvensional mendapatkan angka pengujian memungkinkan angka seperti tabel yang diketahui dalam bagian setiap hasil pengujian yang terjadi tidak semuanya terdapat hasil yang diinginkan.

Tabel.2.Pada kondisi gigi 1-5 saat horse power tertinggi pada nilainya

No	Gear	Speed (km/h)	Power (HP)	Torque (Nm)
1	1	18,18	9,32	73,75
2	2	20,20	12,20	86,89
3	3	20,20	12,98	92,43
4	4	26,25	13,16	72,07
5	5	34,33	11,41	47,81



Gambar 2. HP vs Speed

Persamaan Polinomial

Gear 1

$$\int_{16.15}^{22.22} (0.6417x^3 - 5.595x^2 + 13.513x - 0.46) dx = 17159.5$$

Gear 2 dan seterusnya

Selanjutnya agar dapat mudah dipahami maka hasil torsi dan horse power konvensional kendaraan konversi yang berbeda dari setiap kendaraan.

1. Pengisian baterai dilakukan dengan proses yang cepat dengan durasi sekitar 3 jam untuk pengisian sebesar 5-7 volt (65-72 volt)
2. Kemampuan baterai 150 AH kali 6 buah dan kapasitas penggunaannya dengan beban motor 118 A karena ada beberapa faktor yang menjadikan kemampuan tersebut tidak terpenuhi diantaranya beban kendaraan, rute kendaraan maka kondisi tersebut memaksa kemampuan real yang diperoleh sekitar 4 jam operasi.
3. Hasil perhitungan daya dan torsi yang dihasilkan oleh motor maka didapat daya maksimum motor sebesar 61,13 kW pada putaran motor 5000 rpm dan torsi yang dihasilkan sebesar 116,75. Pada Gambar 4 terlihat grafik dari karakteristik performa motor.
4. Pemilihan rasio transmisi yang sangat cocok untuk digunakan pada transmisi dua speed adalah rasio transmisi 1,96 untuk gigi ke-2 dan rasio transmisi 1,25 untuk gigi ke-3 berdasarkan perhitungan
5. Hasil analisa dan perhitungan maka didapatkan nilai optimal adalah kombinasi antara gigi 2 dan 3 yang nilai optimasi torsi dan daya terhadap kecepatan memiliki nilai yang paling tinggi sehingga kendaraan hanya mampu melaju pada 65,30 km / jam pada dua kecepatan dan kendaraan juga mampu melaju pada 49,98 km / jam pada gigi 2.

6. Hasil pengukuran horse power (HP) maka kita dapat mendeskripsi berbagai kemungkinan untuk mendapatkan hasil yang optimal, dalam kasus ini dengan cara menggunakan 2 kombinasi gigi yang digunakan untuk mendapatkan nilai optimum antara horse power, torsi dan rpm

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian, kemudian melakukan analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan perlu adanya regenerasi berkesinambungan agar riset dapat terus berjalan.
2. Dikombinasikan dengan kecepatan, penambahan kecepatan (percepatan), perlambatan, serta belokan jalan memberikan fenomena daya yang berbeda-beda.
3. Jika diamati, daya output hasil perhitungan (teoritis) secara umum memiliki rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktual daya (input) yang dikeluarkan motor. Padahal secara teori daya output seharusnya lebih kecil dari daya input. Fenomena ini akan diteliti dan dianalisa lebih lanjut.
4. Penelitian, improvement, dan pengembangan kendaraan konversi listrik sangat strategis untuk dilanjutkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UP2M PNJ dan DIRJEN DIKTI yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penulisan artikel ini.

REFERENSI

1. N. Susanto, R. Purwaningsih, and I. A. Baharullah, *J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 3, (2017).
2. R. D. A. Sumarsono et al, *EVS 2018 and International Electric Vehicle Technology Conference 2018, EVTeC 2018 (Kobe 2018)*.
3. D. A. Sumarsono, G. Heryana, S. Prasetya, M. Adhitya, *IOP Conf.Ser.Earth Env.*, vol. 105, no. 012041, (2018).
4. T. Shi, F. Zhao, H. Hao, and Z. Liu, *Automot. Innov.*, vol. 1, no. 4, pp. 291–299, (2018), doi: 10.1007/s42154-018-0037-5.
5. J. Michaelis, T. Gnann, and A. L. Klingler, *World Electr. Veh. J.*, vol. 9, no. 2, (2018), doi: 10.3390/wevj9020021.
6. R. Siregar, U. D. Persada, D. A. Sumarsono, and F. Zainuri, *15th Int. Conf. QIR*, no. May, (2019).
7. M. Rozman et al, *IEEE Access*, vol. 7, pp. 112240–112248, (2019), doi: 10.1109/access.2019.2912931.