

Analisis Kinerja Sistem Transmisi Pada Mobil Hemat Energi Tipe Hybrid

Nazaruddin, Syafri, Kaspul Anuar, Ahmad Awaluddin,
Laboratorium Hidrolik & Pneumatik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293
nazaruddin@eng.unri.ac.id

Abstract

In design a comfortable and safe car while driving, there are some things to watch out for, that is the steering system, brake, and suspension. In this research, the author will analyze about the transmission system on the car Bono Kampar. Research on the transmission system begins with the search for data specification car Bono Kampar, after the vehicle specification data obtained, the next step is to find the center of car Bono Kampar, then calculate the speed of the vehicle on each gear ratio, from tooth 1, tooth 2, tooth 3 and tooth 4, calculate the net traction force on each gear ratio of 1 to 4, measure the fuel consumption, and measure the mileage at each gear ratio, and the analysis. From this research can be concluded what kind of fuel consumption and distance that can be reached in 1 litre of fuel by Bono Kampar car.

Keywords: car, transmission system, speed car Bono Kampar, fuel consumption, car mileage in 1 litre of fuel

1. Pendahuluan

Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang paling banyak digunakan oleh industri maupun perumahan. Akibat peningkatan permintaan masyarakat dunia akan bahan bakar fosil tanpa disertai dengan peningkatan penemuan sumber cadangan energi fosil, diperkirakan energi bahan bakar fosil akan habis dalam jangka waktu 30 tahun kedepan [1]. Oleh karena itu, berbagai program dan wacana dari berbagai negara dihadirkan dalam rangka mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Salah satunya dilakukan dalam bentuk upaya pengembangan sumber energi baru terbarukan. Selain itu, riset penghematan penggunaan bahan bakar fosil juga turut dilakukan oleh para ilmuwan.

Penelitian mengenai konsumsi bahan bakar juga sudah banyak dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan pada tahun 2017 oleh Jhoni Oberton¹, Azridjal Aziz², mengenai Uji Kinerja Motor Bakar Empat Langkah Satu Silinder Dengan Variasi Tinggi Buka Katup Pada Sudut Pengapian Sepuluh Derajat Sebelum TMA Dengan Bahan Bakar Pertamina Plus. Dari penelitian ini dapat dilihat seberapa banyak konsumsi bahan bakar yang nantinya akan digunakan untuk mencapai jarak tertentu [2]

Dalam merancang bangun mobil hemat energi tipe hybrid, Proses diawali dengan membuat desain konsep dari kendaraan yang akan diproduksi. Dilanjutkan dengan proses perhitungan awal terkait dimensi dan proses simulasi karakteristik aerodinamik kendaraan. Terakhir kendaraan diproduksi dan dilakukan pengujian dasar dan analisa terkait performa kerja dari sistem yang terdapat pada kendaraan Bono Kampar.

Salah satu performa kerja dari kendaraan hybrid yang penting untuk dianalisa adalah kinerja sistem transmisinya. kinerja transmisi kendaraan ini mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar, gaya traksi yang dihasilkan kendaraan dan tingkat kecepatan kendaraan pada setiap rasio roda gigi transmisi. Untuk mengetahui pengaruh kinerja transmisi kendaraan Bono Kampar terhadap konsumsi bahan bakar, gaya traksi yang dihasilkan dan tingkat kecepatan kendaraan pada berbagai rasio transmisi, maka peneliti berencana melakukan penelitian terkait analisa kinerja transmisi pada kendaraan hemat energi Bono Kampar.

Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh pengaruh rasio tingkatan transmisi terhadap gaya dorong, pengaruh rasio tingkatan transmisi terhadap kecepatan kendaraan mobil, serta pengaruh rasio tingkatan transmisi terhadap konsumsi bahan bakar pada kendaraan hybrid.

2. Metodologi

2.1 Data Spesifikasi Mobil Bono Kampar

Pada tahap ini, data spesifikasi mobil yang diperlukan adalah *Massa*, Diameter roda, Rasio gigi primer (ip) Rasio transmisi (ik), Rasio gigi tarik (id). akan diukur sebagai data awal yang diperlukan pada penelitian. Kemudian data terkait koefisien drag (C_d), gravitasi (g), dan hambatan *rolling* (F_g), di dapat dari studi literature, data spesifikasi mobil Bono Kampar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Spesifikasi Mobil Bono Kampar	
Spesifikasi Mobil Bono Kampar	
Dimensi Mobil	
Jarak sumbu roda	1,54 m
Lebar	1,20 m
Tinggi	1,30 m
Berat Mobil	
Massa total	160 kg
Massa depan	72 kg
Massa belakang	88 kg
Berat total (W)	1569,6 N
Berat depan (W_f)	706,32 N
Berat belakang (W_r)	863,28 N
Mesin Mobil	
Tipe mesin	4 langkah, 2 valve SOHC pendingin udara
Diameter x langkah	50,0 mm x 57,9 mm
Volume silinder	113,7 cc
Rasio kompresi	9,3 : 1
Tenaga maksimum	10,1 hp / 7893 Rpm
Torsi maksimum	9,92 kg.m / 5989 Rpm
Transmisi	
Tipe transmisi	Rotary, 4 kecepatan (N-1-2-3-4-N)
Tipe kopling	Basah, Sentrifugal, multiplat
Perbandingan gigi primer (ip)	2,9 (20/58)
Gigi 1 (ik)	2,83 (12/34) : 1 = 8,207
Gigi 2 (ik)	1,875 (16/30) : 2 = 5,4375
Gigi 3 (ik)	1,35 (17/23) : 3 = 3,915
Gigi 4 (ik)	1,04545 (22/23) : 4 = 3,031805
Perbandingan gigi ahir (id)	3,67 (15/55) = 10,643
Aerodynamic	
Luas frontal (A_f)	1.11 m ²
Massa jenis udara (ρ)	1,177 kg/m ³
Koefisien drag (C_d)	0,24
Ban (80-90-17)	
Diameter roda	0,555 m
Lebar	0,073 m
Koefisien adhesi aspal (Kering) (μ)	0,75
Koefisien adhesi aspal (Basah) (μ)	0,58
Koefisien hambatan <i>rolling</i> (f_r)	0,08

2.2 Mengukur Posisi Titik Berat Kendaraan

Posisi titik berat ternyata memegang peranan penting pada mobil. Ada beberapa cara untuk mengukur posisi titik berat. Posisi titik berat mencakup titik berat terhadap poros depan (a) dan terhadap poros belakang (b), serta tinggi berat dari permukaan jalan (h).

Jika pada saat menimbang poros depan didapat hasil penimbangan W_f dan penimbangan poros belakang didapat hasil W_r , maka berat total mobil didapat:

$$W_t = W_f + W_r = W \quad (1)$$

Pengukuran (a) dan (b) dilakukan dengan menimbang bagian depan dan bagian belakang mobil pada posisi horizontal seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Penimbangan Kendaraan

Dengan memakai hasil penimbangan tersebut dan menerapkan konsep statika maka didapat:

$$a = \frac{(a+b)W_r}{W_f + W_r} \quad (2)$$

$$b = \frac{(a+b)W_f}{W_f + W_r} \quad (3)$$

Dimana : $a + b = L$; adalah *wheel base* yaitu jarak antara poros depan dan belakang mobil.

Setelah jarak dari pusat berat terhadap poros depan (a) dan jarak pusat berat terhadap poros belakang (b) didapat, maka kemudian dapat dicari tinggi titik pusat berat dari mobil.

Jika mungkin pada saat mendongkrak mobil roda dikunci agar bodi tidak menukik (*pitching*) terhadap posisi roda atau sudut dibuat tidak begitu besar agar bodi tidak menukik. Titik pusat mobil kemudian dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [3].

$$h_r = \frac{[W_f \theta (a+b) - W_t \cdot b]}{W_t \tan(\theta d)} \quad (4)$$

Untuk mencari tinggi titik pusat berat mobil, pada roda depan atau roda belakang dapat ditopang dengan timbangan dan roda yang lain didongkrak hingga membentuk sudut tertentu. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Penimbangan roda depan untuk mencari posisi tinggi titik berat

2.3 Transmisi Roda Gigi (Transmisi Manual)

Transmisi roda gigi ini yang secara umum juga dianggap sebagai *drive train* yang mentransmisikan serta mentransformasikan torsi yang keluar dari mesin sampai ketorsi yang terjadi pada roda penggerak. Seluruh komponen yang diperlukan untuk itu adalah bagian dari transmisi manual.

Umumnya transmisi manual terdiri dari kopling, sistem roda gigi, rantai, sistem gigi *diferensial* dan poros penggerak. Perbandingan putaran mesin dan poros penggerak yang di akibatkan oleh perbandingan gigi transmisi dan gigi *diferensial* adalah berperan untuk mentransmisikan torsi mesin ke roda penggerak.

Untuk menghasilkan torsi dan gaya dorong pada roda penggerak yang mengecil pada kecepatan semakin tinggi diperlukan perbandingan yang bertingkat. Sehingga kemampuan transmisi manual untuk mentransformasikan torsi yang dihasilkan oleh menjadi torsi yang dibutuhkan pada roda penggerak untuk mendorong kendaraan adalah ditentukan 2 parameter penting yaitu: perbandingan gigi dan tingkatan gigi transmisi. Umumnya makin banyak tingkatan transmisi, gaya dorong yang dihasilkan pada roda penggerak makin baik untuk dapat memenuhi kebutuhan gaya dorong kendaraan [3].

2.4 Dynotest

Dynotest adalah suatu metode pengujian performa mesin kendaraan (mobil maupun sepeda motor) dengan cara melihat tenaga dan torsi. Torsi adalah kemampuan mesin untuk menggerakkan atau memindahkan kendaraan dari kondisi diam hingga berjalan. Sedangkan tenaga adalah seberapa cepat kendaraan itu mencapai kecepatan tertentu. Metode ini perlu dilakukan oleh produsen yang mengandalkan performa mesin. Dengan melampirkan hasil uji *dynotest*, produknya dapat dipertanggungjawabkan [4].

Dibawah ini adalah hasil *dynotest* yang sudah dilakukan oleh salah satu tempat uji *dynotest*. Pengujian yang dilakukan yaitu pada kendaran sepedamotor yamaha jupiter z1 tahun pembuatan 2014. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 [5].

Tabel 2 Data *Dynotest* jupiter z1 2014

RPM	HORSE POWER	TORSI
5500	3.4	4.33
5750	7.2	8.95
5989	8.3	9.92
6000	8.4	9.92
6250	8.5	9.59
6500	9.0	9.83
6750	9.3	9.72
7000	9.7	9.81
7250	9.7	9.47
7500	10.0	9.45
7750	10.0	9.08
7893	10.1	9.06
8000	10.0	8.83
8250	10.0	8.56
8500	9.9	8.24
8750	9.5	7.68
9000	9.4	7.43
9250	9.1	6.95
9500	9.0	6.67
9750	8.6	6.22
10000	8.1	5.73
10250	7.6	5.23
10500	7.1	4.79
10750	6.6	4.36
11000	2.6	1.69

2.5 Mengukur Konsumsi Bahan Bakar

Pada tahap ini, pengukuran bahan bakar akan dilakukan dengan cara menghidupkan *engine* dalam keadaan *idle* dan tangki bahan bakar menggunakan tangki yang sudah tertera kapasitas isinya yang nantinya dapat mempermudah dalam pengambiln data mengenai konsumsi bahan bakar dari *engine* saat dihidupkan, seiring hidupnya *engine* dengan kapasitas bahan bakar yang sudah ditentukan (10 ml), dengan kecepatan putaran tertentu juga di hitung waktu konsumsi bahan bakarnya menggunakan *stopwatch*, pengukuran ini dilakukan sesuai dengan kecepatan putaran saat uji *dynamometer*, dan pengambilan data ini dilakukan sebanyak 5 kali dalam 1 putaran *engine* kemudian di rata-ratakan dari ke 5 data tersebut untuk dijadikan data yang akurat [6].

$$FC = \frac{V_{f, pbb}}{t} \text{ (kg/s)} \quad (5)$$

$$FC = \frac{(0,011) \times (0,72 \frac{kg}{ml})}{122,4 s} \text{ (kg/s)}$$

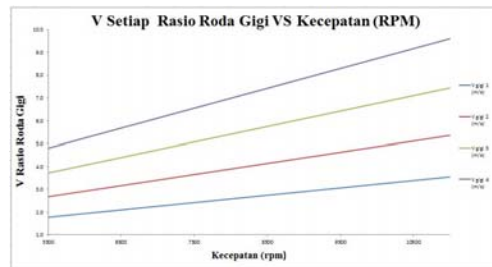
$$FC = 8,88283 \times 10^{-4} \text{ (kg/s)}$$

Jadi konsumsi bahan bakar pada 5500 RPM didapat sebesar 0.058415033 ml, kemudian Perhitungan dilanjutkan dengan cara yang sama hingga mencapai kecepatan putaran *engine* 11000 RPM.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Kecepatan Mobil Bono Kampar Setiap Rasio Roda Gigi

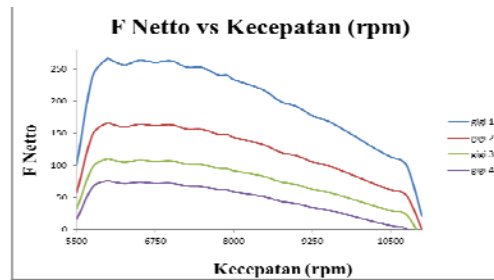
Dari proses perhitungan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi RPM yang di gunakan dengan perhitungan perbandingan rasio roda gigi yang pas antara roda gigi primer dan sekunder dan roda gigi final yaitu gigi tarik, maka dapat dilihat naiknya kecepatan dan jauhnya jarak tempuh yang nantinya akan dihasilkan, seperti contohnya yaitu dapat dilihat pada RPM 11000 pada gigi 4 didapat jarak sejauh 34.593 km/jam dengan perbandingan $i_k = 22:23$, $i_d = 15:55$, dan $i_p = 20:58$. Grafik kecepatan (Roda Gigi) Vs Putaran Mesin (RPM) dapat dilihat Pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik V (Roda Gigi) Vs Kecepatan (RPM)

3.2 Perhitungan Gaya Traksi Bersih

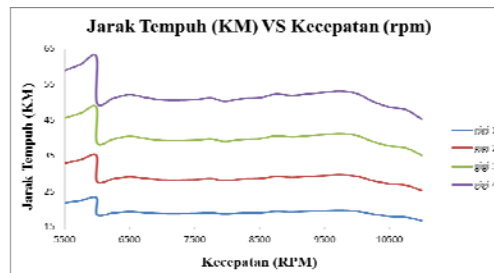
Traksi bersih adalah gaya yang dimiliki mobil untuk menggerakkan roda yang berkontak langsung antara ban dengan jalan tanpa mengalami slip, atau dapat juga disebut dengan gaya dorong pada mobil itu sendiri. Grafik perbandingan antara F_{netto} vs Kecepatan dapat dilihat dibawah ini Pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik F Netto Vs Kecepatan

3.3 Perhitungan Jarak Tempuh Pada Setiap Rasio Roda Gigi

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan bahan bakar sebanyak 1 liter maka didapatkan hasil perhitungan dari rasio gigi 1 dengan RPM terendah yaitu 5500 RPM hingga 11000 RPM, kemudian lanjut pada rasio roda gigi 2, gigi 3, dan gigi 4. semakin tinggi putaran mesin yang kita gunakan, maka semakin pendek jarak tempuh yang akan didapat, tapi sebaliknya, jika di putaran mesin rendah makan hasil jarak yang akan ditempuh akan sedikit bertambah jauh dibanding dengan menggunakan putaran mesin yang tinggi, dengan kekurangannya yaitu, jika kita menggunakan putaran rendah maka waktu yang dibutuhkan akan menjadi lama untuk menempuh suatu jarak tertentu di banding dengan putaran mesin yang tinggi. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Jarak Tempuh (km) Vs Kecepatan (Rpm)

4 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan sistem transmisi mobil Bono Kampar yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan kecepatan yang dilakukan. Dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi RPM suatu mesin dengan perbandingan gigi primer, skunder, dan final *gear* yang sesuai akan menghasilkan kecepatan yang tinggi, ini dapat dilihat pada perhitungan di RPM 11000 pada gigi 4 didapat kecepatan jarak tempuh sejauh 34.593 km/jam dengan perbandingan $i_k = 22:23$, $i_d = 15:55$, dan $i_p = 20:58$. Sedangkan pada RPM 5500 pada gigi 1 didapat kecepatan jarak tempuh sejauh 6.390 km/jam dengan perbandingan $i_k = 12:34$, $i_d = 15:55$, dan $i_p = 20:58$. Dari kedua hasil dapat disimpulkan kembali bahwa, pada rasio gigi 1 hanya terdapat torsi yang besar dibanding dengan rasio roda gigi 4, sedangkan pada rasio gigi 4 terdapat kecepatan.
2. Dari hasil pengujian konsumsi bahan bakar, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putaran mesin, makan semakin banyak pula konsumsi bahan bakar yang di gunakan.
3. Dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan, dapat di tarik kesimpulan bahwa jika ingin mencapai jarak tempuh yang maksimal, dan konsumsi bahan bakar yang irit, baiknya saat mengendarai mobil Bono Kampar pada saat akan menaikin kecepatan harus diperhatikan rasio transmisinya, kenaikan rasio transmisi harus bertahap dari gigi 1, gigi 2, gigi 3, dan gigi 4.

Daftar Pustaka

- [1] PT. Kompas Cyber Media (Kompas Gramedia Digital Group). 2008. Bahan Bakar Fosil Habis 30 tahun lagi. <https://sains.kompas.com/read/2011/07/27/20141288/bahan.bakar.fosil.habis.30.tahun.lagi>. HTML (Diakses 1 Maret 2018).

- [2] Oberton, jhoni, 2017. Uji kinerja motor bakar empat langkah satu silinder dengan variasi bukaan katup dan sudut pengapian dengan bahan bakar pertamax plus. Jom FTEKNIK Volume 4 No. 2. 1-5.2017
- [3] Sutantra N & Sampurno B. 2010. Teknologi Otomotif Edisi Kedua. Surabaya: Guna Widya.
- [4] Kunanoppadol, Jarut, 2013. The Concept to Measure the Overall Car Performance. Vol 32, No1, 1-6. January-February 2013.
- [5] Wahyudi sigit, kurniawan. 2008. *Dynotest yamaha jupiter z1* 2014. <https://www.scribd.com/presentation/371302139/Dynotest-Yamaha-Jupiter-Z1-2014.HTML> (Diakses 1 Maret 2018).
- [6] Rizki, Fikri Mohamad, 2013. Analisa Kinerja Sistem Transmisi Multiguna Pedesaan untuk mode pengaturan kecepatan maksimal pada putaran maksimal dan daya maksimal *engine*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol.1 : 1-5